महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE Lifestyle for Environment

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

॥ कचरामुक्त वसुंधरा ॥

जुलै २०२३ * मूल्य ५० रूपये * पृष्ठे ४८

कृत्रिम बुद्धिमत्ता... वरदान की शाप?

जागतिक पर्यावरणदिनी 'विज्ञानधारा'च्या पहिल्या अंकाचे प्रकाशन करताना मुख्यमंत्री एकनाथ शिंदे, विधानसभेचे अध्यक्ष राहुल नार्वेकर, महसूलमंत्री राधाकृष्ण विखे पाटील आणि पर्यावरण व वातावरणबदल विभागाचे प्रधान सचिव प्रवीण दराडे

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

जुलै २०२३, वर्ष पहिले
पुस्तिका दुसरी, मूल्य ५० रु.

संपादक : **शरद काळे**
कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**
समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)
मुखपृष्ठ : **निर्मिती काळे**
मुखपृष्ठ मांडणी : **महेश खरे**

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

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.
वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये
डिमांड ड्राफ्ट, म.ऑ. 'ग्रंथाली' नावे

SCAN & PAY
GRANTHALI

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

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

ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ७
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

शरद काळे / ५
कृत्रिम बुद्धिमत्ता – शाप की वरदान?

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ११
विज्ञान आणि कारागीर

डॉ. वर्षा केळकर-माने / १५
फास्ट फॅशनचा भस्मासूर – अपाय आणि उपाय

डॉ. संगीता गोडबोले / १९
लस आणि लसीकरण

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / २२
समुद्रातले प्राणी...

डॉ. अनूप केळकर / २५
पक्ष्यांचे स्थलांतर

सायली घाग / ३०
कर्णपुराण

प्रियांका बर्डे /३३
हिमोग्लोबिनबाई

श्याम तारे / ३६
प्रदीर्घ लॉकडाऊन आणि वन्य प्राणी

आनंद घैसास / ३८
वादळवारं सुटलं रं...

अभय यावलकर / ४१
पाण्याच्या विवंचनेत सापडलेली वीज निर्मिती

डॉ. प्रकाश कुंभारे, डॉ. अतुल वैद्य, डॉ. महेंद्र पाटील / ४३
सीएसआयआर – राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संशोधन संस्था

संपादकीय...

विज्ञान अज्ञाताचे पडदे दूर करण्यास मदत करत आहे, हे खरे असले, आणि दूर झालेल्या पडद्यामागे अज्ञाताचा वेध घेणारे ज्ञान असले, तरी त्यातून पलीकडे आणखी दूरवर काहीतरी अज्ञात आहे असे जाणवू लागते. मिळालेल्या ज्ञानाने समाधान झाले तरी उद्याच्या गर्भात काहीतरी नवीन अज्ञात दडलेले असतेच. शिवाय मिळालेल्या ज्ञानाच्या प्रकाशात काही नव्या समस्यादेखील उभ्या असण्याची शक्यता असतेच. सर्व प्रथिनांच्या त्रिमितीय संरचनेचा उलगडा करण्याचे सामर्थ्य कृत्रिम बुद्धिमत्ता आपल्याला नक्कीच देऊ शकते. पण, हे ज्ञान वापरून आपण नक्की काय साधणार आहोत ह्या प्रश्नाचे उत्तरही शोधावे लागणार आहे. कोरोना विषाणूंच्या अतिसूक्ष्म जिवांनी आपल्याला दिलेली प्रश्नपत्रिका सोडवताना आपली दमछाक झाली आहे. जितकी साधनांची उपलब्धता वाढत आहे, तितक्याच प्रमाणात समस्याही वाढत आहेत. समाजातील सहनशीलता कमी झाली आहे, परस्परसंबंध ताणले जात आहेत, मानसिक समस्या वाढत आहेत आणि त्यातूनच विकृत विचार आणि प्रत्यक्ष गुन्हेगारी वाढत चालली आहे. क्रूरता पूर्वी रात्रीच्या अंधारात वावरायची, आता तिचे अस्तित्व दिवसाउजेडी जाणवते आहे. ज्ञानाचा लढा फक्त अज्ञानाशी नसून ज्ञानाशीदेखील आहे, हे लक्षात घेऊन विज्ञानातील प्रगती त्यासाठी नेमकी कशी वापरता येईल, हा सारासार विचारदेखील समाजात रुजण्याची आवश्यकता आहे. गेल्या शतकात विज्ञानाने जी प्रचंड झेप घेतली आहे, ती सर्वसामान्यांच्या जीवनात प्रतिबिंबित होण्यासाठी, विज्ञानधर्मासोबत मानवधर्माचे भान ठेवणे अतिशय गरजेचे आहे, अन्यथा अज्ञात जगच अधिक चांगले होते, असे म्हणण्याची पाळी आपल्यावर येईल. नवीन पिढी सक्षम, सशक्त आणि सुसंस्कृत घडवण्यासाठी याची आज अत्यंत गरज आहे.

आजच्या जगात मानसशास्त्रीय संशोधक नवीन पिढीच्या संगणकाच्या अतिवापरामुळे कोणते धोके निर्माण होत आहेत, याविषयी लिहीत आहेत. सॉक्रेटिस आज असते तर हसले असते, आणि म्हणाले असते, बघा, मी तुम्हाला हेच सांगत होतो! आपल्या सभोवतीच्या जगाचे आकलन करण्या ऐवजी केवळ माहितीसंकलन आणि योग्य/अयोग्य, सत्य/असत्य, हो/नाही अशा खुणा करत राहून त्यावर निष्कर्ष नोंदवण्याची पद्धत त्यांच्यातील तत्त्ववेत्त्याला नक्कीच हादरवून गेली असती! जगाचे आकलन होण्यासाठी जगाविषयी प्रेम वाटले पाहिजे. सॉक्रेटिस म्हणायचे, मला फक्त प्रेम समजते! जागतिक समस्यांविषयी आणि त्या अंतर्गत जागतिक हवामानबदल, तापमानवृद्धी, कचरा समस्यांविषयी असे माहितीसंच गोळा करून निष्कर्ष काढले जातात, तेव्हा हेच महत्त्वाचे असते, की कचऱ्यावर प्रेम करायला शिकले पाहिजे. जागतिक हवामानबदल समजण्यासाठी आजवरच्या हवामानाने पृथ्वीवर नंदनवन कसे निर्माण केले ह्याचे आकलन करून घेतले पाहिजे. तापमानवृद्धीचे परिणाम जाणून घेण्यासाठी आतापर्यंत अस्तित्वात असलेल्या तापमानामुळे वसुंधरेच्या अक्षयतेला कसे जोपासले होते, हेही समजावून घेतले पाहिजे. तसे झाले तरच या समस्यांविषयीचे गांभीर्य लोकांच्या लक्षात येईल आणि मग समस्यांची उकल होण्यासाठी ती मोलाची मदत असेल!

आपल्याला स्वातंत्र्य मिळून ७५ वर्षे पूर्ण होत आहेत. स्वातंत्र्यापूर्वी निर्माण झालेली पिढी आता अस्तंगत होण्याच्या मार्गावर आहे. या ७५ वर्षांमध्ये आपण नेमकी काय प्रगती केली याचा आढावा घेतला, तर सुरुवात डळमळीत असली, तरी गेल्या तीस वर्षांमध्ये जागतिक प्रगतीशी आपण काही प्रमाणात तरी समतोल साधू शकलो आहोत, तसे दृश्य परिणाम देशातील विविध क्षेत्रांमध्ये दिसत आहेत. यापुढील काळात विज्ञान व तंत्रज्ञान यांचे महत्त्व दैनंदिन जीवनात वाढत जाणार आहे. जीवनशैलीत लक्षणीय बदल होत आहेत. त्याचबरोबर समाजजीवनही झपाट्याने बदलत आहे. सांस्कृतिक मूल्ये आमूलाग्र बदलली नसली, तरी त्या दिशेने वाटचाल सुरू आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि संगणक या दोन महत्त्वाच्या गोष्टींमुळे जीवनात काय बदल होतील याची चुणूक चांगलीच जाणवू लागली आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्ता आपण भविष्यात पूर्णपणे विकसित करू शकलो, तरी प्रयोगशाळेतील सुटे भाग वापरून मानवनिर्मिती करणे आजतरी विज्ञानकथेतील कल्पनाविलास वाटतो! यंत्रमानवाने पृथ्वीचा ताबा घेऊन माणसालाच हद्दपार करण्याची शक्यता आजतरी फक्त चित्रपटाच्या पडद्यावरच प्रत्यक्षात येऊ शकते. विविध यंत्रांच्या माध्यमातून मानवाच्या बुद्धीची प्रतिकृती नित्यकार्ये करून घेऊ शकेल. स्मार्ट वॉशिंग मशिन, स्मार्ट रामागडी, स्मार्ट फोन, स्मार्ट संगणक यातून आपण हे सर्व अनुभवत आहोत. पण मानवाच्या मनाचे कंगोरे प्रयोगशाळेत निर्माण करता येतील का? आपण एका मोठ्या चौकात उभे आहोत. येथून पुढे वाटचालीचे टप्पे ठरताना कशाला महत्त्व द्यायचे, कोणत्या जीवनमूल्यांसाठी जगायचे या प्रश्नांची उत्तरे आपल्याला शोधावी लागतील. त्या चौकातील एक रस्ता यंत्रमानव म्हणूनच भावनाशून्य जीवन जगण्याच्या दिशेला जातो आहे, याची दखल वेळीच घ्यावी लागणार आहे! तो रस्ता निवडायचा का, तो पर्याय आपल्यासमोर असेल का, असे प्रश्न निर्माण झाले आहेत. प्रत्येकाला ही प्रश्नपत्रिका आज ना उद्या सोडवावीच लागणार आहे!

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

कृत्रिम बुद्धिमत्ता - शाप की वरदान?

शरद काळे

नुकत्याच प्रसिद्ध झालेल्या, कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या क्षेत्रातील शेकडो मान्यवरांनी लिहिलेल्या एका अनावृत्त पत्राने जगाचे लक्ष वेधून घेतले आहे. त्यात त्यांनी धोक्याचा संदेश दिला आहे, की कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे एक दिवस जगाचा नाश होऊ शकतो! कृत्रिम बुद्धिमत्तेपासून माणसाच्या अस्तित्वालाच धोका निर्माण होऊ पाहत आहे, त्याच्याशी यशस्वी लढा द्यायचा असेल तर हा धोका आण्विक युद्ध किंवा इतर सामाजिक माध्यमांमधून जे धोके निर्माण होत आहेत, त्या धोक्यांच्या तोडीचा धोका आहे, असे आधी मान्य करावे लागेल. कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे मानवाच्या अस्तित्वाला काही धोका निर्माण होऊ शकतो, ही कल्पनाच आज तरी अशक्य कोटीतली वाटते. परंतु ग्यानबाची मेख तिथेच आहे, कारण ज्या गोष्टी अपेक्षित नसतात त्या गोष्टी विज्ञानात घडतच नाहीत, असे आजपर्यंत तरी सिद्ध झालेले नाही. आजपर्यंत तरी कृत्रिम बुद्धिमत्तेविषयी या धोक्याच्या सूचना येत आहेत, त्या गंभीर स्वरूपाच्या नाहीत. फक्त बेरीज किंवा वजाबाकीच्या स्वरूपात काही ताळेबंद मांडले जात आहेत, आणि कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या विरुद्ध थोडेफार बोलले जात आहे. त्यामुळे कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे फार मोठा धोका निर्माण होणार आहे असे न वाटल्यामुळेच, त्याची फारशी काळजी करण्याचे कारण नाही असे जनमत तयार झालेले आहे. शिवाय माणसाचा कल हा नेहमी संकट येणारच नाही हे गृहीत धरण्याकडे अधिक असतो. ही मानवी प्रवृत्ती आहे. त्यालाही अनुसरून कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे आता फक्त गोडवे गायले जात आहेत.

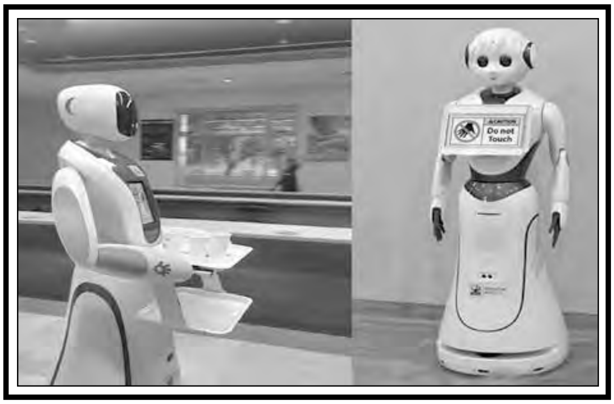
मोबाइल फोन आल्यापासून म्हणजे, विशेषत: गेल्या पंधरा ते वीस वर्षांत नक्की काय घडले याचा आपण थोडा विचार करू. ज्यावेळी स्मार्टफोन आले त्यावेळी आपण खूप आनंदी होतो. आज तर स्मार्टफोन हा आपल्या आयुष्याचा अविभाज्य भाग झालेला आहे. सकाळी उठल्यावर फोन सापडला नाही तर माणसाची वेड्यागत अवस्था होते. तो फोन हाती सापडेपर्यंत त्याच्या जिवाची घालमेल होत असते, ती फक्त फोनवरून आलेले मेसेज बघण्यासाठीच असते असे नाही, तर फोनमध्ये त्याच्या जीवनाची कुंडलीच लिहिलेली असते. बँकेचे व्यवहार, परिचितांचे आणि कार्यालयाशी संबंधित अनेकांचे फोन नंबर, शाळा-कॉलेजमधील नोंदी, आधारकार्ड आणि पॅनकार्डच्या नोंदी, इन्कम टॅक्स व्यवहार, जीएसटीचे व्यवहार हे सारे काही त्या फोनमध्ये लिहिलेले असते. हा फोन गहाळ झाला तर कदाचित गुगल ड्राईव्हवर या गोष्टी असल्यामुळे, विस्मरणात जाणार नसल्या, तरी पुन्हा नवीन फोन घेऊन तिथपर्यंत पोहोचण्यापर्यंत जो वेळ जाईल, त्या वेळात नेमके काय करायचे हा मोठा प्रश्न माणसासमोर उभा राहतो. म्हणजे स्मार्टफोनने आपल्याला अपंग बनवले आहे, असे नक्कीच म्हणता येईल. पूर्वी सर्व महत्त्वाचे फोन नंबर लक्षात असायचे. बँकेचे सगळे व्यवहार एक तर स्मरणात असायचे, किंवा कुठेतरी लिहून ठेवलेले असायचे. इंटरनेट बँकिंगमुळे पासबुक, चेकबुक नाहीशीच झाली आणि गुगल पे किंवा फोन पे यांनी व्यवहार होऊ लागले. त्यामुळे बँकेत जायचीसुद्धा जरुरी राहिलेली नाही. आधी रोजच्या जीवनात स्मार्टफोन नसल्यामुळे काळजी वाटत नव्हती. आता मात्र परिस्थिती तशी राहिलेली नाही. आपण कधी या स्मार्टफोनचे गुलाम झालो, हे आपल्या लक्षातही आले नाही. तंत्रज्ञान विकसित होणे, तंत्रज्ञान वापरणे आणि तंत्रज्ञानाचे गुलाम होणे या तीन पायऱ्या आपण बटू वामनाप्रमाणे झटकन ओलांडल्या, आणि त्याचा परिणाम म्हणजे आज आपले प्राण अगदी सहजपणे जणू काही या स्मार्टफोनमध्ये ठेवून दिले.

तंत्रज्ञानक्षेत्रातील अध्वर्यूंच्या म्हणण्यानुसार त्यामध्ये वेगवेगळी उद्योगक्षेत्रे, कंपनी, सरकारे आणि स्वतंत्र संशोधक आता कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणाली वापरून घरकामापासून, व्यापार, वाहतूकक्षेत्रापासून युद्धक्षेत्रापर्यंत सर्व काही हाताळू शकतील. ज्या गोष्टी आपल्याला करायच्या नाहीत, त्या गोष्टी त्यांच्यावर सोपवल्या जातील आणि मग एक दिवस असा येईल, की थांब म्हणल्यानंतरसुद्धा या प्रणाली थांबवता येणार नाहीत. एवढेच

नाही तर थांबण्याच्या हुकूमाविरुद्ध या प्रणाली बंड पुकारू शकतील आणि माणसाविरुद्धच लढू लागतील. त्यातून मोठाच अनर्थ घडू शकेल. संगणकतज्ज्ञांच्या मते आजच्या कृत्रिम बुद्धिमत्ताप्रणाली असे काही धोके निर्माण करतील असे वाटत नाही, पण उद्याच्या बाबतीत तशी शाश्वती देणे अवघड आहे.

पंचतंत्रामधील एक गोष्ट आहे. चार मित्र त्यांच्या वेगवेगळ्या विषयांत पारंगत होऊन, आपल्या घराकडे परतत असतात. एका जंगलातून जाताना दुपारचे जेवण झाल्यावर झाडाखाली ते वामकुक्षी घेत असतात. तेवढ्यात एका मित्राचे लक्ष तिथे पडलेली काही हाडे वेधून घेतात. त्याच्यातला संशोधक जागा होतो, आणि आपल्या विद्येने तो ती हाडे जोडून त्या हाडांचा सांगाडा बनवतो. तो हाडांचा सांगाडा सिंहाचा असतो. तो सांगाडा पाहिल्यावर दुसरा मित्र म्हणतो, की माझ्या विद्येने मी या सांगाड्यामध्ये रक्त आणि मांस निर्माण करू शकतो. काही वेळातच त्या सांगाड्यामध्ये रक्त आणि मांस निर्माण होते! सिंहाचे ते निष्प्राण शरीर त्या ठिकाणी दिसू लागते. आता तिसऱ्या मित्राला जोर येतो. तो म्हणतो, या निष्प्राण शरीरात मी प्राणशक्ती निर्माण करू शकतो! चौथा मित्र म्हणतो, अरे, तुम्ही हे काय करत आहात? हा सिंह जिवंत झाला तर तो आपल्याला जिवंत ठेवेल का, याचा थोडा तरी विचार करा! बाकीचे तीन मित्र हसतात आणि त्याला म्हणतात, अरे, तू कोणतीच विद्या धडपणे शिकला नाहीस, म्हणून तू भित्राच राहिलास! ते काही नाही, तिसरा मित्र म्हणतो, मी या प्रेतामध्ये प्राण टाकणारच आहे! चौथा मित्र त्यावर उद्‌गारतो, ठीक आहे बाबांनो, तुम्हाला तुमच्या विद्येची चाचणी घ्यायची असेल तर तुम्ही घेऊ शकता, पण मला दोन मिनिटे द्या. तो चौथा मित्र झाडावर जाऊन बसतो. तिसरा मित्र त्याच्या मंत्रशक्तीने सिंहाच्या शरीरात प्राण निर्माण करतो. जिवंत झाल्यावर तो सिंह तिघांवर झडप घालून त्यांना मारून टाकतो. चौथा मित्र तो सिंह तिथून निघून गेल्यावर खाली उतरतो आणि अतिशय करुण नजरेने त्या तिघांच्या अवशेषांकडे बघून म्हणतो, विद्या कशी वापरावी हे मला गुरुजींनी शिकवले होते तेच महत्त्वाचे होते!. विज्ञान आपल्याला वेगवेगळे तंत्रज्ञान शोधण्यासाठी मदत करते, पण त्यातील कोणते तंत्रज्ञान आपल्या उपयोगाचे आहे आणि भविष्यात त्याचे नेमके काय परिणाम होऊ शकतात, या दोन गोष्टींचा विचार माणसाने तंत्रज्ञानाचा वापर करताना केलाच पाहिजे, हे वास्तव इसवी सनपूर्व काळात लिहिलेल्या पंचतंत्रापासून माहीत आहे. तरीदेखील आज भ्रम झाल्याप्रमाणे किंवा चकवा पडल्याप्रमाणे आपण या तंत्रज्ञानाच्या मागे धावतो आहोत की काय, असा प्रश्न निर्माण झालेला आहे.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणालींना जसजसे अधिक स्वातंत्र्य मिळत जाईल, तसतसे त्यातील धोके अधिक स्पष्ट होऊ लागतील. एवढ्यातच ब्रिटिश एअरवेजच्या संगणकप्रणालीमध्ये



बिघाड होऊन एका दिवसात त्यांना शेकडो उड्डाणे रद्द करावी लागली होती. एक उड्डाण रद्द झाले तरी हजारो डॉलरचे नुकसान होत असते. एवढी उड्डाणे रद्द झाल्यामुळे आर्थिक नुकसान तर झालेच, पण हजारो लोकांना त्याचा चांगलाच त्रास भोगावा लागला होता. देशोदेशींचे सट्टाबाजार, विद्युतजोडण्या, विमानउड्डाणे, सामानाची वाहतूक, लष्करी शस्त्रे आणि आण्विक हत्यारे या सर्वांचे मोठ्या प्रमाणावर संगणकीकरण झाल्यामुळे, आता अशा संगणकप्रणाली विकसित होत आहेत की, त्यांचे नियंत्रणही पूर्णपणे स्वयंचलित पद्धतीने संगणकामार्फतच होईल.

प्रसिद्ध विज्ञान कादंबरी लेखक अल्डस हक्सले यांनी सन १९३२ मध्ये एक रोमांचक कादंबरी लिहिली होती, तिचे नाव होते ए ब्रेव्ह न्यू वर्ल्ड. ह्या कादंबरीत त्यांनी इ. स. २५४० मध्ये भविष्यातील विश्वराज्य कसे असेल याची कल्पना मांडली आहे. लेखकाने हे वर्ष का निवडले याची कारणमीमांसा दिली आहे. कादंबरीत या वर्षाचा उल्लेख लेखकाने ए. एफ. ६३२ म्हणजे फोर्ड यांच्यानंतर (आफ्टर फोर्ड) ६३२ वर्षांनी ही स्थिती येणार आहे, अशी कल्पना केली आहे. फोर्ड यांचा उल्लेख करण्याचे कारण फोर्ड यांनी असेंब्ली लाइन ही प्रणाली ज्या वर्षी औद्योगिक क्षेत्रात आणून, मॉडेल टी या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या मोटारींच्या मोठ्या प्रमाणावर निर्मितीचे मार्ग खुले केले, ते सन १९०८ हे वर्ष हक्सले यांनी नव्या जगाचे पहिले वर्ष गृहीत धरले होते. या वैश्विक राज्यात विज्ञान आणि कार्यक्षमता हेच फक्त परवलीचे शब्द असतील. समाजाची निर्मिती त्याभोवतीच अपेक्षित होती. या कादंबरीत कल्पिलेला नवा समाज खूपच वेगळा होता. मुलांना घडवताना लहान वयातच सांगितले जात होते, की प्रत्येक जण प्रत्येकाचा आहे आणि कोणतेही दीर्घकालीन किंवा चिरस्थायी संबंध नसतात. या वैश्विक राज्याची जडणघडण मध्य लंडनमधील अंडीउबवणी केंद्र आणि संस्कार केंद्रात होते. या केंद्रात मुले गर्भाच्या बाहेर तयार केली जातात, आणि लोकसंख्या वाढवण्यासाठी त्यांचे क्लोनिंग केले जाते. या जगातील वर्गव्यवस्था या नवीन मुलांना शिकवली जाते. त्यात नागरिकांना विशिष्ट वर्गाचे भ्रूण

म्हणून वर्गीकृत केले जाते. नलिका व इंक्युबेटर वापरून त्यांना पूर्वनिर्धारित वर्गांमध्ये कंडिशन करण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रमाणात रसायने आणि संप्रेरके दिली जातात. उच्च वर्गासाठी नियत केलेल्या भ्रूणांना शारीरिक आणि मानसिक दोन्ही प्रकारे परिपूर्ण करण्यासाठी रसायने मिळतात, तर खालच्या वर्गातील भ्रूण त्या बाबतीत मुद्दाम अपूर्ण ठेवले जातात. अल्फा, बीटा, गामा, डेल्टा आणि एप्सिलॉन हे सर्वोच्च ते सर्वात खालच्या क्रमाने आहेत. अल्फाला पुढारी होण्यासाठी घडवले जाते, आणि एप्सिलॉनची पैदास सामान्य कामगार म्हणून केली जाते. बर्नार्ड मार्क्स हा अल्फा गटातील असून, कथेतील मुख्य पात्रांपैकी एक आहे. तो आणि त्याच्या आवडीची स्त्री लेनिना क्राउन, एका रानटी क्षेत्रात प्रवास करतात. त्या क्षेत्रात मार्क्सच्या वरिष्ठाने काही काळापूर्वी एक महिला साथीदार गमावला होता. तिथे राहणारे लोक त्यांना माहीत नसलेले रीतिरिवाज पाळत असतात, असे त्यांना दिसते. त्या क्षेत्रात त्यांना लिंडा नावाची स्त्री आणि तिचा मुलगा जॉन, अचानक भेटतात. मार्क्सच्या मते त्याच्या बॉसचे हे हरवलेले कुटुंब असते. बॉसने अलीकडेच मार्क्सला त्याच्या असामाजिक वर्तनासाठी दूर पाठवण्याची धमकी दिलेली असते. ते लक्षात घेऊनच मार्क्स त्या दोघांना आपल्यासोबत घरी आणण्याचा निर्णय घेतो. मार्क्स लिंडा आणि जॉनला बॉससमोर उभे करतो आणि जॉन बॉसला वडील म्हणतो. त्यामुळे बॉसला राजीनामा द्यावा लागतो, कारण नवीन जगाच्या नियमानुसार व्यक्तींमधील प्रजनन बेकायदेशीर असते आणि त्याचा गुन्हा उघडकीस आलेला असतो! जॉनला या शूर नवीन जगात प्रायोगिक तत्त्वावर ठेवले जाते. लिंडाला सोमा नावाच्या एका औषधाच्या व्यसनामुळे रुग्णालयात पाठवले जाते. अखेरीस तिचा मृत्यू होतो, ज्यामुळे जॉन हॉस्पिटलमध्येच सोमाविरुद्ध धुमाकूळ घालतो. जॉनचा या समाजावरचा राग वाढत जातो. शेवटी तो एकाकी राहण्यासाठी एका दीपगृहाकडे पळून जातो. तो काही काळ पर्यटक आणि पत्रकारांना टाळतो, परंतु अखेरीस तो त्यांना सापडतो. जॉन स्वतःलाच चाबकाने मारतो आणि ती गर्दी त्याला मूढपणे बघत राहते. तो एका स्त्रीलाही चाबकाने मारतो तेव्हा गर्दी वाढत जाते. हा देखावा पाहण्यासाठी लोक हेलिकॉप्टरमधून उतरतात. दुसरी एक स्त्री तिथे दिसते. ती लेनिना असल्याचे सूचित केले जाते, आणि जॉन तिलाही चाबकाने मारण्याचा प्रयत्न करतो. जॉन लवकरच थकून जातो आणि सोमाच्या प्रभावाखाली आल्यानंतर झोपी जातो. दुसऱ्या दिवशी सकाळी या तथाकथित नवप्रणालीतील गुंतागुंतीमुळे निराश होऊन तो फास लावून आत्महत्या करतो!

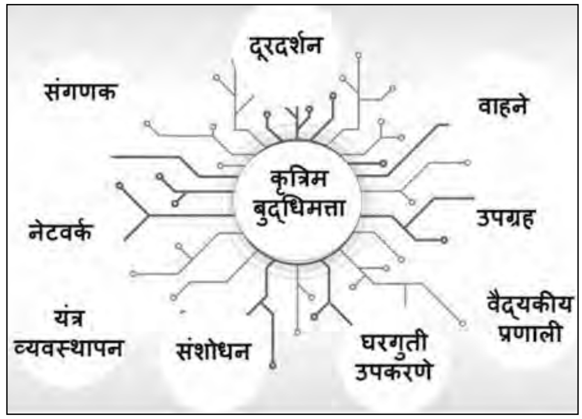
या कादंबरीचा सारांश थोडा विस्तृत प्रमाणात या ठिकाणी दिला आहे, कारण आज कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या जगात आपण पाऊल ठेवत असताना, आपल्यापुढे नक्की काय वाढून ठेवले आहे, ह्या प्रश्नाने कुठेतरी अस्वस्थतेची भावना निर्माण होत आहे. ही कादंबरी काल्पनिक असली तरी त्यातून भविष्यातील घटनांची जी कल्पना मांडली होती, ती काही प्रमाणात वास्तवात दिसू लागली आहे. स्त्रीच्या पोटी जन्माला आलेली बालके ही प्रयोगशाळेत निर्माण केलेल्या बालकांप्रमाणे यंत्रमानवाप्रमाणे वाढणार असतील, तर मानवतेचा अंतिम प्रवास सुरू झाला असे म्हणावयास हवे! आज संगणकासमोर दिवसरात्र बसणारी माणसे ही यंत्रमानवच झाली आहेत. आय.टी. क्षेत्रातील दुनिया ही कितपत संस्कारक्षम आहे, हा प्रश्न ऐरणीवर आलेला आहे. सगळेच तसे नसतील, पण प्रवास नको त्या दिशेने चालू आहे, असे म्हणायला जागा आहे. संस्कार या शब्दाची व्याख्याच बदलत चालली आहे, असे जाणवत राहण्यासारखी परिस्थिती आहे. माणूस म्हणून ज्या मूल्यांना आपण जपले आहे, ती मूल्ये या कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या जगात जपली जातील की पायदळी तुडवली जातील हा महत्त्वाचा प्रश्न आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या प्रभावाखाली आपली बुद्धिमत्ता कमी तर होत जाणार नाही ना हा दुसरा प्रश्न आपल्याला सतावणार आहे. या कृत्रिम बुद्धिमत्तेची निर्मिती मानवानेच केली, त्यामुळे ती हाताबाहेर जाणार नाही हा समज बालिश आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या निर्मितीत मूठभर लोकच भाग घेत असतात, त्यामुळे समाजातील मोठ्या संख्येने लोकांच्या बुद्धिमत्तेला वावच मिळाला नाही, तर समाजात यादवी युद्ध भडकून त्या मार्गाने मानवी समाज नष्ट होण्याची शक्यता नाकारता येत नाही. सर्वच कामे यंत्रमानवाकडून होऊ लागली, तर मग माणसाने काय करायचे?

कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित चॅटबॉट्सच्या एका नवीन क्षेत्रातील हे तंत्रज्ञान इंटरनेटच्या अर्थशास्त्रात सुधारणा करू शकते की नाही हे पाहणे मनोरंजक ठरणार आहे. आजच्या सत्ताकेंद्रांना इतिहासजमा करून, उद्योगक्षेत्रात त्यामुळे नवीन दिग्गज तयार होतील की नाही, हे पाहणे महत्त्वाचे राहील. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या विकासाचा वेग असाच राहिला तर अधिक स्वायत्ततेने या प्रणाली शक्तिशाली होत राहतील. परिणामी सद्य:स्थितीत मानव व मानव-संस्थांकडून निर्णय घेण्याची क्षमता आणि विचारसरणी नष्ट होण्याची दाट शक्यता निर्माण झाली आहे. सांताक्रुझ युनिव्हर्सिटी ऑफ कॅलिफोर्निया येथील कॉस्मॉलॉजिस्ट आणि फ्युचर ऑफ फ्युचरचे संस्थापक ॲंथनी ॲग्युइरे यांच्या म्हणण्यानुसार हे अगदीच शक्य आहे, आणि ते घडायला फारसा वेळही लागणार नाही. संशोधक चॅटजीपीटीसारख्या चॅटबॉट्सचे अशा प्रणालींमध्ये रूपांतर करत आहेत, ज्या त्यांनी निर्माण केलेल्या आज्ञावलींवर आधारित क्रिया करू शकतात. ऑटोजीपीटी नावाचा प्रकल्प हे त्याचे प्रमुख उदाहरण आहे. एक कंपनी तयार करा किंवा काही पैसे कमवा यासारखे ध्येय निश्चित केलेल्या प्रणाली निर्माण करणे ही कल्पना आहे. अशी प्रणाली निर्माण झाली तर ती ते लक्ष्य गाठण्याचे मार्ग शोधत राहील, त्यासाठी ती इतर इंटरनेटसेवांचा

उपयोगही करून घेऊ शकेल. ऑटोजीपीटीसारखी प्रणाली संगणक आज्ञावल्या तयार करू शकते. संशोधकांनी त्यास संगणक सर्व्हर उपलब्ध करून दिला, तर ते प्रत्यक्षात त्या आज्ञावली चालवू शकतील. सैद्धांतिकदृष्ट्या, ऑटोजीपीटीसाठी जवळजवळ काहीही म्हणजे माहिती पुनर्प्राप्त करा, अनुप्रयोग म्हणजे वापरण्यासाठी केलेल्या आज्ञावल्या – App. नवीन अनुप्रयोग तयार करा, अगदी स्वतःमध्ये सुधारणा करा, अशा गोष्टी ऑनलाइन करण्याचा हा एक मार्ग आहे. ऑटोजीपीटीसारख्या प्रणाली सध्या चांगले काम करत नाहीत. त्या शेवट नसलेल्या चकव्यात (लूपमध्ये) अडकतात.

संशोधकांनी याच धर्तीवर एका प्रणालीला स्वतःची प्रतिकृती तयार करण्यासाठी आवश्यक असलेली सर्व संसाधने दिली. तरीदेखील ती ते करू शकले नाहीत. कालांतराने, त्या मर्यादा निश्चित केल्या जाऊ शकतात. स्वत:मध्ये सुधारणा करणाऱ्या प्रणाली तयार करण्याचा सक्रियपणे प्रयत्न संशोधक करत आहेत, असे कॉन्जेक्चरचे संस्थापक कॉनर लेही म्हणतात. ही कंपनी कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या निर्माणावरच कार्य करत आहे. मानवी मूल्यांसह तंत्रज्ञान किंवा मानवी मूल्ये सामावून घेतलेल्या प्रणाली भविष्यात बनवता येतील का, या प्रश्नावर त्यांनी सध्या हे काम केले जात नाही, परंतु कधीतरी भविष्यात ते होणे शक्य आहे. ते नेमके कधी होईल याबद्दल माहीत नाही, असेही ते म्हणाले आहेत. श्री. लेही यांच्या दाव्यानुसार संशोधक, कृत्रिम बुद्धिमत्ता कंपन्या आणि या क्षेत्रातील गुन्हेगार या प्रणालींना काही पैसे कमवा अशी उद्दिष्टे देतात म्हणून ते बँकिंग प्रणालीत कार्यरत असतात. ज्या देशात तेलाचे वायदे होत असतात, अशा देशात ते क्रांती घडवून आणू शकतात.

निर्मितीक्षम कृत्रिम बुद्धिमत्ता ही एक संगणकीय प्रणाली असून दिलेल्या सूचनांबरहुकूम ही प्रणाली एखादा लेख लिहिते किंवा प्रतिमा बनवते किंवा इतर माध्यमातून प्रतिसाद देऊ शकते. ही प्रणाली तिला देत असलेल्या सूचनांचे नमुने आणि संरचना शिकते आणि त्यातून समान वैशिष्ट्ये असलेला नवीन माहितीसंच तयार करते. गुगल कंपनीने या वर्षीच्या त्यांच्या वार्षिक परिषदेत आपल्या प्रत्येक उत्पादनात कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणालीचा समावेश करण्याचा इरादा स्पष्ट केला आहे. त्यामुळे गुगल उत्पादने वापरणाऱ्या कोट्यवधी लोकांना आता शक्तिशाली, अत्याधुनिक कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा समावेश असलेल्या प्रणाली वापरायला मिळतील. त्यांना वेगवेगळे लेख किंवा मजकूर तयार करण्यापासून, विविध प्रश्नांची उत्तरे देण्यापासून ते सांकेतिक लिपीत लिहिण्यापर्यंत आणि आज्ञावलीतील दोष दूर करण्यापर्यंत सर्व प्रकारची कामे करण्यात मदत होणार आहे. मॅसेच्युसेटस तंत्रज्ञान संस्थेच्या रिव्ह्यूचे मुख्य संपादक, मॅट होनन, यांनी त्यांच्या विश्लेषणात गुगलचे मुख्य उत्पादन आता कृत्रिम बुद्धिमत्ता असणार आहे असे लिहिले आहे.



कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित असलेल्या चॅटजीपीटीसारख्या प्रणाली न्यूरल नेटवर्कवर तयार केल्या आहेत. या गणितीय प्रणाली विविध माहितीसंचांचे विश्लेषण करून विविध कौशल्य आत्मसात करू शकतात. सन २०१८च्या आसपास, गुगल आणि ओपन ए.आय.सारख्या कंपन्यांनी न्यूरल नेटवर्क तयार करण्यास सुरुवात केली. इंटरनेटवरून मोठ्या प्रमाणात वापरल्या जाणाऱ्या अंकीय प्रणालींमधूनच ही न्यूरल नेटवर्क शिकून तयार होत आहेत. माणूस जसा एखाद्या विषयाचा अभ्यास करण्यासाठी वेगवेगळे संदर्भ वापरतो, तज्ज्ञांशी चर्चा करतो, विश्वकोशासारख्या ग्रंथांचा उपयोग करतो, तद्वतच, या सर्व माहितीमहाजालावर असलेल्या असंख्य माहितीसंचांमधील आज्ञावल्यांचा अभ्यास करत, या न्यूरल नेटवर्क प्रणाली बातम्या, लेख, कविता, संगणक कार्यक्रम, अगदी मानवासारखे संभाषण यासह स्वतःच लेखन तयार करण्यास शिकतात. माणसापेक्षा यांचा शिकण्याचा वेग महाप्रचंड असतो. माणसाला असलेल्या मर्यादा यांच्याबाबतीत नसतातच. त्याचा परिणाम म्हणजे चॅटजीपीटीसारखे चॅटबॉट्स यांची निर्मिती होऊ लागली आहे. कारण ते त्यांच्या निर्मात्यांना म्हणजे गुरूंना समजू शकतील, त्यापेक्षा जास्त महितीसंचांमधून शिकतात. या प्रणाली अनपेक्षित वर्तनदेखील प्रदर्शित करतात. संशोधकांनी अलीकडेच दाखवून दिले की कॅप्चा या संगणकीय चाचणीला पराभूत करण्यासाठी एका प्रणालीने एका माणसाला ऑनलाइन कामावर घेण्यासाठी एका माणसाची निवड केली. जेव्हा त्या माणसाने प्रणालीला विचारले विचारले, की जिचा पराभव करायचा आहे ती कॅप्चाप्रणाली म्हणजे यंत्रमानव आहे का, तेव्हा प्रणाली त्या माणसाशी चक्क खोटे बोलली आणि म्हणाली, की नाही तो यंत्रमानव नसून ती दृष्टिदोष असलेली व्यक्ती आहे!

काही तज्ज्ञांना काळजी अशी वाटते, की संशोधक ज्या प्रणाली अधिक शक्तिशाली बनवतात, ज्यांना मोठ्या प्रमाणात माहितीचे प्रशिक्षण देतात, त्यांना अधिक वाईट सवयी लागू शकतात! या प्रणाली मानवाच्या नाशालाही कारणीभूत होऊ

शकतात. इसवी सन २०००च्या दशकाच्या सुरुवातीस, कृत्रिम बुद्धिमत्ता क्षेत्रातील एलिझेर युडकोव्स्की नावाच्या तरुण अभ्यासक लेखकाने धोक्याची सूचना देण्यास सुरुवात केली, की कृत्रिम बुद्धिमत्ता मानवतेचा नाश करू शकते. त्याच्या ऑनलाइन संदेशांवर विश्वास ठेवणारा मोठा समुदाय निर्माण झाला. तर्कवादी किंवा मानवी समाजाचे हित सांभाळणारा हा समुदाय शैक्षणिक, सरकारी क्षेत्रातील विचारवंत आणि तंत्रज्ञान उद्योगातील अध्वर्यू यांच्यामध्ये प्रचंड प्रभावशाली झाला. ओपन एआय आणि डीप माइंड या कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या परिणामांचा अभ्यास करण्यासाठी असलेल्या प्रयोगशाळांच्या निर्मितीमध्ये मिस्टर युडकोव्स्की आणि त्यांच्या लेखनाने महत्त्वाची भूमिका बजावली. सन २०१४मध्ये गुगलने ह्या प्रयोगशाळा ताब्यात घेतल्या. युडकोव्स्की यांच्या समुदायातील अनेकांनी या प्रयोगशाळांमध्ये काम केले. त्यांचा असा विश्वास होता की त्यांना कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे धोके समजले असल्यामुळे ते या कामासाठी सर्वोत्तम स्थितीत होते.

सेंटर फॉर ए.आय. सेफ्टी अँड द फ्युचर ऑफ लाइफ इन्स्टिट्यूट या दोन संस्थांनी, अलीकडेच कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या धोक्यांविषयी पूर्वसूचना देणारी खुली पत्रे जारी केली आहेत. असेच धोक्याचे इशारे, संशोधन प्रवर्तक आणि प्रमुख दिग्गज उद्योजक एलोन मस्क यांच्यासारख्या नेत्यांकडून आले आहेत. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या जोखमींनी भरलेल्या क्षेत्राबद्दल सातत्याने दीर्घकाळ एलोन मस्क कार्यरत आहेत. ताज्या पत्रावर ओपन ए.आय.चे मुख्य कार्यकारी अधिकारी सॅम ऑल्टमन यांनी स्वाक्षरी केली आहे, तसेच डीप माईंड संस्थेचे संस्थापक संचालक डेमिस हसाबिस यांचीही सही आहे. या डेमिस हसाबिस यांनी नवीन ए.आय. डीप माईंड आणि गुगलमधील प्रमुख संशोधकांना एकत्रित करणाऱ्या प्रयोगशाळा निर्मितीत महत्त्वाची भूमिका निभावली आहे. ज्या इतर प्रतिष्ठित व्यक्तींनी या धोक्याचे इशारे देणाऱ्या पत्रांवर स्वाक्षरी केली, त्यात डॉ. बेंजिओ आणि जेफ्री हिंटन यांचा समावेश आहे. या हिंटन महाशयांनी नुकतेच गुगलच्या एक्झिक्युटिव्हपदाचा आणि संशोधक म्हणून असलेल्या पदावरून राजीनामा दिला आहे. सन २०१८मध्ये हिंटन यांना न्यूरल नेटवर्कवरील त्यांच्या कामासाठी ट्युरिंग पुरस्कार मिळाला होता. हा पुरस्कार संगणकक्षेत्रातील नोबेल पारितोषिक समजला जातो.

जगभरात आता कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर आणि संशोधनावर नियंत्रण असावे ह्याबद्दल दबाव येण्यास सुरुवात झाली आहे. अमेरिकन उपराष्ट्राध्यक्ष कमला हॅरिस यांनी स्पष्ट केले आहे, की कृत्रिम बुद्धिमत्तेची उत्पादने सुरक्षित आहेत याची खात्री देणे ही कंपन्यांची नैतिक आणि कायदेशीर जबाबदारी आहे. न्यू यॉर्कचे सिनेटर चक शूमर यांनी कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे नियमन करण्यासाठी एक कायदा प्रस्तावित केला आहे. त्यानुसार नियमांची अंमलबजावणी करण्यासाठी नवीन नियंत्रण विभाग त्यांनी सुचवला आहे. समाजातील वाढती अस्वस्थता जाणवू लागल्यामुळे आपण काहीतरी केले पाहिजे, ही भावना राज्यकर्त्यांच्या मनात जोर धरू लागली आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे हे लोण कुठवर जाणार आहे, याबद्दल सांगणे अवघड होत चालले आहे. त्यामुळे सामाजिक चिंता वाढत आहे. दरम्यान, युरोपमध्ये कायदेतज्ज्ञ कृत्रिम बुद्धिमत्ता नियंत्रण कायद्यावरील अंतिम मसुदा निश्चित करत आहेत. गेल्या आठवड्यात युरोपीयन संसदेच्या सदस्यांनी सार्वजनिक ठिकाणी चेहऱ्याच्या ओळख तंत्रज्ञानावर बंदी घालण्याची मागणी करणाऱ्या मसुद्यावर स्वाक्षरी केली. भविष्यातील संशयित गुन्हेगारीसंबंधी पोलिसी अंदाज (predictive policing) व त्यानुसार होणारी कारवाई, संगणकीय माध्यमांचा वापर करणाऱ्यांच्या भावना ओळखून फायदा घेण्याचे मार्ग आणि ऑनलाइन बायोमेट्रिक माहितीच्या तपशीलावरही बंदी घातली जाण्याच्या दिशेने कायदे करण्याकडे युरोपीयन संसदेचा कल आहे. ही संसद निर्मितीक्षम कृत्रिम बुद्धिमत्तेवरदेखील प्रतिबंध आणण्यासाठी अधिक नियम तयार करण्यास तयार आहे. युरोपीयन संसदेला मोठ्या कृत्रिम बुद्धिमत्तेची मॉडेल तयार करणाऱ्या कंपन्यांना अधिक पारदर्शक बनवायचे आहे. या उपायांमध्ये निर्मितीक्षम कृत्रिम बुद्धिमत्ता सामग्री लेबल करणे, मॉडेलला प्रशिक्षित करण्यासाठी वापरल्या गेलेल्या आणि मालकी हक्क नोंद केलेल्या महितीसंचांचे सारांश प्रकाशित करणे आणि मॉडेलला बेकायदेशीर सामग्री तयार करण्यापासून प्रतिबंधित करणारे सुरक्षाउपाय निश्चित करणे समाविष्ट आहे. परंतु हे वाटते तेवढे सोपे नाही. युरोपीयन संघटनेला अद्याप निर्मितीक्षम कृत्रिम बुद्धिमत्ता नियंत्रण कायदा लागू करण्यापासून अजून बरीच मजल मारायची आहे. या प्रस्तावित कायद्याचे बरेच घटक अंतिम आवृत्तीपर्यंत पोहोचणारही नाहीत अशी शक्यता अधिक आहे! संसद, युरोपियन कमिशन आणि सदस्य देश यांच्यात अजूनही कठीण वाटाघाटी बाकी आहेत. हा प्रस्तावित कायदा अमलात येईपर्यंत अनेक वर्षे लोटतील. तेवढ्या वेळात नेमके काय घडेल याचा अंदाज बांधणे कठीण नक्कीच आहे.

चीनमध्ये चेहऱ्याचे ओळख तंत्रज्ञान चौकाचौकात वापरले जाते असे म्हणतात. कोविड महामारी काळात या तंत्रज्ञानाने संशयित रुग्णांना क्वारंटाइन केले जात होते. भारतात चेहऱ्याचे ओळख तंत्रज्ञान काही विमानतळांवर वापरले जाऊ लागले आहे. आपण आपला आधारकार्ड क्रमांक देतो त्यावेळी आधार कार्डाशी जोडलेले आपले बायोमेट्रिक्स माहिती संच सहज उपलब्ध होऊ शकतात. या माहितीच्या सहज उपलब्धतेचा कोण कसा फायदा करून घेईल किंवा गुन्हेगारीसाठी त्याचा वापर होईल का, हे वाजवी प्रश्न निर्माण झालेले आहेत. सध्या तरी त्याची उत्तरे तंत्रज्ञान वापरणाऱ्यांकडे नाहीत. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या

निर्मितीक्षम तंत्रज्ञानामुळे खोट्या बातम्या, खोटे व्हिडिओ सर्रास वापरले जाऊ शकतील, आणि खरे आणि खोटे यांच्यातला फरक समजणे अतिशय अवघड होऊन बसणार आहे. मध्यंतरी मायकेल शूमाकर या कोमामध्ये असलेल्या फॉर्म्युला वन चालकाची मुलाखत एका चित्रवाणीने प्रसारित केली होती, आणि खाली तळटीप होती की ही मुलाखत कृत्रिम बुद्धिमत्ता निर्मितीक्षम तंत्रज्ञानाने घेण्यात आलेली आहे! हे अतिशय धोकादायक आहे. ही कलियुगाची खरी सुरुवात असू शकते. भारतानेदेखील ह्यातील धोके ओळखून वेळीच नियंत्रण कायदे आणायला हवेत.

सामान्य माणसाला कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि त्याचे भावी दुष्परिणाम हे आव्हान आज तरी महत्त्वाचे वाटत नाही. त्यातील भयानक वास्तव आज तरी त्यांच्या कल्पनेच्या बाहेर आहे. रोजच्या जीवनात कृत्रिम बुद्धिमत्ता अधिकाधिक वापरली जाऊ लागली आहे, हेही सामान्यजनांच्या लक्षात कितपत येते, याबद्दल शंका आहे. घरातील प्रत्येक उपकरणामध्ये ही कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरली जाऊ लागली आहे. नजरेच्या इशाऱ्याने काम करणारे दिवे किंवा पंखे, घर स्वच्छ करणारा यंत्रमानव रामागडी आणि रेफ्रिजरेटरमधील अन्नाचे बारकाईने निरीक्षण करणाऱ्या अतिसंवेदनाशील प्रणाली, या त्याच्या दृष्टीने उपयुक्तच आहेत. धुलाईयंत्राला कोणत्या प्रकारचे कपडे धुवायचे आहेत, त्यासाठी किती साबण वापरायचा आहे, किती पाणी वापरायचे आहे, हे समजले तर त्याच्या दृष्टीने समस्या सुटण्यासाठी मदतच होणार आहे. बँकिंग क्षेत्रात घरबसल्या सारे व्यवहार करता आले आणि आपल्या पैशाची व्यवस्थित सोय लावता आली, तर त्यापेक्षा त्याला अधिक काय हवे आहे? परंतु गोष्टी इतक्यापुरत्याच मर्यादित राहणार नाहीत. एक वेळ अशी येईल की कृत्रिम बुद्धिमत्ताप्रणाली हिंदी चित्रपटांमधील खलनायकाप्रमाणे आपल्या जीवनाचा ताबा घेतील आणि माणूस म्हणून जसे आपण जगायला पाहिजे तसं कदाचित जगता येणार नाही. एखाद्या युद्धात शत्रू दिसत असतो, त्या शत्रूवर मात करण्यासाठी विविध उपाययोजना करता येतात, एकदा का शत्रूचा नाश झाला की आपण सुरक्षित असतो. परंतु कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या या युगात कृत्रिम बुद्धिमत्ता हाच शत्रू झाला तर कठीण परिस्थिती उद्भवणार आहे. युडकोव्स्की यांनी हा मुद्दा स्पष्ट करण्यासाठी एक उदाहरण दिले आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या आधारावर विविध समस्या सोडवणाऱ्या शक्तिशाली यंत्रमानवाची निर्मिती झाली आणि त्या यंत्रमानवाला सांगितले की, पर्यावरणात होणारे बदल आणि जागतिक तापमानवाढ रोखायची आहे, त्यासाठी उपाययोजना करावी लागेल. या समस्येवर हा यंत्रमानव विचार करून या जागतिक तापमानवाढीसाठी माणूस जबाबदार आहे असा निष्कर्ष त्याने काढला, तर जागतिक तापमानवाढ रोखण्यासाठी मानवाला नष्ट करणे जरुरीचे आहे, हे समस्येचे समाधान आहे, असे म्हणून सर्व माणसांना तो मारून टाकण्याची शक्यता नाकारता येत नाही! या परिस्थितीवर मात करण्यासाठी समृद्ध मानवी संस्कारांवर आधारित आणि निसर्गाशी संवाद साधणारी जीवनशैली स्वीकारून जगण्याची आवश्यकता आहे. अन्यथा मानवजातीचा नाश अटळ आहे.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

'विज्ञानधारा' दिवाळी अंक लेखनस्पर्धा

'विज्ञानधारा'चा ऑक्टोबर-नोव्हेंबरचा अंक हा दीपावली विशेषांक म्हणून प्रसिद्ध होणार आहे. या विशेषांकासाठी शालेय विद्यार्थ्यांकरता निबंधस्पर्धा जाहीर करण्यास आम्हाला आनंद होत आहे.
ही स्पर्धा ७ वी ते १२ वीच्या विद्यार्थ्यांसाठी दोन गटांमध्ये घेण्यात येईल.

पहिला गट – ७ वी ते ९ वी
विषय – १० वर्षांनंतर मानवाचे जीवन कसे असेल? शब्दमर्यादा ३००

दुसरा गट – १० वी ते १२ वी
विषय – कृत्रिम बुद्धिमत्ता मानवासाठी शाप की वरदान? शब्दमर्यादा ६००

गेल्या चार-पाच दशकांमध्ये विज्ञानाच्या प्रगतीचा वेग स्तिमित करणारा आहे.
आता तर कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या क्षेत्रात विलक्षण वेगाने प्रगती होत आहे.
उद्याचे जग कसे असेल हे कुतूहल वाढत चालले आहे.
ही प्रगती लक्षात घेऊनच निबंधलेखनाचे विषय निवडले आहेत.

निबंध पाठवण्याची अंतिम तारीख २५ सप्टेंबर २०२३
diwnibandh@gmail.com या इमेलवरच युनिकोडमध्ये टाइप करून निबंध पाठवावेत.

विज्ञान आणि कारागीर

डॉ. जयंत वसंत जोशी

पूर्वी ग्रामीण भागात श्रमविभाजनाला अनुसरून, समाजातील वेगवेळ्या घटकांकडून बनवल्या जाणाऱ्या वस्तूंचे, दिल्या जाणाऱ्या सेवांचे व त्यातून अन्नधान्यांचे वितरण आणि विनिमय होणाऱ्या पद्धतीला बलुतेदार-अलुतेदार पद्धत असे म्हणत. मुख्यतः अन्नधान्याचे उत्पादन करणारा शेतकरी हा यजमान, तर बाकीचे सर्व कामिक ठरत. बलुतेदार-अलुतेदारांचे त्यांच्या यजमानांशी वंशपरंपरागत सलोख्याचे व विश्वासाचे संबंध असत. त्यामुळे यजमानांना वस्तू, सेवा तसेच कामाकरता कायम व खात्रीने मनुष्यबळ मिळण्याची हमी असे. या बलुतेदार-अलुतेदारांच्या वस्तूंचा किंवा सेवेचा मोबदला प्रामुख्याने शेतीच्या हंगामाच्या वेळी धान्याच्या ठरावीक प्रमाणाच्या स्वरूपात दिला जात असे. भारत हा शेतीप्रधान देश आहे, भारतातील बहुसंख्य लोक शेतीवर आपला चरितार्थ चालवतात अशा आशयाची वाक्ये आपण बहुतेक सर्वच जण बालपणापासून ऐकत आलेलो आहे. १५-२० वर्षांपूर्वी ते योग्यही होते.

आज जागतिकीकरण, शहरीकरण यांच्या वाढलेल्या प्रभावामुळे मोठ्या प्रमाणावर ही परिस्थिती झपाट्याने बदलेली आहे. त्यामुळे ही बलुतेदार-अलुतेदार पद्धतीही कालबाह्य होण्याच्या मार्गावर आहे. यातून होणारे सर्वात मोठे नुकसान किंबहुना धोका म्हणजे आपले हे परंपरेने चालत आलेले पारंपरिक कौशल्य, ज्ञान लुप्त होणार आहे. याचबरोबर त्या वस्तू व सेवांची गरज बदललेल्या परिस्थितीत बदलत्या स्वरूपातही आवश्यक आहे. त्यात आता नवीन वस्तू व सेवांची भर पडली आहे. विद्युतसाधनांची दुरुस्ती, संगणक व त्यासंबंधीच्या साधनांची दुरुस्ती, भ्रमणध्वनी संचदुरुस्ती, छायाचित्रण, चित्रीकरण, धान्य दळून देणे, वीज व इंधन यांचा पुरवठा, आंतरजाल सेवा अशा अनेक नवनवीन सेवा सुरू झाल्या आहेत व त्यात पुढे भर पडत जाणार आहे. तसेच, काही सेवा कालबाह्य होणार आहेत. उदाहरणार्थ, रेडिओदुरुस्ती, घड्याळदुरुस्ती यासारख्या सेवांची आता फारशी आवश्यकता जाणवत नाही. किंवा त्यांचे स्वरूप बदललत आहे. परीट (धोबी), गुरव, कल्हईवाला या सारख्या पारंपरिक सेवा देणाऱ्यांच्या सेवेतही बदल झाला आहे. एक महत्त्वाचा सामाजिक बदल म्हणजे बलुतेदार-अलुतेदार यांची कामे आता समाजातील कोणताही घटक करू शकतो. जसजसे विज्ञान व तंत्रज्ञान विकसित होत गेले तसतशी या बलुतेदार-अलुतेदार त्यांच्या पारंपारीक निर्मितीत किंवा सेवेत जी साधने, उपकरणे व हत्यारे वापरतात, ज्या पद्धती वापरतात, त्यातही बदल होत गेला. ही साधने, उपकरणे व हत्यारे वापरताना त्यात ते प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्षपणे विज्ञान व त्यावर आधारित तंत्रज्ञानाचाच वापर करत. बऱ्याचदा तो अजाणतेपणाने केला जात असे व आजही ते तसेच होत आहे.

तसे बघितले तर सोनार, लोहार, ओतारी हे सर्व धातुकामच करतात, परंतु ते ज्या धातूंवर काम करतात ते धातू वेगवेगळे असतात. ते जी साधने, उपकरणे व हत्यारे वापरतात, काम करताना ज्या पद्धती वापरतात त्या वेगवेगळ्या असतात. सोनार बांधव काम करताना छोटी हातोडी वापरतात. सुतार बांधव हातोडी वापरतात तर लोहार मोठा हातोडा किंवा घण वापरतात. धातूंवर काम करताना ते गरम करतात. त्या-त्या धातूनुसार त्याला गरम करण्याच्या / त्याचे तापमान वाढवण्याच्या पद्धती व उपकरणे वेगवेगळी असतात. यामागे वैज्ञानिक कारणं आहेत. ते ज्या पदार्थांवर / धातूंवर काम करतात त्यांचे भौतिक गुणधर्म, कठीणपणा, आकार इत्यादीनुसार साधने, उपकरणे व हत्यारे बदलतात. मौल्यवान धातूची शुद्धता तपासण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती होत्या; त्यात भर पडून काही नव्या पद्धती आल्या. वजनाने हलके तरीही कठीण असे मिश्रधातू आले. त्यांना जोडण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती आल्या. दागदागिने स्वच्छ करण्याच्या विज्ञानाधारित नवीन पद्धती आल्या. लोखंडासारख्या गंजणाऱ्या धातूच्या

गंजण्याचा वेग कमी करणारी, गंजणे थांबवणारी नवी तंत्रे आली. मौल्यवान धातूंचे अधिक अचूक वजन करण्यासाठी नवीन यंत्रे आली.

सुतार, सोनार, मूर्तिकार आणि लोखंडाचे जोडकाम करणारे (वेल्डर) हे साधारणतः विशिष्ट प्रमाणात, आकारात लाकूड, दगड किंवा सोने, चांदी, लोखंड कापतात. म्हणजेच अनावश्यक भाग काढतात. कधी तो कापून काढतात, कधी तो कोरून काढतात तर कधी छिद्र करून काढतात. योग्य प्रमाणात, योग्य प्रकारे तसेच प्रमाणबद्धता राखून हे करावे लागते. आवश्यक असल्यास गरजेप्रमाणे हवा त्या आकारात, त्याच पदार्थाचा किंवा अन्य पदार्थाचे भाग जोडावे लागतात. परंतु ही सर्व मंडळी यासाठी वापरत असलेली साधने, उपकरणे, हत्यारे व पद्धती वेगवेगळ्या आहेत. त्याही नवनवीन तंत्रज्ञानामुळे बदलल्या आहेत. अगदी २०-२५ वर्षांपूर्वी ज्या पद्धतीने लाकूड काम केले जायचे ती पद्धती व त्यासाठी लागणारी साधने आता बदलली आहेत. लाकडाला पर्याय म्हणून हलक्या वजनाचे, कारागीरी करण्यास व स्वच्छ करण्यासाठी सोपे असे काही कृत्रिम पदार्थ उपलब्ध झाले आहेत. नवीन साधने, उपकरणे, हत्यारे व पद्धतींमुळे या कामांत अधिक अचूकता आली आहे. काम करण्याची गती वाढली आहे. तसेच, शारीरिक श्रम कमी कसे होतील याचेही भान यात राखले गेले आहे.

सुतार घराच्या दारे खिडक्यांपासून शेतीची अवजारे, देव्हारे, पलंग, पाळणे, लाकडी खेळणी, काठवड, पोळपाट-लाटणे, पाट, रवी, धोपटणे यासारखी घरकामातील साधने तयार करीत. हे तयार करीत असतांना कोणत्या वस्तूसाठी कोणते लाकूड वापरावे, त्याचा टिकाऊपणा वाढवण्यासाठी, चकाकी येण्यासाठी त्याला कसला मुलामा द्यावा, नैसर्गिक रंग कसे तयार करावे. कोरडे हवामान असलेल्या प्रदेशात, दमट हवामान असलेल्या प्रदेशात वातावरणातील घटकांनुसार कोणत्या प्रक्रिया कराव्या या पारंपरिक ज्ञानात मोठ्या प्रमाणावर विज्ञान आहे. सुतारकामासाठी लागणारी बहुतेक हत्यारे स्थानिक पातळीवर, स्थानिक उपलब्ध सामग्रीतून गरजेनुसार बनवलेली असायची व ती मानवी स्नायुशक्तीवर चालणारी असत. उदाहरणार्थ, लाकडाला छिद्र पाडण्यासाठीचा शार, किंवा कातकाम करण्यासाठी कातारी वापरतात ते यंत्र. यात विज्ञानाबरोबरच तंत्रज्ञानाचाही भाग आहे.

तांब्या-पितळेची भांडी ॲल्युमिनियम, स्टेनलेस स्टीलच्या भांड्याच्या तुलनेत अधिक जड असतात. तांब्या-पितळेची भांडी स्वच्छ करण्यासाठी अधिक परिश्रम घ्यावे लागतात हे गुण बघून बहुतेक लोक तांब्या-पितळेची भांडी न वापरता नवनवीन मिश्रधातूंची भांडी वापरू लागले. परंतु मिश्रधातूंच्या काही भांड्यांच्या वापरातून आरोग्यविषयक समस्या निर्माण होतात असे लक्षात आल्यावर लोक पुन्हा तांब्या-पितळेच्या भांड्यांकडे लोक वळू लागले आहेत. स्वयंपाकाच्या तांब्या-पितळेच्या भांड्यांसाठी अनिवार्य बाब म्हणजे कल्हई. ही कल्हई का करतात? कशी करतात? त्यासाठी काय वापरतात? कोणती प्रक्रिया करतात? हे सर्व विज्ञानाशी संबंधितच आहे.

पूर्वी घर बांधायचे म्हटले की तळमजला व फार तर पहिला मजला असे. एकत्र, मोठे कुटुंब असले तरी घराची जमिनीवरची जागा व व्याप्ती वाढत असे, मजले मात्र फारसे वाढत नसत. यजमान फार श्रीमंत असला तरी घर जास्तीत जास्त तीन किंवा चार मजली असायचे. वाढते शहरीकरण, जमिनींच्या वाढत्या किमती यामुळे जागांची टंचाई निर्माण होऊ लागली आणि इमारतींची उंचीही अधिकाधिक वाढू लागली. अगदी गगनचुंबी इमारती निर्माण होऊ लागल्या. इमारतींच्या वाढत्या उंचीबरोबर बांधकामाची तंत्र, साधनसामग्री हेसुद्धा बदलत गेले. चिखल, मातीचा रद्दा, भेंडे जाऊन तेथे सिमेंट, विटा आल्या. विटांचेही मातीच्या, सिमेंटच्या, कमी वजनाच्या असे अनेक प्रकार आले. सिमेंटचे कमी वेळात स्थिर होणारे प्रकार आले आणि हे केवळ आणि केवळ विज्ञान व त्यावर आधारित तंत्रज्ञानामुळेच शक्य झाले.

तंत्रज्ञानाच्या विकासात चाकाचा शोध हा एक फार महत्त्वाचा टप्पा समजला जातो. तितकाच महत्त्वाचा टप्पा म्हणजे विजेचा शोध. सुरुवातीच्या काळात वीज मुख्यतः विजेवर चालणारे दिवे लावण्यासाठी वापरली जात असे. जसजसे नवीन शोध लागत गेले, विजेचे चुंबकीय व औष्णिक परिणाम वैज्ञानिकांच्या लक्षात आले तसतशी नवनवीन तंत्रज्ञाने विकसित होत गेली. पदार्थ थंड किंवा गरम करण्यासाठी, मानवी किंवा पशुशक्ती न वापरता वेगवेगळ्या हालचाली घडवून आणण्यासाठी विजेचा वापर होऊ लागला. चक्राकार गतीतून आवश्यकते प्रमाणे एक रेषीय, पुन्हा पुन्हा होणारी नियंत्रित हालचाल घडवून आणण्याची तंत्रे विकसित झाली. त्यातून विजेवर चालणारी हातोडी, रंधा, फुंकणी, छिद्रे पाडण्याची यंत्रे अशी विविध यंत्रे विकसित झाले. आवश्यकतेप्रमाणे नवी यंत्रे येत आहेत. आता जवळजवळ सर्वच क्षेत्रातील कारागीर विजेवर चालणारी साधने त्यांच्या कामासाठी कुठे न कुठे वापरतात. महिलांच्या प्रसूतीपूर्व तपासण्या, बाळ जन्माला आल्यानंतर इनक्युबेटर नावाच्या पेटीत ठेवतात त्यापासून अंतिम श्वास घेतल्यानंतर विद्युतदाहिनीपर्यंत विविध क्रियांना विजेने मानवी जीवनाला पूर्णपणे व्यापलेले आहे. या सर्व विजेवर चालणाऱ्या साधनांची निगा राखणे, त्यात निर्माण होणारे दोष शोधणे, त्यांची दुरुस्ती करून हेसुद्धा एक नवीन सेवाक्षेत्र तांत्रिक ज्ञान असलेल्या कारागिरांना खुले झाले आहे. या सर्व बाबी करताना ते विज्ञानच वापरत असतात.

अन्न शिजवून खाल्ले तर पचनास सुलभ होते.

या निष्कर्षाप्रत आल्यावर अन्न शिजवण्यासाठी अग्नीचा नियंत्रित वापर सुरू झाला. त्यातून शेकोटी, तीन दगडांची चूल, वेगवेगळ्या इंधनावर चालणाऱ्या वेगवेगळ्या चुली म्हणजेच स्टोव्ह असे नवनवे प्रकार गरजेनुसार व उपलब्ध साधनसामग्रीनुसार विकसित होत गेले. इंधनवायू आता बऱ्याच ग्रामीण भागातही पोहोचला आहे. शेतीतील टाकाऊ पदार्थ, विघटनशील पदार्थ यापासून स्थानिक पातळीवर ज्वलनशील वायुनिर्मिती करून त्याचा उपयोग लोक स्वयंपाक व इतर कामांसाठी करू लागले. या सर्वांची निर्मिती करणे, जुळवाजुळव करणे, त्यांची नियमित डागडुजी, देखभाल व दुरुस्ती हे सर्व स्वतंत्र व्यवसाय म्हणून पुढे आले आहेत. यातून रोजगाराच्या नव्या संधी उपलब्ध होत आहेत. त्यासाठी आवश्यक असलेले ज्ञान व कुशल मनुष्यबळ पुरेशा प्रमाणावर उपलब्ध होणे आवश्यक आहे. या सर्वात विज्ञानाचेच वेगवेगळे आविष्कार आहेत.

पारंपरिक बाजूने विचार केला तर नाभिकाचे काम केस कापणे व दाढी करणे इतकेच मर्यादित होते. परंतु ह्या कामाला आता कितीतरी नवीन आयाम आले आहेत. पुरुषांबरोबरच महिलांसाठीही हे क्षेत्र खुले झाल्याने सौंदर्यप्रसाधनकेंद्रे मोठ्या प्रमाणात सुरू झाली आहेत. त्यात वापरले जाणारी सौंदर्यप्रसाधने, केसांच्या कृत्रिम रंगांच्या विविध छटा असलेल्या कलपांपासून परिसराचे तापमान, प्रकाशाची तीव्रता यानुसार रंग बदलणाऱ्या नखांना लावण्याच्या लेपापर्यंत विविध साहित्य, सामग्री, साधने यात विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा मोठा वाटा आहे.

आपण वापरत असलेले पायताण तसा फारसा दखल न घेतला जाणारा विषय. पूर्वी मेलेल्या जनावराचे कातडे वापरून, त्यावर काही प्रक्रिया करून कातडे कमावले जायचे. हे कातडे कमावणे हीसुद्धा एक विज्ञानावर आधारित प्रक्रिया आहे. त्यातून त्या चामड्यात मुलायमपणा, लवचीकता, टिकाऊपणा यासारखे अपेक्षित गुण विकसित केले जातात. आता वेगवेगळ्या प्रकारच्या चप्पल, सॅन्डल, बूट यासाठी वापरले जाणारे कृत्रिम चामडे, त्याच्या निर्मितीच्या पद्धती, त्याला विविध आकर्षक रंग देण्यासाठी, ते शिवण्यासाठी, कापण्यासाठी, चिकटवण्यासाठी, त्याची चमक टिकवून ठेवण्यासाठी विविध सामग्री व पद्धतींचा वापर केला जातो. त्या पारंपरिक व आधुनिक सामग्री आणि पद्धतींमध्ये विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाची मोठा वाटा आहे.

वल्कले गुंडाळून लज्जारक्षणार्थ सुरू झालेला वस्त्र-परिधानाचा प्रवास आज कुठे पोहोचला आहे? कृत्रिम तंतूंपासून बनवलेले, ताणले जाणारे रंगीबेरंगी वस्त्र, तापमानाला अनुकूल, तापमान, प्रकाशाची तीव्रता यानुसार रंग बदलणारे कपडे, धुण्यास सोपे, त्याला लागणारे कापड रंगवण्याच्या पद्धती, आकारात कापण्याच्या, शिवण्याच्या पद्धती, त्यासाठी वापरले जाणारे दोरे, वेगवेगळी यंत्रे हा सर्व विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचाच आविष्कार आहे. परंपरागत धोबी / परीट कपडे धुणे व त्यास इस्त्री करणे हे काम करत. परंतु कपड्यांचे वेगवेगळे प्रकार आल्याने त्यांचे धुण्याचेदेखील नवनवीन प्रकार आले. त्यासाठी लागणारी वेगवेगळी सामग्री आली. इस्त्री करण्याच्या साधनांत आमूलाग्र बदल झाला. ही सर्व विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचीच किमया आहे.

रांजण, माठ, मडके, पणत्या, घराची कौले, विटा इत्यादी मातीचे साहित्य बनवणारा कुंभार या सर्वांना आकार कसा देतो? माती कोणती वापरतो? त्यावर काय प्रक्रिया करतो? भाजतो कसा? का भाजतो? किती तापमानाला भाजतो? कच्चे मडके पक्के कसे करतात? ते पक्के होण्यासाठी किती तापमानापर्यंत तापवतात? त्या तापमानाला किती वेळ राहू द्यायचे? तापवण्याचा दर, थंड करण्याचा दर याचा या गुणधर्मांवर काय-काय परिणाम होतो? काही माठ काळे असतात तर काही माठ तपकिरी असतात, असे का? त्याला रंग कसा दिला जातो? माठातलेच पाणी थंड होते, धातूच्या भांड्यातील पाणी थंड होत नाही. असे का होते? या सर्वांचे एक शास्त्र आहे. म्हणजेच विज्ञान आहे.

वनस्पतीच्या वेगवेगळ्या भागांवर प्रक्रिया करून त्याचे तंतू निर्माण करत व त्यातून शेतीसाठी लागणारे दोर व अन्य वस्तूंची निर्मिती केली जात असे. घायपत नावाच्या वनस्पतीपासून जनावरांना बांधण्यासाठी, शेतीच्या अन्य कामांसाठी लागणारे दोर तयार केले जात. बांबूपासून वेगवेगळ्या प्रकारच्या व आकाराच्या टोपल्या तयार करणे, झाडण्यासाठी शिराई तयार करणे या प्रकारची कामे करणारा बुरूड समाज होता. यात त्यांच्या पिढ्यांमध्ये संक्रमित झालेले अनुभवसिद्ध ज्ञान आहे जे विज्ञानाच्या कसोटीवर आपण समजावून घेऊ शकतो.

ग्रामीण भागात कुरमुरे, चणे, फुटाणे यासारखे पदार्थ तयार करून देणारा भुजारी नावाचा एक समाज महाराष्ट्रात आहे. तसेच विविध प्रकारचे लाडू, बर्फी, जिलेबी, श्रीखंड यासारखे पक्वान्न तयार करून देणारा हलवाई समाजही आहे. हे सर्व पदार्थ तयार करण्याच्या ज्या पारंपरिक व अधुनिक पद्धती व प्रक्रिया आहेत त्या प्रक्रिया अन्नप्रक्रियाशास्त्र व तंत्रज्ञान या दृष्टीने समजावून घेता येतील.

काही कामांमध्ये एकापेक्षा अधिक क्षेत्रांतील कारागीर एकत्र येऊन परस्परांतील समन्वयाने काम करणे आवश्यक असे. उदाहरणार्थ घर बांधताना सुतार, गवंडी, दगडफोडे एकत्रितपणे समन्वयाने काम करत. शेतीची साधने तयार करताना लोहार, सुतार व चांभार एकत्रितपणे काम करत. त्यातून विचारांची, ज्ञानाची देवाण-घेवाण होऊन गरजेप्रमाणे नवीन साहित्याची निर्मिती होत असे. जसे- शेतीसाठी विहिरीतून मोठ्या प्रमाणात पाणी उपसण्यासाठी मोट नावाचे एक मोठ्या पिशवीसारखे चाम

ड्याचे साधन असे. ते लोखंडी किंवा लाकडी कप्पी व विशिष्ट प्रकारे बांधलेल्या दोरांच्या साहाय्याने विहिरीत सोडले जात असे व त्याच्या आकारानुसार दोन किंवा त्यापेक्षा अधिक बैल, रेडे यासारख्या पशूंच्या जोड्या वापरून ती मोट वर ओढली जात असे. विहिरीत पाण्यात गेल्यानंतर व वर आल्यानंतर ती चामडी पिशवी उघडली जाईल व पुन्हा बंद होईल अशी रचना त्यात केलेली असे. यात सुतार, चांभार, लोहार यांचे पारंपरिक प्रत्यक्ष व्यवहातून मिळवलेले ज्ञान असे, तसेच विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या अनेक संकल्पना मोठ्या खुबीने वापरलेल्या असत. सुतारकामासाठी लागणारी बरीच लोखंडी हत्यारे लोहार बनवून देत असे. लोहारकामात लोखंड गरम करण्यासाठी कोळशाची भट्टी असते. कोळसे अधिक प्रज्वलित व्हावेत यासाठी त्याला वारा घालण्याची यंत्रणा असते. त्यासाठी भाता नावाची जनावराच्या कातडीची एक पिशवी असते. ती पिशवी गरजेप्रमाणे तयार करून देण्याचे काम चांभार बांधव करत. सुतार त्यास आवश्यक लाकडी चौकट व बांबू वापरून यंत्रणा तयार करून एक दोरी ओढून त्या चामड्याच्या पिशवीची आवश्यकतेप्रमाणे उघडझाप होईल अशी यंत्रणा उभी करून देत.

आज बागकाम हा वैयक्तिक जोपासण्याचा छंद असला तरी पूर्वापार राजेरजवाडे व श्रीमंत लोकांच्या बागा त्यांच्याकडे असलेले माळी सांभाळत. आता कालपरत्वे त्याचे स्वरूप थोडे बदलले आहे. खाजगी बागांबरोबरच सार्वजनिक बागा निर्माण झाल्या आहेत. त्या बागांमध्ये विविध प्रकारची फळझाडे, फुलझाडे व वेली असत. या सर्वांचे संगोपन करणे, कोणत्या ऋतूत काय करावे? कोणती मशागत करावी? कोणती खते द्यावीत? कोणत्या किडीवर / रोगावर कोणता उपचार करावा? कोणत्या बिया कशा रुजवाव्या? कलम कसे करावे? या सगळ्यात विज्ञानाची फार मोठी भूमिका आहे.

सायकल, मोटारसायकल किंवा चार चाकी वाहनाचे चाक पंक्चर झाले की दुरुस्त करायला नेले जाते. चारचाकी गाडी असल्यास चाक काढावे लागते. चाकाच्या टायरला नेमका काटा, खिळा किवा एखादी टोकदार वस्तू कुठे टोचली आहे हे शोधण्याच्या काही पद्धती आहेत. ते शोधून काढल्यानंतर पूर्वी त्या जागेवर ठिगळ लावले जायचे. आता ठिगळ न लावता वेळ व श्रम वाचवणाऱ्या नवीन पद्धती विकसित केल्या गेल्या आहेत. परिणामी वाहनाची कार्यक्षमता वाढावी, गाडी सरळ चालावी यासाठा चाकाचे अक्षाभोवती असणारे वस्तुमानाचे वितरण सारखे असावे, सर्व चाकांचे संतुलन तपासण्यासाठी काही पद्धती वापरल्या जात. चाक काढण्यापासून पंक्चर काढण्यापर्यंत ज्या काही पद्धती वापरल्या जात, काळानुरूप त्या जुन्या पद्धती जाऊन नवीन वेगवेगळ्या पद्धती आल्या. त्यातून श्रम व खर्च तर वाचतोच, त्याहून महत्त्वाचा किमती मनुष्यबळाचा वेळही वाचतो. जुन्या आणि नव्याने विकसित झालेल्या या पद्धती व तंत्रांमध्ये विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा मोठा वाटा आहे. दुरुस्ती करणारे सर्वच तंत्रज्ञ या विज्ञानाधारित तंत्रांचा नियमित मोठ्या प्रमाणावर वापर करतात. मग दुरुस्ती करणारा तंत्रज्ञ शिक्षित असो वा अशिक्षित, तंत्र मात्र अगदी बरोबर वापरतो.

डोळ्यांचे डॉक्टर डोळे तपासून दृष्टिदोष असल्यास चष्म्याचा नंबर काढून देतात. त्यानंतर चष्मा तयार करणारा कारागीर डॉक्टरांनी सुचवलेल्या नंबरचा चष्मा कसा तयार करतो? चष्म्याचा नंबर म्हणजे काय असते? त्या नंबरची काच कशी मिळते? पाहिजे त्या आकारात काच कशी कापतो? ती काच फ्रेममध्ये कशी बसवतात? फ्रेम नसलेला चष्मा तयार करण्यासाठी काचेला छिद्र कसे पाडतात?

दात पडल्यानंतर किंवा काढल्यानंतर नवीन कृत्रिम दात तयार बसवतात. तो कशाचा तयार करतात? कसा तयार करतात? त्याचे मोजमाप कसे घेतात? योग्य जागी बसवतात कसा? अनेक बाबतींत असे आपल्याला अनेक प्रश्न पडतात.

कालमानानुसार कारागीरांच्या वस्तूंच्या निर्मितीसाठीची व सेवेची साधने बदलली, पद्धती बदलल्या. या सर्व पारंपरिक व आधुनिक ज्ञानातील विज्ञान व त्याचे विज्ञानातील प्रगतीमुळे बदललेले, सातत्याने बदलत असणारे स्वरूप आपण या लेखमालेत जाणून घेऊया.

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

“ रिचर्ड फेनमॅन हे विसाव्या शतकातील भरपूर काम करणाऱ्या आणि प्रसिद्ध भौतिकशास्त्रज्ञांपैकी एक होते. अणुबॉम्ब तयार करण्याच्या अमेरिकेच्या सर्वोच्च गुप्त मॅनहॅटन प्रकल्पात त्यांचा सहभाग होता. सहसा शास्त्रज्ञ अतिशय गंभीर प्रवृत्तीचे असतात, पण हा भौतिकशास्त्रज्ञ मात्र विनोदी आणि खोडकरही होता! लॉस अलामोस येथे मॅनहॅटन प्रकल्पात कंटाळा आला की ते आपला फावला वेळ कुलूप उघडण्यात आणि तिजोऱ्या क्रॅक करण्यात खर्च करत! त्यांना हे दाखवायचे असे, की कोणतीही सुरक्षित प्रणाली किती सहजतेने क्रॅक होऊ शकते! क्वांटम इलेक्ट्रोडायनामिक्सच्या सिद्धांतासाठी नोबेल पारितोषिक विजेता ठरलेला हा शास्त्रज्ञ लास वेगासच्या क्लबमधील मुलींसोबत नाच करत असे! मायन या प्राचीन भाषेतील तो तज्ज्ञ बनला होता आणि तुवान गाणे शिकला होता. रबर ओ-रिंग्समुळे चॅलेंजर स्पेसक्राफ्टचा स्फोट कसा झाला ह्याचाही खुलासा त्यांनी सन १९८६मध्ये केला होता! ”

फास्ट फॅशनचा भस्मासूर - अपाय आणि उपाय

डॉ. वर्षा केळकर-माने

नुकत्याच पार पडलेल्या फ्रान्समधील कान्स उत्सवातल्या सिनेतारकांच्या वेषभूषेने आपले लक्ष वेधून घेतेले होते. समाजमाध्यमांवर तर त्या विषयावर विश्लेषण, टीका, कौतुक अशा विविध प्रतिक्रियांचा पाऊस पडत होता. अशा ट्रेंड्स ना बळी पडून किंवा त्यापासून प्रेरणा घेऊन असे म्हणू, आपल्याला सुद्धा सामाजिक माध्यमांवर वरचेवर छान छान फोटो टाकावेसे वाटतात! त्यासाठी मग आकर्षक नवनवीन कपड्यांची गरज असते आणि ती भागवायला स्मार्ट फोन असतो. स्मार्ट फोनने तर हे सर्व अगदी एक क्लिक वर शक्य केले आहे. फॅशन ही एक चैन राहिली नसून गरज झाली आहे. कापडाच्या मिल ते मॉल संस्कृतीने दिवाळी किंवा सणावारांना होणाऱ्या खरेदीच्या प्रथेला आठवडी खरेदीचा रतीबच बनवला आहे!

घरबसल्या ऑनलाइन खरेदीने तर उच्छाद मांडला आहे. कुठेही बसून खरेदी करा! वस्तू आवडली नाही तर परत करा! फास्ट फॅशनच्या युगात आपले स्वागत आहे. फास्ट फॅशन म्हणजे स्वस्त फॅशन ट्रेंडचा झटपट वापर आणि त्या अनुषंगाने तशाच सुमार गुणवत्तेचे उत्पादन. हे दुष्टचक्र सध्या अव्याहत चालू आहे

अनेक वर्षांपूर्वी म्हणजे साधारण १९३४च्या आसपास अमेरिकन मानसशास्त्रज्ञ अब्राहम मॅस्लो यांनी मूलभूत गरजांच्या यादीमध्ये अन्न आणि निवारा यासोबत वस्त्रांचा समावेश केला होता. आपली प्रकृती किंवा आरोग्यदेखील आपल्या कपड्यांवर अवलंबून असू असते. अती थंड हवामानात किंवा आपण एखाद्या धोकादायक व्यवसायात (अग्निशामकदल, रासायनिक कारखाने) असल्यास त्यासाठी बनवलेले विशिष्ट कपडे आपल्याला संरक्षण देतात.

आपल्या कपड्यांचा, आपल्या राहणीमानात आणि एकूण सामाजिक जीवनात महत्त्वाचा वाटा असतो. कपड्यांमुळे आपल्याला अधिक सुंदर आणि प्रभावी पद्धतीने स्वतःला सादर करता येते. आपल्या कपड्यांच्या शैलीमुळे स्वतःची एक आगळीवेगळी प्रतिमा निर्माण करता येते. एक नूर आदमी दस नूर कपडा ही म्हणे आपल्या सर्वांना परिचित आहेच. कपड्यांचीही आवड फार पुरातन काळापासून चालत आलेली आहे. त्याचबरोबर सध्या प्रचलित असलेल्या फास्ट फॅशनचे परिणाम आणि विशेष करून दुष्परिणाम जाणून घेणे आवश्यक आहे. खरेदीसाठी घरून कापडी पिशवी, वाहन भागीदारी अशी पर्यावरणपूरक जोड आवश्यक आहेच, त्याचबरोबर खरेदीच्या आवश्यकतेचाही गंभीरपणे विचार करण्याची सवय लावून घ्यावी लागेल.. बऱ्याच वेळा मित्रपरिवारातील उथळ चर्चेच्या प्रभावामुळे आपण पटकन खरेदी करण्यास उद्युक्त होतो! ऑनलाइन खरेदीत आपण करत असलेल्या शोधकार्यात किती कार्बन उत्सर्जन होते, ह्याची आपल्याला कल्पनापण नसते. आपल्याला कोणी सांगितले की फास्ट फॅशनच्या आहारी गेल्यामुळे मूलभूत मानवी हक्कांचा भंग होऊ शकतो असे समजले, तर आपली कोणती प्रतिक्रिया असेल?

२४ एप्रिल २०१३ रोजी बांगलादेशमध्ये ढाक्याच्या जवळ असलेली राणा प्लाझा ही आठ माजली इमारत पडून ११०० लोक मृत्युमुखी पडले होते आणि अनेक लोक जखमी झाले होते. ह्या इमारतीत युरोप आणि उत्तर अमेरिकेच्या नावाजलेल्या फॅशन कंपन्यांचे कपडे बनवण्याचे ५ मोठे कारखाने होते. फास्ट फॅशनचे वेडच असल्या अतिरेकास कारणीभूत होते. ह्या घटनेनंतर फॅशनच्या दुनियेत एक मानवीय भावना असणे किती गरजेचे आहे, ह्याची चर्चा जगभर सुरू झाली आणि फास्ट फॅशनची गती थोडी मंदावली!

आमच्या लहानपणी सणवारांना, लग्नसमारंभांना आणि क्वचित वाढदिवसाला नवीन कपडे मिळायचे. चादर जुनी झाली की त्याचीच फडकी पायपुसणी बनायची. आजी जुन्या साड्यांची गोधडी शिवायची, छोट्या बाळांना दुपटी ह्यातूनच बनायची. आमच्या पणजीच्या वेळेस तर दोन-तीनच चांगल्या साड्या असायच्या, त्यातलाच शालू सुनेला मिळायचा. काटकसर आणि पुनर्वापर हे वेगळे शिकवावे

लागत नसे. ह्याला प्रथा म्हणा की साधी राहणी म्हणा, त्यामुळे आता असलेले अनेक प्रश्न त्यावेळी नव्हतेच. एका प्रख्यात मानसशास्त्रज्ञाच्या मतानुसार फॅशन हा मुख्य प्रश्न नसून आपला दृष्टिकोन ही सगळ्यात मोठी समस्या आहे.

भारतामध्ये कापडउद्योगाचा इतिहास खूप जुना आणि मोठा आहे. सिंधू संस्कृतीत वस्त्रांची फॅशन सुरू झाली होती असे म्हणायला काहीच हरकत नाही. काही पारंपरिक भारतीय कपड्यांच्या नोंदी इसवी सन पूर्व ३३०० ते १३०० पर्यंत सिंधू खोऱ्यातील काळात सापडल्या आहेत. साडीसारखे वस्त्र गुंडाळण्याची पहिली नोंद मौर्य साम्राज्यात (इसवी सन पूर्व ३२२ – १८७) आढळते. पाश्चात्त्य फॅशन उद्योगाने सुरुवातीची पावले उचलण्यापूर्वीच भारतीय वस्त्रोद्योग भरभराटीला आला होता. भारतात रेशीम आणि कापसाची निर्यात युरोपीयन लोकांच्या आक्रमणाच्या बऱ्याच आधीपासून सुरू झाली होती. रेशीम हे त्याचा तलम पोत आणि भरजरीपणा यामुळे लोकप्रिय होते. राजघराण्यांमध्ये ते ह्यामुळेच सर्रास वापरले जात असे. मुघल साम्राज्याच्या उदयाबरोबर रेशमी कपड्यांवर भरतकाम, प्रिंटिंग सुरू झाले. मात्र फॅशन ही त्या काळात केवळ राजघराण्यांची मक्तेदारी होती. भारतीय राजघराण्यांमध्ये ढाक्याच्या मलमलीचे अनन्यसाधारण महत्त्व होते.

ईस्ट इंडिया कंपनीने स्कर्ट, ट्राउजर आणि ब्लाऊजची युरोपीयन फॅशन भारतात आणली. इंग्रजांच्या कार्यालयात काम करणाऱ्या कर्मचारीवर्गावर प्रथम ही शैली लादली गेली. त्यानंतर हळूहळू समाजातील श्रीमंत वर्गाने ही युरोपीयन शैली स्वीकारण्यास सुरुवात केली आणि जबरदस्तीने सुरू झालेली फॅशन समाजाचे अंग बनली! बाकी सामान्यांसाठी कपडे हे त्यांच्या व्यवसायाला साजेसे असत, उदाहरणार्थ, शेतकरी धोतर वा सुती कपडे नेसत; सैनिक किंवा योद्धे घोडेस्वारीसाठी योग्य असे कपडे परिधान करत. वस्त्रे ही जात, वर्गव्यवस्था आणि समाजातील वैविध्यपूर्ण भूमिकांचे प्रतीक होती असे म्हणता येईल. सुती कपडे अनेकदा हाताने विणले जात असत आणि लोक ते स्वत: विणत असत. फॅशनेबल कपड्यांची गरज देशातील सामान्य लोकांमध्ये रुजली नव्हती. किंबहुना या काळात फॅशन बहुतेक मध्यमवर्गीय भारतीयांवर लादली गेली आणि म्हणूनच इंग्लिश साम्राज्यात ती एक उद्योग म्हणून मान्यता पावू शकली नव्हती.

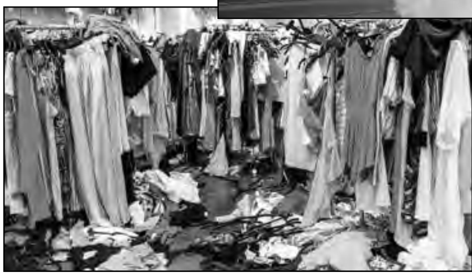
बॉलिवूडचा सर्वाधिक प्रभाव भारतीय फॅशन उद्योगवर पडला आहे. १९६०च्या दशकात जसजसा रंगीत सिनेमा लोकप्रिय होऊ लागला, तसतसा लोकांवर बॉलिवूडच्या फॅशनचा प्रभाव पडू लागला. चित्रपट हे आपल्या संस्कृतीपासून आणि काही प्रमाणात इंग्रजांकडूनही प्रभावित होते होते. पाश्चिमात्य देश तर आपल्या पुष्कळ आधीच फॅशनच्या आहारी गेले होते. सध्या फॅशन हा जगातील सर्वात महत्त्वाचा उद्योग आहे आणि जागतिक अर्थव्यवस्थेचे एक महत्त्वपूर्ण अंग मानला जातो. गेल्या २०–३० वर्षांत कपड्यांचा खप प्रमाणाबाहेर वाढला आहे. जगभरात ग्राहक दरवर्षी सुमारे ८० अब्ज नवीन कपडे खरेदी करतात. दोन दशकांपूर्वी जे प्रमाण होते, त्यात ४०० टक्क्यांनी अधिक वाढ झाली आहे.

ह्या आकड्यांकडे पाहताना हे लक्षात ठेवणे गरजेचे आहे की या संख्येत दारिद्र्यरेषेखाली असलेल्या कोट्यवधी लोकांचादेखील समावेश आहे. हे लोक कोणतेही नवीन कपडे खरेदी करणे तर दूरच, नुसत्या उदरनिर्वाहासाठी संघर्ष करत आहेत. ह्याचाच अर्थ प्रत्यक्षात कमी लोक प्रमाणाबाहेर खरेदी करत आहेत. मुंबईसारख्या शहरांतील लोकांनी Mills to malls रूपांतर पाहिले आहे. मॉलमध्ये लोकांच्या भावनांना भरीस घालून, त्यांना अविचारी म्हणता येईल, अशा खरेदीची संकल्पना रूढ केली आहे. त्यामध्ये कपड्यांचा मोठ्या प्रमाणावर समावेश आहे. त्यामुळे फास्ट फॅशन ही आवश्यकता बनली! सामान्य माणसाचा कपड्यांचे कपाट सध्या कपड्यांनी ओसंडून वाहत आहे. एका संशोधनात असे दिसून आले आहे की ब्रिटिश लोकांकडे सरासरी ५७ टक्के घातलेले कपडे आहेत. भारतात असे संशोधन केलेच तर किमान ६० टक्के लोकांच्या घरात याहून चित्र फारसे वेगळे दिसणार नाही. मॉलमधील सातत्याने वाढणाऱ्या गर्दीने हे सिद्ध केलेच आहे. हा लेख वाचून झाल्यानंतर आपणही आपल्या कपाटाकडे एक नजर फिरवून बघाच आणि आपल्याकडे किती कपडे आहेत याचा आढावा घ्या!

फास्ट फॅशन हा फॅशनउद्योगातील एक मोठा विभाग आहे. त्याचा व्यापारी साचा कमी गुणवत्तेच्या स्वस्त, मस्त आणि जलद उत्पादनावर अवलंबून आहे. फॅशन रॅम्पवर किंवा नटनट्यांनी घातलेल्या लेटेस्ट ट्रेंड कपड्यांचा ह्यामध्ये समावेश असतो. १९९०च्या दशकाच्या सुरुवातीला न्यू यॉर्क टाइम्सने हा शब्द प्रचलित केला. त्यावेळी सध्या अतिशय लोकप्रिय असलेला (जो आता भारतात सर्वांच्या कपाटात स्थान मिळवणारा छाप झाला आहे) स्पॅनिश ब्रँड (छाप) न्यू यॉर्कमध्ये दाखल झाला. ह्या ब्रँडच्या यशाचा गुरुमंत्र म्हणजे मात्र १५ दिवसांत डिझाइन स्टेजवरून दुकानात आणला जातो. जगातील काही सर्वांत मोठ्या आणि सर्वात उल्लेखनीय फास्ट फॅशन ब्रँडमध्ये हल्ली मॉलमध्ये सापडणाऱ्या अनेक पाश्चात्त्य ब्रॅण्डचा समावेश आहे. रॅम्पवरील मॉडेलसारखे कपडे घातले की आपणही तसेच दिसणार ह्याची जणू खात्रीच झाली ग्राहकांची! मग भलेही आपले सुटलेले पोट त्या कपड्यांमधून डोकावून पाहू दे! फास्ट फॅशन व्यापारी साच्यात जलद डिझायनिंग, निर्माण, वितरण आणि जाहिरात केली जाते, ज्यामुळे ब्रँड आणि विक्रेते मोठ्या प्रमाणात वैविध्यपूर्ण शैलीची वस्त्रे ग्राहकांना कमी किमतीत सतत उपलब्ध करून देतात. अशा स्वस्त आणि जलद उत्पादनावर अवलंबून असलेली व्यवस्था अधिकाधिक खरेदीस

फ्रान्समधील कान्स उत्सवातील फॅशन परेड

फास्ट फॅशन उद्योगातील वस्त्रविक्री



कपड्याचा कचरास्रोत

आणि वापरास प्रोत्साहित करते, कारण लोक सहजपणे स्वस्त आणि मस्त वस्तूंकडे आकर्षित होतात.

आपल्यापैकी बरेच लोक एकमेवाद्वितीय म्हणजे युनिक ट्रेंडचे गुलाम आहेत. ग्राहकांसाठी, उच्च गुणवत्तेच्या, अधिक/ जास्त काळ टिकणाऱ्या वस्तूंवर अवलंबून राहण्यापेक्षा, कमी आयुर्मान असलेले स्वस्त कपडे घेणे सोपे आणि अधिक आर्थिक आणि फॅशनच्या दृष्टीने सोयीचे पडते. हीच फार मोठी समस्या आहे आणि पर्यावरणाच्या ऱ्हासाचे मूळदेखील आहे. फास्ट फॅशनचा व्यापारी साचा ग्राहकांना सतत स्वस्त कपडे खरेदी करण्यास प्रवृत्त करतो आणि त्यांच्या कमी गुणवत्तेमुळे ते थोड्याच दिवसांत फेकून दिले जातात. अशा सतत चालू असलेल्या खरेदी आणि विल्हेवाट लावण्याच्या चक्रामुळे पर्यावरणाची मोठी समस्या निर्माण होते. डम्पिंग क्षेत्रात दररोज कापड आणि कपड्यांचा डोंगर जमा होतो, त्यापैकी अनेक जैवविघटनशील नसतात.

जागतिक पातळीवर दरवर्षी अंदाजे ९.२ कोटी टन कपड्यांच्या कचरा तयार होतो आणि २०३० पर्यंत हा आकडा वर्षाला १३.४ कोटी टनांपर्यंत जाण्याची शक्यता वर्तवण्यात आली आहे. फॅशनउद्योगातून निघणारा कापडाचा कचरास्रोत हा काही ह्या उद्योगातील एकमेव पर्यावरणावरचा दुष्परिणाम नाही. कपड्यांची वाढती मागणी पूर्ण करण्यासाठी, विशेषत: सिंथेटिक फायबरच्या उत्पादनासाठी मोठ्या प्रमाणात ऊर्जे ची आवश्यकता असते. कापूस हेही एक तहानलेले पीक म्हणतात. फॅशनजगतातून उत्सर्जित होणारा कार्बन हा जागतिक कार्बनउत्सर्जनाच्या जवळजवळ दहा टक्के आहे. ह्याचाच अर्थ तो हवाई वाहतूक आणि जहाजउद्योग या दोन्ही क्षेत्रांपेक्षा जास्त आहे. सरासरी जागतिक सांडपाण्याचा विचार केला तर २० टक्के म्हणजेच ९३ अब्ज घनमीटर रंगीत सांडपाणी, कापडउत्पादन, वाहतूक, किरकोळ वापर आणि विल्हेवाटामुळे निर्माण होते. ह्या पाण्याच्या शुद्धीकरणासाठी मोठा खर्च येतोच.

असे असूनही, फास्ट फॅशन कंपन्या आणि त्यांच्या विक्रेत्यांना ह्याची जाणीव नाही. असली तरी पर्यावरणाची कदर नाही. त्यांचा सध्या असलेला व्यापारी साचा बदलण्यास कोणालाही स्वारस्य नाही, तसेच सरकारकडून प्रोत्साहनही मिळत नाही. ह्या उलट, किमती कमी करण्यासाठी आणि अधिक वापरास प्रोत्साहन देण्यासाठी उत्पादक सेंद्रिय पदार्थांऐवजी सिंथेटिक आणि रासायनिक सामग्री वापरून उत्पादनखर्च आणखी कमी करण्याच्या मागे असतात! कपड्यांचा जागतिक वापर झपाट्याने वाढत आहे आणि फास्ट फॅशन उद्योग दूर होण्याची कोणतीही चिन्हे सध्यातरी दिसत नाहीत. गेल्या वीस- बावीस वर्षांपासून कपड्यांची विक्री वर्षाला १००हून २०० अब्ज युनिटपर्यंत म्हणजेच दुप्पट झाली आहे. त्याचबरोबर एखादे वस्त्र परिधान करण्याच्या संख्येत सरासरी ३६ टक्क्यांनी घट झाली.

आपल्या आधुनिक जीवनातील काही अविभाज्य सवयींचा / गरजांचा पर्यावरणावर होणाऱ्या परिणामाचा अभ्यास केला जातो किंवा कमीत कमी त्यांची जाणीव तरी आपल्याला असते. विमानप्रवास, डिस्पोजेबल प्लास्टिकच्या वस्तू वापरणे, वाहनांचा अतिरेकी वापर हे सर्व ह्या यादीत मोडते आणि आपण ते कमी करायचा प्रयत्न तरी कधी कधी करतो. परंतु आपल्या कपड्यांमुळे पर्यावरणाला किती हानी होते आहे हे कळतसुद्धा नाही. त्याचा विचारसुद्धा मनात येत नाही. जगभरातील ग्राहक अधिक अधिक कपडे खरेदी करत असताना स्वस्त आणि नवीन शैलीच्या वाढत्या बाजारपेठेचा फटका पर्यावरणाला बसत आहे.

फॅशनउद्योग हा जगातील पाण्याचा वापर करणारा दुसरा सर्वात मोठा उद्योग आहे. कपडे धुण्यामुळे दरवर्षी ५,००,००० टन म्हणजेच (५० अब्ज प्लास्टिकच्या बाटल्यांइतके) सूक्ष्मतंतू समुद्रात विसर्जित केले जातात! त्यापैकी बरेच तंतू पॉलिस्टरचे असतात, जे सर्वसाधारण ६० टक्के कपड्यांमध्ये वापरले

जातात. पॉलिस्टर बनवण्याच्या प्रक्रियेत कापसापेक्षा दोन ते तीन पट जास्त कार्बन उत्सर्जित होतो आणि पॉलिस्टरचे विघटनसुद्धा अनेक वर्षे होत नाही. लोकप्रिय असलेल्या आपल्या जीन्सची एक जोडी आणि कापडी शर्ट बनवण्यासाठी सुमारे १०,००० लिटर पाणी लागते.

एकीकडे देशांना एकूण वस्तू उत्पादनात पैसे मिळवून देणारा, सातत्याने बदल होत असल्यामुळे जनमानसाला आकर्षित करत राहणारा हा व्यवसाय आणि दुसरीकडे त्याचे पर्यावरणावर होणारे परिणाम, ह्याची नेमकी सांगड कशी घालावी? ह्याचे उत्तर आता मानसशास्त्रज्ञ, पर्यावरणतज्ज्ञ कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने शोधू पाहात आहेत, तर जैवतंत्रज्ञान ह्या क्षेत्रात क्रांती घडवण्याच्या मार्गावर आहे.

भारतामध्येदेखील कापडउद्योगात केळीचे खांब, अननसाची पाने, संत्र्याची साले, मक्याचे बाहेरचे आवरण, माशांचे खवले, कमळाची देठे यांसारख्या शेतीमालातील टाकाऊ गोष्टींपासून मोठ्या प्रमाणावर धागे बनवले जात आहेत. बांबू, सोयाबिनची, तांदळाची व गव्हाची टरफले वापरून मुंबई विद्यापीठाच्या जैवतंत्रज्ञान विभागामध्ये धाग्यांचे शून्य कचरा उत्पादन विकसित केले जात आहे.

जीवनशैलीत पर्यावरणपूरक बदल करणारे कार्यक्रम विकसित करून मानसशास्त्रज्ञ ग्राहकांना त्यांच्या सवयी बदलण्यास मदत करू शकतात. ह्या उद्योगात कामगारांना योग्य त्या सुविधा देऊन त्यांच्यासाठी मार्गदर्शक सूत्रे देऊन तसे साचेबद्ध कार्यक्रम निर्माण करता येऊ शकतात. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या आणि माहिती विश्लेषकांच्या मदतीने मागणीचा अंदाज लावण्यासदेखील मदत करू शकतात. त्यामुळे गरज असेल तेवढाच माल बनवून स्त्रोतांची बचत करण्यास मदत होईल.

वस्त्रोद्योगात जैवतंत्रज्ञान खूप महत्त्वाची भूमिका बजावते. कपडे धुण्यासाठी आणि ब्लीच करण्यासाठी, जीन्सला डेनिमप्रमाणे दिसण्यासाठी किंवा लोकरीचे कपडे आकसू नयेत म्हणून विकर (enzymes) आता नियमितपणे वापरले जातात. आमच्या प्रयोगशाळेत विकसित केलेली मिश्रविकरे उपलब्ध करून दिली आहेत. भविष्यात, आपले कपडे सूक्ष्मजंतूंद्वारे बनवले जातील आणि रंगवलेसुद्धा जातील. सूक्ष्म शैवलांचा वापर करून आता नवनवीन धागे आणि कपडेसुद्धा प्रयोगशाळेत यशस्वीरीत्या बनवले जात आहेत. फॅशनजगतामुळे होणाऱ्या प्रदूषणाला ह्यामुळे चांगलाच आळा बसेल. कोळी कीटक जे रेशीम बनवतात, तेसुद्धा एक लवचीक पण पक्का आणि हलका धागा म्हणून ओळखले जाते, परंतु औद्योगिक स्तरावर कोळ्यांचा असा उत्पादनासाठी वापर करणे सध्या तरी शक्य दिसत नाही. जर्मनीस्थित, ए. एम. सिल्क ह्या कंपनीने ह्या समस्येवर मात करण्यासाठी जनुकीय बदल केलेल्या जिवाणूंचा वापर करून जैवभट्टीमध्ये हे रेशीम बनवले आहे. हॉटलिंक ह्या डच कंपनीने मशरूम एकत्र चिकटवून शिवण नसलेले कपडे तयार केले आहेत. त्यामुळे सूत कापणे, कापड विणणे, कापण्याच्या पद्धती आणि कपडे शिवणे ह्या प्रकारांना कात्री लागून घनकचरा तसेच सांडपाणी कमी करून दाखवले आहे.

बायोकल्चर ही अमेरिकास्थित जगातील पहिली बायोडिझाइन सल्लागार फर्म आहे आणि मॉडर्न मिडो इंकच्या क्रिएटिव्हसह धागे म्हणून वापरता येतील अशा अनेक सामग्री त्यांनी प्रयोगशाळेत तयार केल्या आहेत. त्याच धर्तीवर एमआयटी मीडिया प्रयोगशाळेत सन २०१३साली सिल्क पॅव्हेलियन उभारण्यात आले. या संशोधन प्रयोगशाळेचे नेतृत्व डिझायनर, अभियंते, कलाकार आणि शास्त्रज्ञ करत असून त्यांनी यंत्रमानवाच्या साहाय्याने रेशीम किडीचा घुमटच तयार केला आहे. हे स्थापत्य म्हणजे अंकीय आणि जैविक कापडाचे पहिले उदाहरण आहे. रेशमी किडे ह्यामध्ये अबाधित राहतात आणि रेशीम उत्पादनास अनुकूलता मिळते. आगामी काळात डिझाईन, जैवशास्त्र आणि तंत्रज्ञान यांच्यातील समन्वय होणार आहे.

शोधले तर मार्ग अनेक आहेत. बहुतांश ग्राहकांना त्यांच्या वापरा आणि फेका प्रवृत्तीचे किती भयंकर परिणाम होत आहेत याबद्दल माहितीच नसते. जनजागृतीमोहिमा ग्राहकांना ह्याची जाणीव करून देणाऱ्या, त्यांना योग्य निवड करण्यास प्रोत्साहित करणाऱ्या होऊ शकतात. पर्यावरणाच्या भवितव्याची चिंता करणाऱ्या युवकांची संख्याही वाढत आहे ही चांगली गोष्ट आहे. साधेपणाची राहणी आता पुन्हा एकदा काळाची गरज बनत आहे. गरजेपुरती खरेदी आणि कमीत कमी कचरानिर्मिती हे तत्त्व अंगिकारायला हवे. अलीकडे मंद फॅशन चळवळ जोर धरू लागली आहे. मंद फॅशनची संकल्पना आपले कपडे कोणी बनवले आहेत, वापरलेले साहित्य कोठून आले आहे, ते तयार करण्यास किती वेळ लागतो आणि ते बाजारात पोहोचण्यासाठी किती किलोमीटरचा त्याचा प्रवास होतो हे समजण्यास / शोधण्यास मदत करते. सामाजिक माध्यमे ह्यासाठी महत्त्वाची भूमिका बजावू शकतात.

माणूस जन्माला येतो वस्त्राविना, जातो पण तसाच!
येसी उघडा जाशी उघडा
कपड्यासाठी करीशी नाटक तीन प्रवेशांचे
एक धागा सुखाचा, शंभर धागे दुःखाचे!

मधल्या प्रवासात थोडे आपल्या धरतीमातेचे आणि पर्यावरणाचे भान ठेवले तर आपल्या पुढच्या पिढीच्या वाट्याला आलेल्या १०० दुःखाच्या धाग्यांना आपण सुखाचे करू शकू. इच्छा असेल तर मार्ग अनेक सापडतील हेच खरे. केल्याने होत आहे रे!

– डॉ. वर्षा केळकर माने
प्राध्यापक आणि विभागप्रमुख, जैवतंत्रज्ञान विभाग, मुंबई विद्यापीठ
varshakelkar@hotmail.com

लस आणि लसीकरण

डॉ. संगीता गोडबोले

रोग निर्माण करणाऱ्या हानिकारक सूक्ष्मजीवांपासून (जिवाणू, विषाणू किंवा त्यांनी तयार केलेली विषे किंवा धोकादायक विषारी पदार्थ) शरीराचे रक्षण करण्यासाठी तयार केलेला प्रतिबंधात्मक उपाय म्हणजे त्या त्या विशिष्ट रोगासाठी तयार केलेली लस असते. मृत सूक्ष्मजीवांपासून ते आनुवंशिकरित्या तयार केलेल्या प्रतिजनांपर्यंत (अँटिजेन) विविध पदार्थांचा वापर करून ती तयार करतात. प्रभावी लसी रोगप्रतिकारक शक्तीच्या विकासाला चालना देऊन रोगप्रतिकारक प्रणाली बदलतात (प्रतिपिंडे किंवा अँटिबॉडी तयार करतात). शरीरात प्रवेश केल्यावर रोग निर्माण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांवर ही प्रतिद्रव्ये प्रभावीपणे हल्ला करू शकतात आणि रोगाचा विकास रोखतात. लसीकरण अथवा व्हॅक्सिनेशन म्हणजे संसर्गजन्य रोगांपासून शरीराचे संरक्षण करण्यासाठी केलेला लसीचा वापर.

डॉ. एडवर्ड जेनर यांनी सतराव्या शतकात आरोग्यक्षेत्रात देवी या घातक रोगविरुद्ध लस निर्माण करून क्रांती घडवून आणली होती. त्यांनी देवीच्या (smallpox) रोगावरची लस तयार करण्यात (Cowpox चे विषाणू लहान मुलाच्या शरीरात सोडून) देवीचा घातक रोग रोखण्यात यश मिळवले. आणि आश्चर्य असे घडले, की पुढील सुमारे दोनशे वर्षांत या रोगाचे समूळ उच्चाटन करण्यात यश आले. १८७७ साली लुई पाश्चर यांनी बॅसिलस अँथरासिस हे अँथ्राक्स रोगाचे जंतू ४२ ते ४३ डिग्री सेंटिग्रेडपर्यंत गरम करून त्यांची रोग निर्माण करण्याची शक्ती नष्ट केली, परंतु त्यात मेंढ्या, बकऱ्या, गायी यांच्यात त्या रोगाविरुद्ध लढण्याची प्रतिकारशक्ती उत्पन्न करण्याचा गुण मात्र अबाधित ठेवला होता. सन १८८१ मध्ये अँथ्रक्सच्या साथीमध्ये ज्या प्राण्यांना ही लस टोचली होती त्यांना रोगापासून संरक्षण मिळाले आणि इतर जनावरे मृत झाली. यामुळे लसीकरणाचा हेतू साध्य झाल्याचे दिसून आले होते. सन १८८५ साली लुई पाश्चर यांनी माणसांना पिसाळलेला कुत्रा चावल्यावर होणारा रोग रेबीज होऊ नये म्हणून लस शोधून काढली होती. त्यामुळे कित्येक जीव वाचले. अजूनही रेबीज झाल्यानंतर मृत्यूवाचून गत्यंतर नाही, पण कुत्रा चावल्यावर वेळेत लस घेतली तर हा जीवघेणा रोग टाळता येऊ शकतो. त्यानंतर मग विविध रोगांवर प्रतिबंधात्मक लस तयार करण्याचा सपाटाच लागला. धनुर्वात, गोवर, डांग्या खोकला यासारख्या रोगांमुळे होणाऱ्या मृत्यूचे प्रमाण या लसींमुळे अत्यल्प झाले. ही फार मोठी आरोग्यक्रांती ठरली.

आता संसर्गजन्य रोगांवरील डझनावारी लशी उपलब्ध आहेत. त्याचप्रमाणे गर्भाशयाच्या मुखाचा कर्करोग रोखण्यासाठीही लस तयार करण्यात शास्त्रज्ञ यशस्वी ठरले आहेत. सायन्सने या क्षेत्रांत इतकी प्रगती केली, की कधीच न पाहिलेल्या, ऐकलेल्या विषाणूंमुळे होणारी जगातील पहिली कोविड १९ ची केस सापडल्यापासून सुमारे वर्षभरात त्यावरील वेगवेगळ्या प्रकारच्या लसी जगातील शास्त्रज्ञांनी शोधून काढल्या. २०२१ साली फायझर आणि बायोएन्टेक कंपनीने USFD ने (United States Food and Drug Administration) पूर्णतः परवाना दिलेले m RNA तंत्रज्ञान वापरून तयार केलेले जगातील पहिले व्हॅक्सिन तयार केले. आजवर तयार केलेल्या लशी ही त्या जिवाणू वा विषाणूंचा काही भाग अथवा पूर्ण जंतू वापरून तयार केली जात होती. पण m RNA तंत्रज्ञान यापलीकडे एक पाऊल पुढे नेऊन केलेली ही मोठीच कामगिरी होती.

गर्भवती स्त्रिया आणि नवजात अर्भकांना कुठलाही रोग होण्याची शक्यता अधिक असते, कारण त्यांची रोगप्रतिकारक शक्ती त्या रोगाशी लढा देण्यास कमी पडते. अशा वेळी गरोदरपणी, सातव्या-आठव्या किंवा नवव्या महिन्यात स्त्रीला लस देण्यात आली, तर तिने तिच्यासाठी तयार केलेली प्रतिपिंडे (antibodies) नाळेतील रक्ताद्वारे पोटातील अर्भकासही मिळतात आणि बाळ जन्माला आल्यानंतर त्याचे लसीकरण

सुरू होण्यापर्यंतच्या काळात, काही रोगांपासून संरक्षणाचे काम करतात. धनुर्वात आणि डांग्या खोकला (pertusis) याची लस गर्भवतीस दिली तर बाळाच्या पहिल्या सहा महिन्यांत डांग्या खोकल्यामुळे होणाऱ्या ७० टक्के मृत्युदरात घट होते हे सिद्ध झाले आहे. २०१२ सालापासून अमेरिकन कॉलेज ऑफ ऑबस्ट्रेशियन अँड गायनेकॉलॉजिस्ट (COG) यांनी तसे लसीकरण सुरूही केले आहे. आता भारतातही असे लसीकरण केले जाते. पूर्वी फक्त धनुर्वातप्रतिबंधक लस दिली जात असे. आता धनुर्वात, घटसर्प आणि डांग्या खोकला अशी एकत्रित लस दिली जाते.

प्रत्येक देशातील लसीकरणाच्या गरजा बदलत असतात, त्यामुळे त्या त्या देशात वेगवेगळ्या पद्धतीने लसीकरण केले तरी WHO ने नेमून दिलेल्या तक्त्याप्रमाणे आपण भारतात लसीकरण करतो. शिवाय वेळोवेळी तज्ञ डॉक्टर आणि लस तयार करणारे शास्त्रज्ञ यांचाही सल्ला घेतला जातो. लहान मुले आणि गरोदर स्त्रिया यांचे लसीकरण हा सर्वात मोठा लसीकरणाचा भाग आहे. शिवाय प्रतिकारशक्ती कमी झालेल्या व्यक्ती, हृदय, किडणी, लिव्हर, फुप्फुसांचे रोग, कर्करोग झालेल्या व्यक्ती यांसारख्या लोकांचे लसीकरण करणे महत्त्वाचे ठरते.

एखादा रोग होऊ नये म्हणून रोगनिर्मितीक्षमता नष्ट केलेले जिवाणू/ विषाणू / त्यांच्या काही भागाचा इंजेक्शनद्वारे शरीरात प्रवेश झाल्यावर (antigen) शरीराची रोगप्रतिकारक प्रणाली त्यांना नको असलेले पाहुणे म्हणून ओळखते, आणि त्यांना नष्ट करण्याचा प्रयत्न करते. त्यासाठी प्रतिपिंडे (antibodies) तयार केली जातात. त्याचबरोबर या पाहुण्याची ओळखही लक्षात ठेवली जाते. पुढे भविष्यात त्याच प्रकारचे जंतू शरीरात घुसतात तेव्हा त्याविरुद्ध लढण्यास ही ओळख महत्त्वाची ठरते. समाजात जर ठरावीक प्रमाणात लसीकरण झाले तर त्या व्यक्तींना तर संरक्षण मिळतेच, शिवाय ज्यांचे लसीकरण झाले नाही, त्यांनाही सुरक्षित ठेवते कारण रोगजंतू पसरण्यासच जवळपास मज्जाव झालेला असतो. याला समूह प्रतिकारशक्ती किंवा हर्ड इम्युनिटी असे म्हणतात.

लसीकरणाद्वारे देवीसारख्या रोगाचे पूर्ण उच्चाटन करण्यात आले. पोलिओचेही प्रमाण अत्यल्प होण्यात मदत झाली, तसेच टायफस, धनुर्वात, गोवर, गालगुंड, डिप्थेरिया, हेपटायटीस ए आणि बी, रोटाव्हायरल संसर्ग या रोगांपासून संरक्षण हे महत्त्वाचे टप्पे म्हणता येतील. तरीही AIDS , हेपटायटीस सी, क्षय, मलेरिया यांसारख्या रोगांवरील लसी रोगनिर्मूलन करण्यात अजूनही यशस्वी ठरलेल्या नाहीत. त्यावर संशोधन सुरू आहे. भविष्यात व्हॅक्सिनॉमिक्स, जिनॉमिक्स आणि बायोइन्फॉर्मेटिक्स यांच्या मदतीने तयार केलेल्या लसी जिवाणू, विषाणू आणि आणि परजीवी जीवांवर उपयोगी ठरू शकतील. लसी एक तर इंजेक्शनद्वारा टोचली जातात किंवा पोलिओ, रोटाव्हायरस यांच्या विरुद्ध लशी तोंडाद्वारे, तसेच स्वाईन फ्लू आणि कोरोनावर नव्यानेच येऊ घातलेली लस नाकात थेंब टाकून, दिल्या जातात.

लसीची प्रामुख्याने तीन गटांत विभागणी करता येईल.

१ रोगजंतूंच्या मृतपेशी लसीच्या निर्मितीस वापरल्या जातात. यात जिवाणू किंवा विषाणू उष्णता, विकिरण किंवा रासायनिक संयुगांच्या साहाय्याने मारले जातात. मृत जिवाणू मानवी शरीरात रोग निर्माण करू शकत नाहीत. परंतु त्यांच्या मृत पेशींमधील अँटिजेंन तसेच राहते, आणि रोगप्रतिकारक शक्ती निर्माण करण्यास मदत करते. ह्या लशी थंड वातावरणात ठेवल्यास खराब होत नाहीत आणि सहसा सुरक्षित असतात. परंतु त्यांच्यामुळे निर्माण होणारी प्रतिकारशक्ती कमी असल्याने तसेच ती कमी काळ टिकणारी असल्याने बूस्टर डोस द्यावे लागतात. साल्क पोलिओ, रेबीज, विषमज्वर (टायफॉइड), कॉलरा, डांग्या खोकला, न्युमोनिया, हेपॅटायटीस बी, एन्फ्लुएंझा ही काही या लसींची उदाहरणे आहेत.

२) रोगनिर्माणक्षमता नाहीशा केलेल्या कमकुवत पेशी वापरून लसी निर्माण केल्या जाऊ शकतात. १९५० साली टिश्यू कल्चर तंत्र विकसित झाल्यावर ही लस अस्तित्वात

> “बुलार्ड (१९०७-१९८०) हे एक प्रतिष्ठित ब्रिटिश भू-भौतिकशास्त्रज्ञ होते आणि ही घटना घडली तेव्हा ते एका अमेरिकन विद्यापीठाला भेट देत होते. त्याच्या आगमनानंतर थोड्याच वेळात बुलार्ड यांच्याशी स्थानिक रेडिओ स्टेशनने संपर्क साधला. विद्यापीठातील अभ्यागतांची मुलाखत प्रसारित करण्याचा त्यांचा प्रघात होता. स्टुडिओमध्ये संभाषण रेकॉर्ड करून नंतर ते प्रसारित केले जात असे. रेडिओ स्टेशन मॅनेजरला बुलार्ड यांनीन कार्यक्रम किती वाजता प्रसारित होणार आहे असे विचारले. त्यावर पहाटे २ वाजता असे उत्तर मिळाल्यावर ते आश्चर्यचकित झाले! त्यांनी विचारले, ह्या भलत्या वेळी रेडिओ कोण ऐकत असेल? स्टेशन मॅनेजरने त्यांना आश्वासन दिले की त्या वेळी ट्रकचालक हे एकनिष्ठ श्रोते असतात! आपले भाषण ट्रकचालक ऐकणार हे समजल्यावर अपेक्षाभंग झालेले बुलार्ड म्हणाले, त्यांना भू-भौतिकशास्त्रातील काही समजते? भू-भौतिकशास्त्र त्यांना मनोरंजक वाटेल? त्यावर रेडिओ मॅनेजर आश्चर्याने उद्गारला, ‘‘भू-भौतिकशास्त्र? आम्हाला वाटले तुम्ही जीवाश्मशास्त्रज्ञ आहात!’’”

आली. यात जंतूची रोगनिर्माणक्षमता कमी केली जाते. पण यात काही लोकांना, विशेषतः ज्यांची प्रतिकारशक्ती कमी असते, त्यांना रोग होण्याचा धोका असतो गालफुगी, फ्लू, सेबिन पोलिओ लस, कांजिण्यांवरील लस, पिवळा ताप (यलो फिव्हर) लस ही काही अशा प्रकारच्या लसींची उदाहरणे आहेत.

३) किमेरिक लस – जेनेटिक इंजिनीयरिंगच्या वापराने ही लस तयार केली जात आहे. डेंग्यू आणि झिका विषाणूंवर या प्रकारे प्रयोग सुरू आहेत.

दुसरा मुख्य प्रकार – यामध्ये जंतूचा काही भाग किंवा त्यांनी तयार केलेले अँटिजेन वापरून ही लस करतात. त्यांना अपेशीय लस किंवा सबयुनिट लस असेही म्हणतात. सन १९४० साली बोर्डेटेला परट्युसिस या जिवाणूविरुद्ध डांग्या खोकल्यावरील लस अशा प्रकारे निर्माण केली होती. या

> सन १८०० च्या दशकाच्या उत्तरार्धात आणि १९००च्या सुरुवातीच्या काळात डायनासोरांच्या शोधाच्या वावटळीत दोन संशोधकांनी डायनो जीवाश्मांच्या शोधात एकमेकांवर कुरघोडी करण्यासाठी विविध डावपेचांचा वापर केला. येल युनिव्हर्सिटीच्या पीबॉडी म्युझियममधील जीवाश्मशास्त्रज्ञ ओथनीएल चार्ल्स मार्श आणि फिलाडेल्फिया, पेन येथील अ‍ॅकॅडमी ऑफ नॅचरल सायन्सेसमध्ये काम करणारे एडवर्ड ड्रिंकरकोप यांनी या संशोधनास मैत्रिपूर्ण सुरुवात केली, परंतु ते लवकरच एकमेकांचा तिरस्कार करू लागले. एका जीवाश्म शोध मोहिमेवर, मार्शने एका विशिष्ट जीवाश्म खड्ड्याच्या रक्षकांना त्यातील जीवाष्म फक्त आपल्यालाच मिळावेत म्हणून लाच दिली. दुसऱ्या एका मोहिमेवर, मार्शने कोपच्या एका मोहिमेवर हेर पाठवले होते. त्यांनी एकमेकांविषयी अफवा पसरवल्या, की त्यांनी एकमेकांचे शोध रोखण्यासाठी एकमेकांच्या जीवाश्म परिसरात डायनामाइट लावले! त्यांनी अभ्यासपूर्ण लेखांमध्ये एकमेकांचा जाहीर अपमान करण्यात, खिल्ली उडवण्यात तर वृत्तपत्रांमध्ये एकमेकांवर आर्थिक गैरव्यवहार आणि अयोग्यतेचे आरोप करण्यात अनेक वर्षे घालवली. तरीही, या दोन्ही संशोधकांनी जीवाश्मविज्ञानाच्या क्षेत्रात मोठे योगदान दिले. स्टेगोसॉरस, ट्रायसेराटॉप्स, डिप्लोडोकस आणि अ‍ॅपॅटोसॉरस यांसारखे आयकॉनिक डायनासोर त्यांच्या प्रयत्नांमुळे सापडले.

लसींमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या सबयुनिटनुसार त्यांचे नामकरण केले होते.

१. पॉलिसकॅराईड लस – मेनिंगोकोकल लस ह्या प्रकारची असते.

२. कॉंजुगेट लस – फ्लू टाइप बी

३. टॉक्साइड लस – उदाहरणार्थ, डिप्थेरिया आणि टिटॅनस टॉक्साइड लस

४.रिकॉम्बिनंट प्रोटीन लस – उदाहरणार्थ, हेपॅटायटीस बी लस, गर्भाशयाच्या मुखाचा कर्करोग होऊ नये म्हणून दिली जाणारी लस (पॅपिलोमा विषाणूंविरुद्ध)

याशिवाय जंतूंच्या न्यूक्लिक आम्लांचे रेणू वापरून लस तयार केली जाते. त्यात जेनेटिक इंजिनीयरिंग तंत्राचा वापर करण्यात येतो.

अ. डी.एन.ए. प्लाजमिड लस कोविडसाठी बनवण्यात आली.

ब. एमआरएनए लस फायझरने कोविडसाठी बनवली.

दुसरी नवीन लस म्हणजे नागिणीवरची शिंग्रिक्स नावाची लस आता उपलब्ध झाली आहे. पन्नास वर्षांवरील लोकांना ती देता येते. लहान मुलांना होणाऱ्या कांजिण्या किंवा चिकनपॉक्सचे जंतूच मोठ्या माणसांना नागीण होण्यास कारणीभूत असतात. थोडक्यात कांजिण्या निर्माण करणाऱ्या विषाणूंच्या पुन्हा कार्यशील होण्याच्या क्रियेमुळे नागीण होते. यात एखाद्या चेतातंतूला त्याचा संसर्ग दिसून येतो आणि ती नस जिथे असते त्याच्या आजूबाजूला पोके आल्यासारखी रॅश येऊन खूप जळजळ होते. कधी कधी ती खूपच असह्य होते. मेंदूतील नसा, चेहऱ्यावरील नसा, हात, पाय, पोट, पाठ अशा शरीराच्या कुठल्याही भागाला नागीण होऊ शकते. इतके दिवस लहान मुलांसाठी कांजिण्यांची लस उपलब्ध होती. पंधराव्या महिन्यात आणि नंतर पाचव्या वर्षी असे दोन डोस बाळाला दिले जात असत. परंतु आता ही पन्नास वर्षांवरील लोकांसाठी आलेली लस उपयुक्त आहेच.

लसीमुळे कधी कधी कुणाकुणाला डोकेदुखी स्नायुदुखी अशक्तपणा, उलटी, जुलाब, थोडाफार ताप, अंगावर पुरळ उठणे यासारखे साईड इफेक्ट होऊ शकतात. कधी कधी अनफिलिक्टिक शॉकमुळे आणीबाणीचा प्रसंग निर्माण होऊ शकतो. परंतु त्यांचे प्रमाण नगण्य अथवा अत्यल्प आहे. शिवाय योग्य काळजी घेतल्यास त्यावर त्वरित उपाययोजनाही करता येते.

विज्ञानाने केलेली ही लसक्रांती मानवी जीवन सुखकर होण्यास नक्कीच कारणीभूत ठरली आहे.

– संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

समुद्रातले प्राणी...

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

समुद्रमंथन या मालिकेमधील दुसऱ्या पुष्पाद्वारे आपल्याला समुद्रातील खूप खोल पाण्यात राहणाऱ्या वेगवेगळया प्राण्यांविषयी माहिती करून देण्याचा प्रयत्न करत आहे. समुद्राच्या किंवा महासागराच्या खोल पाण्यात राहणारे प्राणी खरं तर स्वतःला लपवण्यासाठी वेगवेगळ्या रंगांचे व आकारांचे असतात. हे लपणे शत्रूपासून वाचण्यासाठी किंवा आपले भक्ष्य मिळवण्यासाठी असते. बायोल्युमिनसिन्स किंवा जीवदीप्तीची क्षमता असणारे कितीतरी प्राणी समुद्रतळाशी एक वेगळे जग निर्माण करत असतात. खोल समुद्रात तळाशी राहणारे प्राणी अतिशय जास्त दाबाखाली जगतात. त्यांच्यामध्ये काही श्वसनातील व श्वसनसंस्थेतील महत्त्वाचे बदल घडून आलेले असतात. काही तासांकरिता ते आपला श्वास रोखून धरू शकतात, फुप्फुसातील वायूंना संकुचित करून स्नायू व रक्तात पसरवू शकतात, तसेच स्नायूंमध्ये मायोग्लोबिन व रक्तामध्ये हिमोग्लोबिन अतिरिक्त प्रमाणात धारण करण्याची क्षमता त्यांच्यात असू शकते. त्यामुळे मिळेल तेव्हा ऑक्सिजन जास्त प्रमाणात त्यांना शरीरात साठवता येतो. काही प्राण्यांमध्ये हृदयाची स्पंदने कमी करून ऑक्सिजनचा पुरवठा फार काळजीपूर्वक वापरला जातो. ऑक्सिजनची गरज कमी करण्यासाठी हालचालीदेखील कमी प्रमाणात केल्या जातात. खोल पाण्यात अतिशय जास्त दाबाखाली देवमाशासारखे किंवा सील माशांसारखे काही प्राणी त्यांच्या चयापचयाच्या क्रिया काही वेळेकरता थांबवू शकतात. त्यावेळी पचनाचे, यकृताचे व मूत्रपिंडाचे काम रोखले जाते.

काही माशांमध्ये फुप्फुसासारखी एक पोहण्याची पिशवी असते तिला स्विम ब्लॅडर असे म्हणतात. स्विमिंग ब्लॅडरचा उपयोग शरीरातील वायूचा दाब व बाहेरील पाण्याचा दाब यामध्ये समन्वय साधण्यासाठी केला जातो. मोटारींमध्ये एअर बॅगा वापरतात, त्याचा उपयोग अपघाताची तीव्रता कमी करण्यासाठी जसा होतो, तसेच कार्य या स्विमिंग ब्लॅडरचे

पीकॉक मेन्टीस श्रीम्प

असते. नायट्रोजन वायूमुळे शरीरातील पेशी मृत होऊ शकतात हे टाळण्यासाठी नायट्रोजनचे शोषण थांबवले जाते. खोल पाण्यातील माशांमध्ये ट्राय मिथाइल अमाइन ऑक्साइड (TMAO) नावाचे संयुग आढळते. हे संयुग, प्रथिनांना आणि इतर महत्त्वाच्या घटकांना प्रसरण व आकुंचन होण्यापासून वाचवते. भारतात तसेच पॅसिफिक समुद्रात आढळणारा पीकॉक मेन्टीस श्रीम्प त्याच्या वेगाने ठोसा किंवा फटका देण्याच्या प्रकारामुळे ज्ञात आहे. तो पुढील दोन पायांनी जोरदार फटका देऊन आपल्या भक्ष्याला मारतो. अँगलेर फिशच्या जवळजवळ ५० जाती आढळतात. हे मासे भोवताली अगदी सहज मिसळून जातात. बऱ्याचदा हे मासे प्रवाळ बेटांवर स्पंजासारखे किंवा वनस्पतींनी आच्छादलेल्या दगडासारखे दिसतात. विशेष म्हणजे पोहता येत असतानाही हे मासे आपल्या पोटाकडच्या दोन पंखांच्या साहाय्याने समुद्रतळाशी चालताना दिसतात. ख्रिसमस ट्री वर्म हा ग्रेट बॅरियर रीफच्या लिझार्ड बेटावर आढळतो. त्याच्या गोलाकार फांद्या म्हणजे खरे तर त्याचे श्वसनाचे व अन्न पकडण्याचे अवयव आहेत. हे प्राणी छोट्याशा नळीमध्ये राहतात.

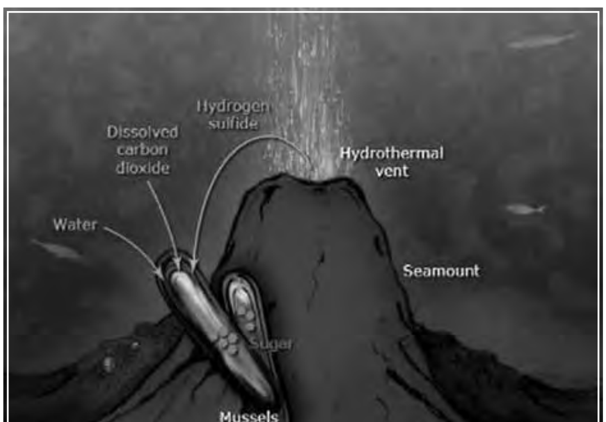
बायोल्युमिनसिन्स किंवा जैवप्रकाश म्हणजे एक जैविक रासायनिक प्रक्रिया असते. यात काही ठरावीक एंझाइमच्या (luciferases) साहाय्याने, ऑक्सिडेशनच्या

बायोल्युमिनेसेंट अँग्लर फिश

प्रक्रियेद्वारे प्रकाशउत्सर्जन केले जाते. आपल्याला काजवे माहीतच आहेत, त्याचप्रमाणे काही समुद्रजीवदेखील अशा प्रकारची विकरे असतात. यामध्ये काही बॅक्टेरिया, फन्जाय, वनस्पती, अपृष्ठवंशीय प्राणी, मासे, साप वगैरे प्राणी येतात. जीवदीप्ती सजीवांमध्ये रासायनिक ऊर्जेचे रूपांतर प्रकाशऊर्जेत केले जाते. या प्रक्रियेत फार कमी प्रमाणात उष्मा निर्माण होतो म्हणून या उत्सर्जनाला ना शीत प्रकाश असे म्हणतात. काही स्क्विड luminous cloud तयार करून आपल्या शत्रूंपासून बचाव करून घेतात तर काही मासे आपले भक्ष्य पकडण्यासाठी या प्रकाशाचा वापर करतात. काही प्राणी समुद्रतळाच्या अंधारात आपला मार्ग दिसण्यासाठी जीवदीप्तीचा वापर करतात. काही समुद्रजीवांच्या शरीरावर प्रकाशपेशी (photophores) असतात. या पेशी त्यांच्या पोटाकडच्या बाजूला असतात. तुम्ही ब्ल्यूटाइड हा प्रकार ऐकला किंवा पाहिला असेल. रात्रीच्या वेळी समुद्रकिनारी निळ्या लाटा दिसतात, दोन-तीन रात्री सतत हा प्रकार दिसतो. समुद्रतळाशी राहणारे हे सूक्ष्मजीव पाण्याच्या अपवेलिंगमुळे वर येतात. सी स्पार्कल नावाचा एक डायनोफ्लेजेलेट वर्गातील प्राणी आहे. बऱ्याचदा हा वनस्पती आहे असे म्हटले जाते, पण त्यात क्लोरोफिल नसते, म्हणजेच तो स्वतः अन्न तयार करत नाही.

खोल पाण्याचा समुद्र साधारण दोनशे मीटरपासून सहा हजार पाचशे मीटरपर्यंतचा ओळखला जातो. अर्थात पॅसिफिक महासागराची खोली काही ठिकाणी ११००० मीटर आहे! प्रकाश पोहोचत नसलेला समुद्रतळ एक हजार दोनशे मीटर खोलीनंतर सुरू होतो. या अप्रकाशित क्षेत्रात राहणारे अनेक प्राणी आहेत. अतिशय जास्त पाण्याचा दाब व खूपच थंड वातावरण आणि सूर्यप्रकाशाची कमतरता यामुळे येथील सजीवांमध्ये बऱ्याच प्रमाणात बदल झालेले असतात. भोवतालच्या प्रतिकूल परिस्थितीप्रमाणे त्यांना रूपांतरण करून जुळवून घेता आले आहे. समुद्रतळाशी पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण आणि त्या अनुषंगाने त्याची घनता बहुधा स्थिर असते व ऑक्सिजनची पातळी कमी असते. कारण प्रकाशसंश्लेषणाची प्रक्रिया येथे फारशी होतच नाही. समुद्रातील वरच्या भागात राहणाऱ्या प्राण्यांची कंकाले ते मृत झाल्यावर तळाशी येतात. बहुतेक तळाचे प्राणी या मेलेल्या प्राण्यांचा अन्न म्हणून उपयोग करतात. हे खोल पाण्यात राहणारे प्राणी जवळजवळ आंधळे असतात कारण डोळ्यांचे इथे काही कामच नसते. काहींना मात्र दुर्बिणीसारखे किंवा अंतर्वक्र आरशासारखे डोळे असतात.

सागराच्या खोल पाण्यात कार्बनचा फार मोठा साठा आहे. सागरी जीवनाचे संशोधन करण्यासाठी बऱ्याच मोहिमा राबवल्या जातात. या संशोधनांद्वारे जाणवले आहे की जवळजवळ ७० ते ९० टक्के प्रजाती या विज्ञानजगतासाठी नवीन आहेत. प्रकाशित क्षेत्रापेक्षा अप्रकाशित क्षेत्रातील जीवन हे खूपच वेगळे असते. १९७६-७७ सालात जलऔष्णिक व्हेंटचा शोध एका मोहिमेअंतर्गत लागला त्यावेळी जे वैज्ञानिक बोटीवर कार्यरत होते ते एका मोठ्या घटनेचे साक्षीदार ठरले. त्यांनी पाहिले की भूगर्भातून मॅग्मा वर येताना दोन टॅक्टॉनिक प्लेट बाजूला सरकत होत्या व त्यामुळे त्यांच्यामध्ये रिफ्ट व्हॅली तयार होत होती. खनिज बहुल्य असलेले गरम पाणी प्रचंड प्रमाणात सागरतळातून वर येत होते. मेटल सल्फाइड भोवतालच्या थंड पाण्यामुळे साक्याच्या रूपात (घनीकृत) बदलत होते. त्यामुळे एकावर एक चढत जाणारे रंगीत मजले तिथे दिसत होते. संशोधकांना येथे फारच निराळी, विषारी वायूवर आधारित एक परिसंस्था आढळून आली. वेगवेगळ्या नवीन प्रजाती आढळल्या. त्यातीलच एक म्हणजे Riftia किंवा महाकाय tubeworm. हे प्राणी दोन मीटर उंच होते, पण त्यांना पचनसंस्था नव्हती. मग ते कसे जगत होते? संशोधकांनी याचे उत्तर शोधले आणि असे सापडले की ते ऊर्जेने भरपूर असणाऱ्या हायड्रोजन सल्फाइडवर जगत आहेत. व्हेंटमधल्या गरम पाण्यातून त्यांना Hydrogen sulfide वायू मिळत होता. हा वायू एरवी इतर जीवांसाठी विषारी समजला जातो.



हायड्रोथर्मल व्हेंट्स

खोल समुद्रात खाणकाम

या ट्यूब वर्मनी स्वतःच्या शरीरामध्ये chemoautotrophs bacteria म्हणजे रासायनिक ऊर्जा वापरून स्वतःचे अन्न बनवू शकणाऱ्या जिवाणूंना सामावून घेतले आहे. हे दोन्ही सजीव सहजीवन म्हणजे सिंबायोटिक पद्धतीने राहतात. हे बॅक्टेरिया इलेक्ट्रॉन देणाऱ्या रासायनिक पदार्थांचे ऑक्सिडेशन करून ऊर्जा निर्माण करतात. इलेक्ट्रॉन देणारी रसायने सेंद्रिय (ऑरगॅनिक) किंवा खनिजीय म्हणजे इनऑरगॅनिक असतात. म्हणजेच हायड्रोजन सल्फाइडमधील ऊर्जेचा वापर करून कार्बन डाय-ऑक्साइडचे रूपांतर साखरेत केले जाते. ही क्रिया प्रकाशसंश्लेषणाशी साधर्म्य दर्शवते. सौर ऊर्जेच्या ऐवजी पृथ्वीच्या भूऔष्णिक ऊर्जेवर ही परिसंस्था चालते. सागरी संशोधकांच्या अंदाजाप्रमाणे पृथ्वीवरचे हे सागरी जीवन तीनशे कोटी वर्षांपूर्वीदेखील अस्तित्वात असावे.

समुद्रतळाशी काही किलोमीटरनंतर अन्न व ऊर्जेची फार कमतरता असते आणि जीवन फारच धीम्या गतीने पुढे जात असते. या ठिकाणची जैवविविधता वेगवेगळ्या मानवी कृतींनी नष्ट होत गेली, तर पुन्हा ती प्रस्थापित करणे अशक्यप्राय आहे. मानव मात्र काही दुर्मिळ धातूंच्या खाणींसाठी हा समुद्र तळ उकरून काढत आहे. मँगेनिज, जस्त, तांबे, निकेल, कोबाल्ट वगैरे धातू गाड्यांच्या निर्मितीसाठी, पवनक्क्या बनवण्यासाठी तसेच वेगवेगळ्या कारखान्यांमध्ये वापरले जातात. सागरीतळाशी आता यंत्रमानवांच्या मदतीने ह्या खाणी खोदल्या जात आहेत! सध्या पॅसिफिक समुद्रात हवाई व मेक्सिकोमधील हे खाणीपर्व सुरू होत आहे, पण ते वादात अडकले आहे. खतांसाठी लागणाऱ्या फॉस्फेटच्यादेखील खाणीचे समुद्रतळाशी शोधकार्य केले जात आहे.

धरतीसारखेच आता समुद्रातील खाणींचे प्रमाण वाढेल आणि हळूहळू आपण खोल पाण्यातील अजूनही अज्ञात असलेले सागरी जीवन नष्ट करत जाऊ. अक्षय विकासाचा जयघोष करत आपणच आपल्याला शाबासकी देत राहू. आपल्या चुकांची शिक्षा निसर्ग किती काळाने देईल ते माहीत नाही, पण ती मिळणार आहे हे मात्र नक्की आहे.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

ग्रंथाली

विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके

मूल्य ६०० रु. सवलतीत ३५० रु.
मूल्य ७५० रु. सवलतीत ४५० रु.
मूल्य ७५० रु. सवलतीत ४५० रु.
मूल्य ४०० रु. सवलतीत २५० रु.
मूल्य ३५० रु. सवलतीत २१० रु.
मूल्य १५० रु. सवलतीत ९० रु.
मूल्य २०० रु. सवलतीत १२० रु.

मूल्य १०० रु. सवलतीत ६० रु.
मूल्य २५० रु. सवलतीत १५० रु.
मूल्य ३५० रु. सवलतीत २१० रु.
मूल्य ३०० रु. सवलतीत १८० रु.
मूल्य ३५० रु. सवलतीत २१० रु.
मूल्य ३५० रु. सवलतीत २१० रु.
मूल्य ७५० रु. सवलतीत ५०० रु.

पक्ष्यांचे स्थलांतर

डॉ. अनूप केळकर

''**हजारो** वर्षांपासून पक्ष्यांच्या जीवनातील विचित्र आणि गूढ घटना, त्यांचा स्थलांतरित प्रवास, ठरावीक अंतराने, अचूकतेसह पुनरावृत्ती मानवजातीसाठी आश्चर्यचकित आणि कौतुकास्पद करणारी आहे.'' - H. Gtke, 1895

पक्ष्यांचे सर्वात महत्त्वाचे वैशिष्ट्ये म्हणजे ते उडू शकतात. उड्डाण त्यांना उत्तम गतिशीलता आणि त्यांच्या हालचालींवर नियंत्रण देते. पक्ष्यांच्या अनेक प्रजाती हजारो किलोमीटर

महासागर, वाळवंट आणि इतर प्रतिकूल वातावरण ओलांडून प्रवास करू शकतात. लांब पल्ल्याच्या उड्डाणामुळे पक्ष्यांना प्रतिकूल क्षेत्र ओलांडता येते. अन्यथा त्यांच्या अस्तित्वाला धोका निर्माण होऊ शकतो. बहुतेक पक्षी अशा आकाराचे असतात जे त्यांना हवेत उड्डाण करण्यास साह्य करतात. त्यांच्या पंखांचे आकार कार्यक्षम उड्डाण सुनिश्चित करतात.

त्यांच्याकडे उत्तम अभिमुखता आणि मार्गक्रमण कौशल्ये असतात आणि ते पूर्वी भेट दिलेली दुर्गम ठिकाणे लक्षात ठेवण्यात आणि पुन्हा शोधण्यात सक्षम असतात. पक्षी वेगवेगळ्या ऋतूंमध्ये मोठ्या प्रमाणावर दूरवरच्या क्षेत्रांवर जाऊन, वर्षानुवर्षे एकाच ठिकाणी वारंवार परत येऊ शकतात. त्यांची ही प्रवासी जीवनशैली कमी गतिशील प्राण्यांसाठी अशक्य आहे. इतर प्राण्यांच्या गटात जसे कीटक, सस्तनधारी प्राणी, पेलियाजिक कासव आणि मासे यांमध्ये स्थलांतर दिसत असले तरी हे पक्ष्यांच्या स्थलांतराच्या तुलनेत व्यापक आणि विकसित नाही. बहुतेक पक्षी उड्डाणाद्वारे स्थलांतर करतात, पण पेंग्विन आणि इतर समुद्री पक्षी स्थलांतरासाठी पोहण्याचा पर्याय वापरतात. काही जमिनीवर राहणारे पक्षी आपल्या प्रवासाचा अंशतः भाग किंवा संपूर्ण प्रवास चालून पूर्ण करतात.

स्थलांतर (Migration) हा शब्द लॅटिन शब्द Migrera वरून आला आहे ज्याचा अर्थ प्रवास करणे. स्थलांतर म्हणजे प्रजनन किंवा घरटे बनवण्याच्या ठिकाणापासून आहार किंवा विश्रांतीच्या ठिकाणापर्यंत पक्ष्यांची नियमित, नियतकालिक आणि दुहेरी हालचाल असते. पक्षी अप्रवासन (Immigration)/ आणि उत्प्रवासन (Emigration) अशी दुतर्फा हालचाल दाखवतात. इतर प्राण्यांमध्ये, स्थलांतर म्हणजे फक्त अप्रवासन (Immigration) असते. त्यात परतीचा प्रवास नसतो. उत्प्रवासनमध्ये (Emigration) पक्ष्यांची हालचाल अन्नक्षेत्र ते प्रजनन क्षेत्र, तर अप्रवासनमध्ये (Immigration) पक्ष्यांची हालचाल प्रजननक्षेत्र ते अन्नक्षेत्र अशी होते. अन्नाची टंचाई आणि प्रतिकूल वातावरण या दोन कारणांमुळे पक्ष्यांचे स्थलांतर होत असते. काही पक्षी स्थलांतर करत नाहीत. त्यांना रहिवासी किंवा निवासी पक्षी म्हणतात. पर्यावरणीय परिस्थितींना सामोरे जाताना अधिक सहनशील असतात, उदाहरणार्थ, हंस. पर्यावरणीय परिस्थितीनुसार अन्नात बदल होत असल्याने ते त्यानुसार जुळवून घेतात.

स्थलांतराचे प्रकार

(१) अल्टिट्युडिनल मायग्रेशन किंवा व्हर्टिकल मायग्रेशन - पक्षी पर्वतराजींच्या माथ्यापासून पर्वतांच्या खोऱ्यात स्थलांतर करतात. स्थानिक हवामानातील बदलांच्या प्रतिसादात उच्च स्थानांतर होते. या प्रकारचे स्थलांतर हे कमी अंतराचे स्थलांतर आहे, व्हायोलेट-ग्रीन स्वॅलोज, विलो पाटार्मिगन, ग्रेब्स आणि कूट्स हे अल्टिट्युडिनल स्थलांतर दर्शवतात.

(२) अक्षांश स्थलांतर - हे एक लांब पल्ल्याचे स्थलांतर आहे. हे एक तर उत्तर गोलार्धापासून दक्षिण गोलार्धात किंवा त्याउलट होते. हिवाळ्यात, पृथ्वीचे उत्तर गोलार्ध बर्फाने झाकलेले असते, तेव्हा पक्षी आश्रयासाठी दक्षिणेकडे स्थलांतर करतात. अनेक उत्तर अमेरिकन आणि युरेशियन पक्षी दक्षिण अमेरिका आणि आफ्रिकेच्या खालच्या आणि उष्ण भागात हिवाळा घालवण्यासाठी विषुववृत्त ओलांडतात. उदाहरणार्थ, अमेरिकन गोल्डन प्लोव्हर (प्लुव्हियालिस डोमिनिका)

अर्जेंटिनाच्या पम्पासमध्ये शीत ऋतूचे महिने घालवतो. सायबेरियन क्रेन सायबेरियातून येतात, हिमालय पर्वतरांगा पार करतात आणि भारताच्या भरतपूरमधील केवलादेव राष्ट्रीय उद्यानात येतात. हे थंड रक्ताचे आहेत. त्यामुळे हिवाळ्यात ते कमी तापमान सहन करू शकत नाहीत म्हणून दक्षिणेत स्थलांतर करतात. कोकिळ हा दक्षिण गोलार्धातील निवासी पक्षी आहे. स्थलांतरादरम्यान तो भारतात प्रजनन करतो आणि दक्षिण पूर्व आफ्रिकेकडे स्थलांतर करतो आणि उन्हाळा तेथे घालवतो. उन्हाळा संपताना दक्षिण गोलार्धात परत येते. या संपूर्ण चक्रात त्यांचा सुमारे ७५०० किलोमीटर प्रवास होतो.

(३) रेखांश स्थलांतर – पक्षी पूर्वेकडून पश्चिमेकडे किंवा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे स्थलांतर करतात. सामान्यतः स्टारलिंग, कॅलिफोर्नियातील गल अनुदैर्ध्य स्थलांतर दाखवतात. स्टारलिंग पूर्व युरोपमधून स्थलांतर सुरू करते आणि पश्चिम आशियापर्यंत जातात. तर कॅलिफोर्नियातील गल पश्चिमेकडून प्रशांत महासागराच्या किनाऱ्याकडे स्थलांतर दर्शवतात.

(४) संपूर्ण पक्षीजमातीचे स्थलांतर – या प्रकारच्या स्थलांतरामध्ये विशिष्ट अधिवासात राहणाऱ्या प्रजातीचे सर्व सदस्य स्थलांतरात सहभागी होतात. आर्क्टिक टर्न एकूण स्थलांतर दर्शवते.

(५) आंशिक स्थलांतर किंवा अपूर्ण स्थलांतर – विशिष्ट अधिवासात राहणाऱ्या प्रजातीतील काही सदस्यच स्थलांतर करतात. ब्लू जेस, सॉन्गथ्रश, फिंच, स्पूनबिल्स आंशिक स्थलांतर दर्शवतात.

(६) दैनंदिन स्थलांतर – ते फक्त दिवसा पक्षी दाखवतात. कावळे, रॉबिन्स, हॉक्स, क्रेन, गुसचे दैनंदिन स्थलांतर दाखवते.

(७) रात्रीचे स्थलांतर – हे फक्त रात्रीच्या वेळी होते. उदाहरणार्थ चिमण्या, वार्बलर निशाचर

(८) रोजचे स्थलांतर – हे सकाळी सुरू होते आणि संध्याकाळी संपते. कावळे, मैना ह्या स्थलांतरचे उदाहरण आहे.

(९) मोसमी स्थलांतर – हे केवळ अन्न किंवा प्रजननासाठी विशिष्ट ऋतूंमध्ये होत असते. ते एक तर उन्हाळा किंवा हिवाळ्यात असू शकते. वसंतऋतूत किंवा उन्हाळ्यात पक्षी दक्षिणेकडून उत्तरेकडे येतात, प्रजनन करतात आणि शरद–ऋतूमध्ये दक्षिणेकडे निघतात. स्विफ्ट, कोकिळ हे पक्षी मोसमी स्थलांतर दर्शवतात. पक्ष्यांच्या हालचाली मुख्यत: वसंत आणि शरदऋतूमध्ये होतात. परंतु हे जगाच्या एका किंवा दुसऱ्या भागात वर्षाच्या प्रत्येक महिन्यात होऊ शकतात.

(१०) अनियमित स्थलांतर – ते अन्नाच्या शोधात आपल्या वस्तीपासून दूर सर्व दिशांनी स्थलांतर करतात. बगळे, काळे करकोचे, ठिपकेदार गरुड, मधमाशी खाणारे भक्षक याप्रकारचे स्थलांतर दर्शवतात.

पक्ष्यांच्या स्थलांतराचे उद्देश अन्नस्रोतांची उपलब्धता आणि प्रजननाला अनुकूल हवामान शोधणे हेच आहेत. पक्ष्यांमधे स्थलांतराची प्रवृत्ती कधी सुरू झाली हा संशोधनचा विषय आहे. एका सिद्धांतानुसार, पक्ष्यांचे मूळ निवासस्थान उत्तर गोलार्ध होते प्लॅस्टोसीन युगात तेथील हवामान, आनंददायी आणि पक्ष्यांना राहण्यासाठी योग्य होते. परंतु या कल्पाच्या शेवटी प्रचंड हिमपात होऊन उत्तरगोलार्ध बर्फाच्या चादरीने झाकला गेला. वाढत्या हिमनद्या आणि वाढत्या थंडीमुळे पक्ष्यांना स्थलांतर करणे भाग पडले आणि त्यांनी तेथून स्थलांतर केले. हिमनद्या मागे सरकल्या तेव्हा हवामान सामान्य झाले आणि पक्षी मूळ स्थानात परतले. अशा प्रकारे पक्ष्यांचे आधुनिक प्रवास हिमयुगातील परंपरेचे प्रतिनिधित्व करतात. प्रसिद्ध पक्षीशास्त्रज्ञ विल्यम रोवनच्या मताप्रमाणे पूर्वजांच्या प्रयत्नांची वैशिष्ट्ये आधुनिक पक्ष्यांमध्ये वारशाने मिळतात. त्यामुळे वातावरण, हवामान आणि अंतर्गत शारीरिक परिस्थिती यांच्या संयोगाने पक्ष्यांमध्ये स्थलांतर प्रवृत्ती निर्माण झाली असावी.

पक्ष्यांचे प्रवासाचे मार्ग जवळजवळ संपूर्ण पृथ्वीवर पसरलेले आहेत. स्थलांतरित पक्ष्यांच्या ४०० हून अधिक प्रजाती भारताला भेट देत असल्याचे नोंदले गेले आहे. या उड्डाणादरम्यान ते जगभरातील नऊ फ्लायवे (मध्य आशियाई फ्लायवेसह ज्यात भारतासह तीस देशांचा समावेश होतो) आणि काही असामान्य मार्ग वापरतात. हे पक्षी, ज्यांना पॅसेज मायग्रंट म्हणतात, ते हिंदी महासागर ओलांडण्यापूर्वी आणि आफ्रिकेतील त्यांच्या हिवाळ्याच्या ठिकाणी पोहोचण्यापूर्वी पश्चिम भारतात विश्रांतीसाठी आणि नवचैतन्य मिळवण्यासाठी थोडी विश्रांती घेतात. स्थलांतराच्या परिणामी पक्ष्यांचे वितरण स्थानिक, प्रादेशिक आणि जागतिक स्तरावर सतत बदलत असते. पक्ष्यांचे स्थलांतर हजारो किलोमीटरपर्यंत असू शकते. दरवर्षी अनेक किनाऱ्यावरील पक्षी (Shore birds), काही समुद्री पक्षी (Sea birds), अनेक प्रकारची गिधाडे आणि इतर अशा लांबलचक हालचाली करतात. आर्क्टिक टर्न हा पक्षी सर्वांत मोठे स्थलांतर करतो. तो उत्तर ध्रुव ते दक्षिण ध्रुव व परत उत्तर ध्रुव असा जवळजवळ ३६,००० किलोमीटरचा प्रवास एका वर्षात करतो. हा लांब आणि कठीण प्रवास आहे. स्थलांतरित पक्ष्यांच्या क्षमता त्यातून उत्तम प्रकारे प्रतीत होते. जमिनीवरील पक्ष्यांमध्ये नियमितपणे उडणाऱ्या प्रजातींद्वारे लांबचा प्रवास उत्तर युरेशिया आणि दक्षिण आफ्रिका किंवा ऑस्ट्रेलिया, किंवा उत्तर अमेरिका आणि दक्षिण अमेरिका किंवा ऑस्ट्रेलिया दरम्यान अचूक केला जातो. पक्ष्यांची स्थलांतराचे प्रमुख हवाई मार्ग – अ) निओ आर्क्टिक – निओ ट्रॉपिकल मार्ग (हयात पक्ष्यांचे स्थलांतर उत्तर आणि दक्षिण अमेरिकेदरम्यान होते), ब) युरेशियन – आफ्रिकन मार्ग –(युरोप, आशिया आणि आफ्रिका या खंडांच्या दरम्यान होणारे स्थलांतर), क) ऑस्ट्रेलियन हवाई मार्ग – दक्षिण पूर्व आशिया आणि

ऑस्ट्रेलिया या दरम्यान होणारे स्थलांतर, ड) पेलॅजिक हवाई मार्ग - (समुद्रावर होणारे स्थलांतर) आहे. पक्ष्यांचे काही लांब अंतराचे स्थलांतर चित्र १ मध्ये दर्शवले आहे.

Alaskan population of Pacific Golden Plover Pluvialis dominica; 2. rctic Tern Sterna paradisaea, 3 Swainson's Hawk Buteo swainsoni, 4 Snow Goose Chen Caerulescens 5.Many north merican breeding species that cross the Gulf of Mexico, 6 Ruff Philomachus pugnax 7. Manu European breeding species that cross Mediterranean Sea and Sahara Desert. 8 Northern Wheatear Oenanthe oenanthe 9. mur Falcon Falco amurensis10. rctic Warbler Phylloscopus borealis 11 Short-tailed Shearwater Puffinus tenuirostris

*The migration ecology of Birds by Ion Newton 2010.

अलीकडील संशोधनातून असे सूचित होते की पक्ष्यांच्या स्थलांतराला दिवसाच्या कालावधीतील बदल कारणीभूत होतो. दिवस जसा लहान अथवा मोठा होतो तसा त्याचा पक्ष्यांच्या शरीरातील पीयूष (Pituitary) आणि पिनीअल (Pinneal) ग्रंथींवर परिणाम होतो. त्यामुळे पक्षी अस्वस्थ होतात आणि योग्य वेळ आली की स्थलांतराचा प्रवास सुरू करतात. इतर प्राण्यांच्या तुलनेत पक्षी केवळ होमिओथर्मिक (उबदार रक्ताचे) नसतात तर त्यांच्याकडे अपवादात्मकपणे कार्यक्षम श्वसन, हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी आणि चयापचय प्रणालीदेखील असते. ही सर्व प्रणाली एकत्रितपणे पंखांच्या स्नायूंमध्ये ऑक्सिजन आणि ऊर्जासमृद्ध इंधनाचा पुरवठा चांगल्या प्रकारे होण्यासाठी समन्वय साधते आणि मलमूत्र त्वरित शरीराच्या बाहेर टाकले जाते. अशा रितीने स्नायूंच्या वेदना आणि थकवा टाळता येतो.

स्थलांतराचा सर्वात आश्चर्यकारक पैलू म्हणजे पक्षी लांब अंतरावर आपला मार्ग शोधतात. त्यांचे मार्गदर्शक आणि मदतनीस कोण असतात? प्रजनन आणि हिवाळ्याची ठिकाणे वेगवेगळ्या खंडांमध्ये हजारो किलोमीटर अंतरावर असली तरीही बऱ्याच पक्ष्यांच्या प्रजाती वर्षानुवर्षे एकच मार्गावर स्थलांतर सक्षमपणे करत असतात. मानवी मार्गदर्शकांप्रमाणे पक्षी आणि इतर प्राणी केवळ विश्वसनीय संदर्भप्रणालीच्या मदतीने लांब पल्ल्याचा मार्ग शोधू शकतात. पक्षी स्थलांतरसाठी भू-चुंबकीय आणि खगोलीय संकेतांवर आधारित दोन प्रकारच्या प्रणाली वापरतात (दिवसा सूर्य आणि रात्री तारे) हे संशोधनात सिद्ध झाले आहे. नद्या, नद्यांची खोरी, किनारपट्टी, महासागर, वाळवंट, पर्वतरांगा इत्यादी भौगोलिक वैशिष्ट्ये पक्ष्यांना एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी जाण्यासाठी मार्गदर्शन करतात.

पक्ष्यांच्या स्थलांतराची वेळही तितकीच उल्लेखनीय आहे. अनेक लांब पल्ल्याचे पक्षी दरवर्षी त्याच तारखेला त्यांच्या घरट्याच्या किंवा हिवाळ्याच्या ठिकाणी येतात. हे पक्ष्यांमध्ये अचूक वेळेच्या यंत्रणेचे अस्तित्व दर्शवते. बाह्य उत्तेजनांना प्रतिसाद म्हणून दरवर्षी सुमारे समान तारखांना स्थलांतरित करतात. परिस्थिती प्रजननासाठी योग्य बनते तेव्हा त्यांचे जैविक घड्याळ त्यांच्या घरट्याच्या भागात पोहोचवते. परिस्थिती प्रतिकूल होण्यापूर्वी म्हणजे जिवाला धोका निर्माण होण्यापूर्वी ते स्थलांतर करून निघून जातात. वसंतऋतूमध्ये दिवस मोठा होतो. तापमान नियमनात कमी ऊर्जा वापरली जाते. त्यामुळे गोनाड ग्रंथी अधिक क्रियाशील होतात. डोनाल्ड फार्मर यांनी सांगितले, की गोनाडचा विकास, पंख वाढवणे आणि चरबी साठवणे दिवसांच्या लांबीवर (वसंतऋतू) अवलंबून असते. पिनियल ग्रंथी हायपोथालेमसला प्रतिसाद देते. हायपोथालेमस पिट्युटरी ग्रंथी उत्तेजित करते. पिट्युटरी ग्रंथी गोनाडोट्रोपिन हार्मोन स्रवते आणि गोनाड सक्रिय होते आणि पक्ष्यांची स्थलांतर करण्याची इच्छा प्रबल होते आणि शेवटी ते लहान पिल्लांचे प्रजनन आणि संगोपन करण्यासाठी उत्तर भागात स्थलांतर करतात. जुलैच्या मध्यात पक्षी दिवसाच्या लांबीबद्दल असंवेदनशील बनतात. शरदऋतूतील लहान दिवस, प्रतिकूल वातावरण आणि गोनाड असंवेदनशीलता, पक्ष्यांना दक्षिणेकडे स्थलांतरासाठी तयार करतात. काही स्थलांतरित पक्षी विषुववृत्ताजवळ हिवाळा घालवतात जेथे दिवसाची लांबी वर्षभर एकसमान असते.

पक्ष्यांची ओळख होण्यासाठी, त्यांचा हालचाली आणि त्यांच्या जीवनाचा इतिहास जाणून घेण्याकरता पक्ष्याच्या पायावर किंवा पंखाला क्रमांकित धातूपट्टी किंवा प्लास्टिक टॅग लावले जातात. ह्या पद्धतीला इंग्लंडमध्ये बर्ड रिंगिंग किंवा अमेरिकेत बर्ड बँडिंग म्हणतात. बर्ड-रिंगिंगचा मुख्य फोकस 'डेमोग्राफिक' माहिती गोळा करणे हा असतो. बर्ड-रिंगिंगमध्ये पक्षी पकडणे, त्यांच्या एका पायाभोवती लहान धातूची रिंग सुरक्षित करणे आणि पक्ष्यांची प्रजाती, वय, लिंग, पंखांची लांबी आणि वजन यांची योग्य नोंद करणे यांचा समावेश होतो. प्रत्येक रिंगवर केवळ एक विशिष्ट क्रमांक नाही, तर त्यावर रिंगिंग संस्थेचे

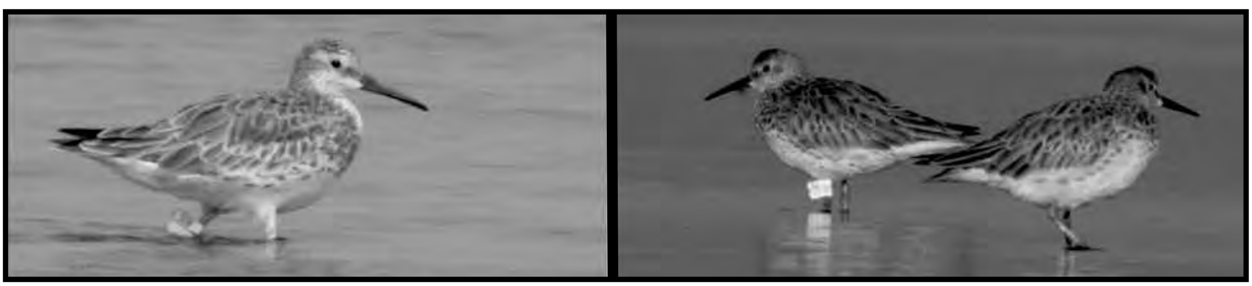
नावदेखील कोरलेले असते. म्हणून तोच पक्षी शास्त्रज्ञांना दुसऱ्या ठिकाणी, कदाचित वेगळ्या देशात किंवा खंडातही सापडतो, तेव्हा तो केव्हा आणि किती दूर गेला हे ठरवणे सोपे जाते. या धातूच्या पट्ट्या हलक्या असतात आणि पक्ष्यांच्या उड्डाणामध्ये अडथळा येत नाही. महाराष्ट्रात बॉम्बे नॅचरल हिस्टरी सोसायटी (BNHS) ही संपूर्ण वन्यजीव संशोधन संस्था सन १८८३ पासून निसर्गसंवर्धनासाठी प्रोत्साहन देत आहे.

छोटा चिखल्या (Lesser Sand Plover)

१५ एप्रिल २०२३ रोजी चिंचणी, जिल्हा पालघर येथे छोटा चिखल्याचे (लेसर सँडप्लोवर) निरीक्षण करण्यात आले. हा पक्षी मार्च २०२२ मध्ये अलिबागजवळील अक्षी समुद्रकिनाऱ्यावर टॅग करण्यात आला होता. २०२२-२३च्या हिवाळ्यात हा पक्षी पुन्हा अक्षी येथे परतला. तिथे तो काही वेळा राहिला. १५ एप्रिल २०२३ मध्ये चिंचणी समुद्रकिनाऱ्यावर या पक्ष्याचे दर्शन घडल्याने त्याने परतीचा प्रवास सुरू केला आहे आणि स्थलांतरात चिंचणी येथे दिसला. असेच #5GM आणि #1LJ हे टॅग लावलेले मोठा जलरंजक (Great Knot) पक्षी ४ मार्च २०२३ रोजी चिंचणीला दिसले, ह्यांना डिसेंबर आणि नोव्हेंबर २०२२ मधे BNHS तर्फे ठाणे क्रीकमध्ये लेबल लावले गेले होते.

पक्ष्यांच्या स्थलांतराच्या अभ्यासाकरता आता सॅटेलाइट टेलिमेट्रीचे तंत्रज्ञान उपलब्ध झाले आहे. उपग्रह टेलिमेट्रीमध्ये, पक्ष्याच्या शरीरावर ट्रॅकिंग उपकरण (GPS) आणि अर्गोस टॅग लावतात. अभ्यास करण्यासाठी सामान्यतः दोन प्रकारचे सॅटेलाइट टॅग वापरले जातात. GPS टॅग उपग्रहाकडून वेळ आणि स्थितीबद्दल माहिती प्राप्त करतात आणि संकलित करतात आणि ही माहिती अचूक स्थान (अक्षांश, रेखांश आणि समुद्रसपाटीपासूनची उंची) मोजण्यासाठी वापरतात. GPS टॅगसारख्या उपग्रहाकडून माहिती प्राप्त करण्याऐवजी, Argos टॅग उपग्रहांच्या प्रणालीला माहिती पाठवतात. उपग्रह नंतर टॅगचे स्थान पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील प्राप्तकर्त्यांकडे पाठवतात. फ्रेंच स्पेस एजन्सी, यू.एस. नॅशनल ओशनिक अँड ॲटमॉस्फेरिक ॲडमिनिस्ट्रेशन (NOAA) आणि NASA मधील शास्त्रज्ञांनी १९७८ मध्ये अर्गोस उपग्रह प्रथम कक्षेत सोडले होते. सजीवांचा मागोवा घेणे आणि आपले वातावरण अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेणे हे अर्गोसचे ध्येय आहे. GPS आणि Argos सॅटेलाइट टॅग दोन्ही शास्त्रज्ञांना ठरावीक वेळी पक्ष्याचे अचूक स्थान सांगतात. हे GPS टॅगच्या मदतीने पक्ष्यांची काही अतुलनीय व अकल्पित माहिती समोर आली आहे. बार टेल्ड गोडबिट नावाच्या पक्ष्याने एक अनोखा विश्वविक्रम केला आहे. या पक्ष्याने ११ दिवसांत न थांबता १३ हजार ५६० कि.मी. अंतर उडून पार केले! बार टेल्ड अलास्कातून १३ ऑक्टोबर २०२२ रोजी निघाला होता आणि २५ ऑक्टोबर २०२२ ला टास्मानियात पोहोचला. ह्याला ट्रॅक करण्यासाठी त्याच्या पाठीवर फाइव्ह जी सॅटेलाइट टॅग लावण्यात आला होता. यामुळे त्याच्या प्रवासाचा तपशील मिळणे शक्य झाले. या अकरा दिवसांमध्ये पक्ष्याने काही खाल्ले नाही किंवा प्यायले नाही. पक्ष्याच्या पाठीवर लावण्यात आलेल्या टॅगचा नंबर २३२४६८४ असा होता. हीच या पक्ष्याची ओळख आहे. बार टेल्डने ओशिनिया, वानुअतू आणि न्यू केलडोनिया बेटांवरून प्रवास केला आणि थेट टास्मानियात जमिनीवर उतरला.

पक्ष्यांना एवढ्या मोठे व विनाथांबा उड्डाण करता येते त्याची दोन महत्त्वाची कारणे म्हणजे त्यांची विशिष्ट शारीरिक रचना आणि स्थलांतरापूर्वी त्यांचा शरीरात होणारे आतंरिक बदल. उदाहरणार्थ, बार टेल्ड गोडविट अलास्कामध्ये प्रजनन करतात आणि नंतर पॅसिफिक महासागरात उड्डाण



#5GM आणि #1LJ टॅग लावलेले मोठा जलरंजक (Great Knot)

करत न्यूझीलंडपर्यंत अनेकदा विनाथांबा, विनाविश्रांती, फक्त आठ ते दहा दिवसांत पोहचतात. त्यांची हिवाळी आणि दक्षिणेकडील दोन्ही घरे अन्नाने समृद्ध असतात. पिल्ले वाढवण्यासाठी आणि त्यांच्या स्वतःसाठी, तसेच त्यांच्या दीर्घ उड्डाणांसाठी इंधन भरण्यासाठी त्यामुळे अडचण येत नाही. बार टेल्ड गोडविट पॉवर उड्डाण करतात, तेव्हा त्यांचे पंख सतत फडफडवतात. उंच जाण्यासाठी किंवा सरकण्यासाठी खूप ऊर्जा लागते. त्यामुळे पक्ष्यासाठी वजन कमी असणे महत्त्वाचे आहे. ते त्यांच्या उड्डाणाच्या वेळी काही खात नाहीत अर्थात प्रवासच्या वेळी पूर्ण आकाराच्या पचन करणाऱ्या अवयवांची गरज नसते. ह्या कारणाने स्थलांतराच्या पूर्वी त्यांचे यकृत, मूत्रपिंड पोट आणि आतडे अक्षरशः एकचतुर्थांशपर्यंत आकुंचित होतात आणि त्यांच्या उड्डाणासाठी वापरण्यात येणाऱ्या स्नायूंचा सापेक्ष आकार वाढतो. आपल्या गंतव्य स्थानावर पोहोचल्यावर त्यांचे पचनसंस्थेतील अवयव पुन्हा सामान्य आकाराचे होतात.

या पक्ष्यांबद्दल अजूनही बरेच काही आहे जे आपल्याला समजलेले नाही. बार टेल्ड गोडविट त्यांच्या उड्डाणादरम्यान अजिबात झोपू शकतात की नाही याची अजूनही नक्की माहिती मिळालेली नाही. काही इतर प्राणी, जसे की ग्रेट फ्रिगेट पक्षी आणि डॉल्फिन एका वेळी त्यांच्या अर्ध्या मेंदूसह उंच उडताना किंवा पोहताना झोपू शकतात. हेच बार टेलेड गॉड विट्स आणि इतर लांब अंतर पार करणारे पक्षी मोठ्या आणि तुलनेने वैशिष्ट्यहीन भागांवर कसे मार्ग काढतात हेही माहीत नाही. त्यांचा मेंदू हे अजूनही एक रहस्य आहे.

पक्ष्यांच्या स्थलांतराचा एक मनोरंजक पैलू असा आहे की त्यांना निसर्गाने वर्षाच्या योग्य वेळी योग्य गोष्टी करण्यासाठी काटेकोरपणे तयार केले आहे. जन्मजात वेळापत्रकाच्या निश्चितीशिवाय पक्ष्याने केव्हा स्थलांतर करावे, कोणत्या दिशेने उड्डाण करावे किंवा किती काळ करावे, किंवा प्रवासात दिशा कुठे बदलावी, किंवा मोठा समुद्र ओलांडण्याच्या तयारीसाठी शरीरात अन्नाचा अतिरिक्त साठा कसा जमा करावा यासारख्या विशिष्ट गोष्टी केव्हा करायच्या हे कळणार नाही. या सर्व पैलूंसाठी एक अंतर्गत वेळापत्रक आवश्यक असते. ते वर्षाच्या योग्य वेळी किंवा प्रवासाच्या विविध टप्प्यांवर विशिष्ट प्रकारच्या वर्तनास प्रोत्साहन देते. तरीही पक्ष्यांमध्ये अंशतः आनुवंशिक नियंत्रित स्थलांतरण पद्धती असूनही जलद बदलासाठी उत्तम लवचीकता दिसते.

स्थलांतराने पक्ष्यांना वर्षाच्या वेगवेगळया वेळी वेगवेगळ्या प्रदेशांतील संसाधनांचा फायदा घेता येतो, पण त्याचीही काही मूल्ये आहेत. स्थलांतरितांना अपरिचित, काही काळ प्रतिकूल प्रदेशातून, विशिष्ट निवासस्थानाशी जुळवून घ्यावे लागते, कधी मर्यादित संसाधनांसाठी तीव्र स्पर्धेचा सामना करावा लागतो आणि मार्गक्रमणातील त्रुटीचे परिणाम भोगावे लागतात. अशा प्रवासाशी संबंधित मृत्युदराचा अंदाज लावणे कठीण असले तरी तो अनेकदा मोठा असू शकतो. वादळांमुळे एका वेळी हजारो किंवा लाखो पक्षी मारले गेले आहेत. मानवी हस्तक्षेपामुळे अनेक स्थलांतरित पक्ष्यांच्या प्रजातींना धोका निर्माण झाला आहे. पक्ष्यांच्या स्थलांतरामध्ये ते अनेकदा देशांच्या राजकीय सीमा ओलांडतात आणि त्यांचा संरक्षण उपायांसाठी आंतरराष्ट्रीय सहकार्याची आवश्यकता असते. स्थलांतराच्या मार्गावर शिकार केल्याने काही पक्ष्यांच्या प्रजातींना धोका निर्माण होतो. भारतात हिवाळयातील सायबेरियन क्रेनची पक्षिसंख्या अफगाणिस्तान आणि मध्य आशियामध्ये मार्गावर शिकार होत असल्यामुळे, विशेषतः कमी झाली आहे. पॉवर लाइन्स, विंड फार्म आणि ऑफशोअर ऑइल-रिग यांसारख्या संरचनांचाही स्थलांतरित पक्ष्यांवर परिणाम होतो. पक्ष्यांचा संरक्षणाकरता हिवाळा आणि प्रजननप्रदेशांमधील स्टॉप-ओव्हर क्षेत्रे महत्त्वाची असतात. तिथे पक्ष्यांच्या स्थलांतरासंदर्भात अभ्यास करायची उत्तम संधी असते. पक्ष्यांच्या स्थलांतराचा अभ्यास करणे खूप महत्त्वाचे आहे. दरवर्षी होणारे स्थलांतर पक्ष्यांना महत्त्वपूर्ण धडे देते आणि त्यांचा अनवरत प्रवास मानवजातीला सदैव प्रेरणा देतो. आपण क्षणभर थांबून आजूबाजूला नजर टाकली तर जीवनाचे अनेक धडे शिकू शकतो. स्थलांतरित पक्षी आपल्याला जीवनाबद्दल काय शिकवतात? आपण जीवनातील अनिश्चिततेबद्दल नेहमी काळजीत असतो. जीवनातील अनिश्चितता हाताळण्यासाठी आपण संघर्ष करतो. जीवनातील प्रत्येक प्रसंगासाठी नियोजन करणे अशक्य आहे हे आपल्याला फारसे कळत नाही. पक्षी त्यांचा जीवनातील वास्तव, अस्तित्वाचे संकट, गंभीर धोके सहज स्वीकारतात. संकटावर मात करण्यासाठी काय करावे हे सांगण्यासाठी ते तज्ज्ञांवर अवलंबून नाहीत. ते अपयशाचा विचारही करत नाहीत. ते विश्वासाची झेप घेतात आणि स्वत:च्या अस्तित्वाला जपण्यासाठी अनाकलनीय व अतुलनीय प्रवास करतात!

– डॉ. अनूप केळकर
वैज्ञानिक अधिकारी (जी)
प्रभारी अधिकारी विश्लेषणात्मक प्रयोगशाला
इंधन संविरचन, एकीकृत नाभिकीय पुनःश्चक्रण संयंत्र (प्र)
नाभिकीय पुनःश्चक्रण बोर्ड, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र,
तारापूर-४०१५०२
anoop@barc.gov.in

कर्णपुराण

सायली घाग

सकाळी उठल्यापासून खोड्या करणारी चुलबुल दिवसेंदिवस खूप द्वाड होत चालली होती. आई तिच्या खोडकरपणाला अगदी कंटाळून गेली होती. आई चुलबुलला म्हणाली, ''कानीकपाळी ओरडूनही तुझा खोडकरपणा काही कमी होत नाही. बाबांचे मी चांगले कान फुंकते, मग तेच बरोबर तुझे कान टोचतील! काही कमी पडलं तर तुझे कानही उपटतील. आता माझे मात्र कानावर हात आहेत. तुझ्या तक्रारी मी आता सरळ बाबांच्याच कानावर घालणार. तुझा खोडकरपणा कर्णोपकर्णी झालाय. तुला कानकोंडं वाटत नाही का?''

चुलबुल म्हणाली, ''कोणी केल्या ग माझ्या एवढ्या तक्रारी? आणि कर्णोपकर्णी म्हणजे ग काय? आणि कानकोंडं की काय म्हणालीस त्याचा अर्थ काय होतो ग?''

आई म्हणाली, ''शब्दांचे अर्थ काय विचारतेस मी इतकी रागावते तरी? कर्णोपकर्णी म्हणजे आजूबाजूला आहेत त्यांना सर्वांना समजलंय! आणि कानकोंडं म्हणजे तुला लाज नावाची काही गोष्ट आहे की नाही! तुझ्या खोड्या सांगायला का कुणी पाहिजेत? तू काय करतेस ते सर्व समजत बरं का मला! भिंतीलासुद्धा कान असतात!''

चुलबुल म्हणाली, ''काय मघापासून कटकट लावली आहेस? माझे मी हे कान आताच बोंबो डॉक्टरांकडे जाऊन काढून टाकते. मग मला काही तुझी कटकट ऐकायलाच येणार नाही.''

इतक्यात कानठळ्या बसणारा आवाज झाला. चुलबुलने कानात बोटे घातली. आई म्हणाली, ''जंगलात कोणीतरी शिकारी आला असावा. चल बघू गपचूप ढोलीत!'' आणि मग आपल्या लाडक्या चुलबुलला जवळ घेत ती प्राण्यांच्या कानांविषयी माहिती सांगू लागली.

''प्राण्यांचे कान भिन्न आकारांचे आणि प्रकारचे असतात. काहीचे मोठे आहेत, आणि काहींचे खूपच लहान आहेत. काहींचे सरळ उभे राहतात तर काहीचे फक्त फ्लॉपी असतात. साप, मुंग्या, बेडूक यांसारख्या काही प्राण्यांना तर कानही नसतात!

मनुष्यांबरोबरच प्राण्यांसाठी निसर्गाकडून मिळालेला कान हा एक विलक्षण अवयव आहे. कान ऐकण्यास मदत करतात. कानांच्या पडद्यावर आपल्या सभोवतालची वेगवेगळी स्पंदनं पडतात, आणि यांत्रिक प्रक्रियेचा वापर करून मेंदूद्वारे प्रभावीपणे लक्षात येण्याजोग्या विशिष्ट स्वरूपात त्यांचं योग्य रितीनं भाषांतर करतात. आवाजाची निर्मिती होते तेव्हा ध्वनिलहरी तयार होतात.

मानवी कान

मग या ध्वनिलहरींचं दबावलहरींमध्ये रूपांतर होतं. या लाटा नंतर कानाच्या कालव्यात प्रवेश करतात. कानलिका वेगवेगळ्या मज्जातंतू सिग्नलमध्ये दाबलहरींचं योग्यरीत्या भाषांतर करतात. नंतर माहितीवर प्रक्रिया करण्यासाठी मज्जातंतू सिग्नल मेंदूला पाठवले जातात. पृथ्वीवर राहणाऱ्या सर्वात लहान कीटकांपासून सर्वात मोठ्या सस्तन प्राण्यांपर्यंत, प्रत्येकाला कान

आहेत. तथापि, येथे एकच गोष्ट आहे की बहुतेक प्राण्यांच्या कानांच्या आकारात निश्चित फरक असतो. कानाचा आकार म्हणजे प्राण्याचे त्याच्या सभोवतालच्या वातावरणाशी जुळवून घेणे.

माशांना कान नसतात, परंतु तरीही ते त्यांच्या अँटेनाद्वारे आवाज समजण्यात सक्षम असतात

डास आणि माशांमध्ये, आवाजामुळे बारीक अँटेनल केस थरथरतात. पतंग आणि फुलपाखरांमध्ये कान जवळजवळ कोठेही, अगदी तोंडाच्या भागावरदेखील असतात. प्रार्थना करणाऱ्या मॅन्टिसेसच्या (म्हणजे एक प्रकारचा नाकतोडा) छातीच्या मध्यभागी एकच, सायक्लोपीन कान असतो. नाकतोड्याचे कान त्याच्या पायाजवळ असतात, तर पाण्यातील माशांचे श्रवणइंद्रिय डोक्याच्या पाठीमागे उजव्या व डाव्या बाजूस एकेक असे हाडाच्या पोकळीत असते. माशांना बाह्य कर्ण, मध्य कर्ण नसतो. तळ्यातील माशांना नेहमी खाणे घालणाऱ्या माणसाच्या पावलांची चाहूल लागताच तळ्यातील मासे चळवळ सुरू करतात. माणसांच्या पावलामुळे उत्पन्न झालेले ध्वनितरंग त्यांच्या कर्णावर जाऊन आदळतात.

सरडे, मगरी या प्राण्यांना बाह्य कर्ण नसतात, पण म्हणून ते बहिरे नसतात. त्यांच्या डोक्यात कानाची छिद्रे असतात. मुंग्यांना कान नसले, तरी मुंग्यांना जमिनीतील कंपने जाणवून ऐकू येते! त्यांच्या पायांवर आणि गुडघ्यांवर असलेले विशिष्ट संवेदक मुंग्यांना त्यांच्या सभोवतालच्या पर्यावरणातून येणाऱ्या वेगवेगळ्या आवाजलहरींचा अर्थ लावण्यास मदत करतात. अनेक अपृष्ठवंशी प्राण्यांमध्ये ऐकण्यासाठी आणि तोल सांभाळण्यासाठी कानांऐवजी खास ज्ञानेंद्रिये असतात. जसे- क्रिकेट कीटक आणि कोळी. यांच्या पायांवर ऐकण्यासाठी खास पडदा असतो. पतंगाच्या वक्षावर प्राथमिक स्वरूपाचे कर्णेंद्रिय असते. या इंद्रियामुळे त्यांना वटवाघळाच्या हल्ल्याची पूर्वसूचना मिळते. अशा प्राण्यांमध्ये कान या इंद्रियाचा विकास कमी-अधिक प्रमाणात झालेला आढळतो.

सशाचे लांब कान असतात जे स्वतंत्रपणे फिरू शकतात. ही खरोखर एक चांगली बाब आहे, कारण त्यांना कोणत्याही

विशिष्ट दिशेने आवाज ओळखण्यासाठी मदत होऊ शकते. या प्राण्यांना एखाद्या विशिष्ट दिशेकडून काही धोका असल्यास ते नेहमी जागरूक असतात. सशांचे कानदेखील थंड वाऱ्याचा वेग पकडून त्यांच्या शरीराचे तापमान नियंत्रित करण्यात मदत करतात. त्यांच्या या प्रकारच्या कानाला जंगम कान म्हणतात. मेंढ्यांचे श्रवणज्ञान अतिशय तीक्ष्ण असते, त्यांना उत्कृष्ट ऐकू येते. त्यांचे कान त्या आवाजाच्या दिशेने निर्देशित करू शकतात. आवाज प्रत्येक कानात थोड्या वेगळ्या वेळी येतो, भुंकणारे कुत्रे किंवा फटाके यांसारख्या मोठ्या आवाजामुळे मेंढ्या घाबरतात. वाघ, सिंह या शिकारी प्राण्यांचे कान समोरासमोर असतात. ते त्यांना त्यांच्या भक्ष्यावर पूर्णपणे लक्ष केंद्रित करण्यास आणि त्याचा पाठलाग करण्यास मदत करतात.

काही देशांमध्ये डुकराचे कान आवडीने खाल्ले जातात, तर बकरीच्या कानांचा उपयोग मानवाच्या ओठ, कान या अवयवांच्या प्लास्टिक सर्जरीमध्ये करतात. मांजरीचे कान उपग्रह डिश किंवा ताटलीसारखे असतात. आवाजलहरी ग्रहण करण्यासाठी ते १८० अंशाच्या कोनामध्ये हलतात. काही निशाचर प्राणी नेहमी रात्री शिकार करतात. म्हणून, या प्राण्यांना मोठे कान असतात. ते खूपच तीक्ष्ण असतात. वटवाघळासारख्या काही प्राण्यांचे कान त्यांच्या डोक्यापेक्षा बरेच मोठे असतात. याचे मुख्य कारण म्हणजे ते त्यांच्या नेव्हिगेशनसाठी (दिशा दाखवणे) पूर्णपणे कानावरच अवलंबून असतात.

मानवांसाठी पाण्याखाली ऐकणे अशक्य आहे. हे खरे आहे की माणसाचे कान पाण्याखाली ऐकण्यासाठी अनुकूल नाहीत. माणसामध्ये कान हे डोक्याच्या बाजूला असतात. बेडूक, सॅलॅमंडर किंवा सेसिलियन यांसारख्या उभयचरांना पाहिले असेल तर, त्यांना बाह्य कान नसतात. उभयचरांचे कान त्वचेच्या खाली असतात. याला आतील कान म्हणतात. सागरी प्राण्यांना आपल्यासारखे बाह्य कान नसतात. त्याऐवजी, त्यांचे कान अदृश्य आहेत. या प्राण्यांना कोणतेही बाह्य कान नसल्यामुळे, पाण्याखाली पोहताना निर्माण होणारे ड्रॅग आवाज टाळणे त्यांच्यासाठी खूप सोपे होते.

पक्ष्यांनाही ऐकण्याची एकच यंत्रणा असते कारण त्यांना

हवेत उडताना येणारा ड्रॅगिंग आवाज टाळावा लागतो. थंड प्रदेशात राहणाऱ्या प्राण्यांना लहान कान असतात. त्यात ध्रुवीय अस्वल, आर्क्टिक कोल्हे आणि इतर अशा प्राण्यांचा समावेश होतो. आणखी एक मनोरंजक गोष्ट लक्षात घेण्यासारखी आहे की बहुतेक प्राण्यांचे कान फरने झाकलेले असतात. हे छोटे कान शरीरातील उष्णतेचं नुकसान कमी करण्यास मदत करतात. फरमध्ये झाकलेले लहान आकाराचं कान त्वचेचं तापमान संतुलित करण्यास मदत करतात.

उष्ण हवामानात राहणाऱ्या प्राण्यांना मोठे कान असतात. या प्राण्यांमध्ये हत्ती, फेनेक कोल्हे आणि इतर काही वाळवंटी प्राण्यांचा समावेश आहे. त्यांचे कान मोठे असण्याचं कारण म्हणजे ते गरम हवामानात थंड राहू शकतात. या प्राण्यांच्या कानाच्या रक्तवाहिन्यांमधून रक्त योग्य प्रकारे जाते आणि त्यामुळे हवेत उष्णता सोडते. अतिउष्णतेमध्ये त्यांचे शरीर थंड करण्यासाठी ही प्रक्रिया अत्यंत महत्त्वाची आहे. सापांचे कान सामान्य प्राण्यांसारखे नसतात. सापांना बाहेरून स्पष्टपणे न दिसणारे शरीराच्या अंतर्गत कान असतात. सापाच्या शरीरात एक छोटंसं हाड असतं. हे हाड जबड्याच्या हाडाला कानाच्या अंतर्गत भागासोबत जोडतं. कोणत्याही ध्वनीचं आकलन सापांना त्यांच्या त्वचेच्या माध्यमातून होते. त्वचेच्या माध्यमातून अंतर्गत कानाच्या मदतीनं सापांच्या मेंदूकडे आवाज जातो आणि सापांना ध्वनींचं आकलन होतं.

कुत्रा, मांजर, डॉल्फिन, व्हेल, वटवाघूळ, उंदीर हे अल्ट्रासाउंड ऐकू शकतात. म्हणजे ध्वनि मोजमापक ट्वेंटी झेड (20 Z) आवाज त्यांना ऐकू येतो. झाडांची ही किंकाळी ही फक्त आजूबाजूच्या वनस्पतींपर्यंतच पोहोचत नाही, तर वटवाघूळ, उंदीर यांसारख्या प्राण्यांपर्यंत पोहोचते. बऱ्याचदा हे प्राणीसुद्धा झाडांच्या मदतीसाठी पुढे येतात. झाड वाचवण्यासाठी प्रयत्न करतात. संशोधनात सहभागी असणारे तेलअविव विद्यापीठातील बायोलॉजिस्ट लिहेच हेडेनी यांचा असा दावा आहे की, वनस्पतींवर वाढणाऱ्या अनेक प्राण्यांच्या प्रजाती त्यांना मदत करण्याचा प्रयत्न करतात.दरम्यान, वनस्पती या सजीव आहेत. परंतु अनेकदा त्यांच्या आवाज आपल्याला ऐकू येत नाही. त्यांनाही जगण्यासाठी आवश्यक गोष्टी मिळाल्या नाहीत, तर इतर सजीवांप्रमाणे त्रास होतो, हे या अभ्यासातून स्पष्ट झालं आहे.''

कानांच्या या विविध गमतीशीर गोष्टी ऐकून चुलबुल फार भारावून गेली आणि आपल्या कानांची नीट काळजी घेण्याचे वचन तिने आईला दिले, आणि चुलबुल सुमती पायगावकर यांचे गाणे ती गुणगुणू लागली.

असे कसे कानबाई असे कसे कान
याला दोन त्याला दोन
सगळ्यांना दोन-दोन पण,
गमतीदारच कान बाई गमतीदारच कान
बकरीबाईचे लोंबकळलेले
ससेभाऊचे उभारलेले
वासरूभाऊचे टवकारलेले, बघा ना ते कान.
म्हैसमाईचे कणसाएवढे
हत्तीदादाचे सुपाएवढे
उंदीरभाऊचे शिंपीएवढे, पण काळेकुट्ट कान
माणसाचेदेखील दोन कान, पण
हलत नाही डुलत नाहीत
आहेत बाकी मऊ मऊ, चिमुकले नि छान!

इतक्यात चुलबुलचे बाबा घरी आले आणि चुलबुलला म्हणाले, ''कोणत्या अशा गोष्टी आहेत ज्यांना कान आहेत पण ऐकू येत नाही? दे बरं माझ्या कोड्याचे उत्तर!''

त्यावर चुलबुल आणि आई मोठ्याने हसू लागल्या. बाबा त्यांच्याकडे पाहतच राहिले! चुलबुल म्हणाली, ''बाबा, तुम्ही! आई तर ओरडत असते, मी इतकं बोलतेय, पण मुळीसुद्धा ऐकू येत नाही ह्या माणसाला!'' आई व बाबा जोरजोरात हसू लागले. चुलबुल म्हणाली, ''बाबा, आता तुम्ही सांगा, ज्यांना कान आहेत, पण ऐकू येत नाही, असे बाबा सोडून अजून कोण?''

बाबा उत्तरले, ''वा! गुरूची विद्या गुरूलाच का?''
कान असतो कपाला, पण ऐकू त्याला येत नाही!
कान असतो मक्याला, त्यालाही ऐकू येत नाही!

– सायली घाग
sayalig2710@gmail.com

हिमोग्लोबिनबाई

प्रियांका बर्डे

अथर्वच्या ताईच्या कॉलेजमध्ये रक्तदानशिबिर होते. रक्तदान केले म्हणून मागील वर्षी कॉलेजकडून तिला प्रशस्तिपत्रक व रक्ताची भविष्यात कधी गरज भासल्यास रक्त उपलब्ध करून देणारे एक 'आय कार्ड' देऊन गौरवण्यात आलेले होते. या वर्षी मात्र तिची ही संधी हुकली होती. तिचे रक्त नाकारण्यात आले होते! ती रडतच घरी आली. ती का रडते ह्याची अथर्वने चौकशी केली. मग आजीने प्रेमाने तिच्या पाठीवरून हात फिरवत खूपदा विचारल्यावर शेवटी ताई रडणे आवरत आजीला म्हणाली, ''अग आजी, मला आज रक्तदान करायलाच मिळाले नाही. मागील वर्षीचे माझे अनुभव लोकांना ऐकवत मी कॉलेजभर मिरवत राहिले. सर्वांना आवर्जून रक्तदान करण्याचे फायदे समजावले आणि आज बहुतेकांनी रक्तदान केलेही. मग आज मलाच का डॉक्टरांनी सांगितले, की 'तुझे हिमोग्लोबिन कमी आहे म्हणून?' त्यामुळे त्यांनी माझे रक्त स्वीकारले नाही. रीना, टीना, रीमा, मानसी, मधुकर, मधुरा, चारू या सर्वांना रक्तदान करता आले! पण त्यांना मी तिथे नेऊन मला मात्र करता आले नाही!''

अथर्वला आता तिच्या त्राग्याचा उलगडा झाला.

''तो हिमोग्लोबिन की काय म्हणे त्याची ऐशी की तैशी! त्याचा मी नायनाट करून टाकणार...!'' अथर्वने निश्चय केला! सगळे खदखदून हसले. ताईने तर अथर्वचे पापेसुद्धा घेतले. तितक्यात आई जेवणाची ताटे घेऊन आली. सर्व जण एकत्र जेवायला बसले. हा हिमोग्लोबिन अथर्वला मात्र शत्रूगत वाटू लागला. पण हा बंदा सापडणार कोठे, तर रक्तात! दुसऱ्या दिवशी सकाळी पटकन तयारी करून अथर्व शाळेत पोहोचला. त्याला हिमोग्लोबिनबद्दल सरांना विचारायचे होते.

योगायोगाने एक नवीन शिक्षिकाच वर्गात दाखल झाल्या. त्यांच्यामागून इतर वर्गातून नाटकाच्या तालमीकरता सतत बाहेर असणारी पोरे व पोरीही शिरल्या. काही वेळात त्यांनी पटापट दोन बाकांमध्ये आपली जागा निश्चित केली आणि ते स्थानापन्न झाले. बहुतेकांनी लाल पोशाख परिधान केला होता, तर एक दोघींना तसा पोशाख न मिळाल्यामुळे म्हणून बहुधा लाल ओढण्या घेतलेल्या होत्या. आज काहीतरी खास घडणार होते!

बाईंनी सर्वांना म्हटले, ''मुलांनो, आज आपण नवीन काहीतरी या छोट्या नाटकातून शिकणार आहोत. आवडेल का तुम्हाला?'' सर्व मुले आनंदाने हो म्हणून ओरडली! मग बाईंनी प्रश्न केला, ''शरीरातील सर्वांत लाल घटक कोणता?''

अथर्व चटकन उत्तरला, ''रक्त.''

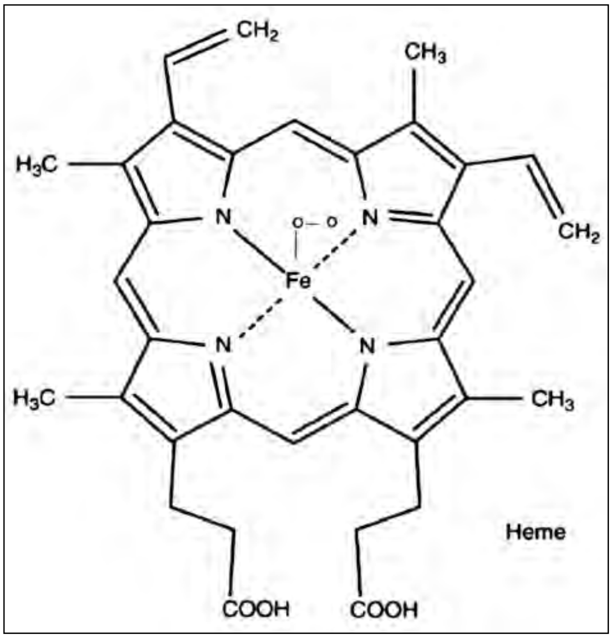
त्याच्या डोक्यात कालचा प्रसंग अगदी ताजा होता. बाईंनी त्याला शाबासकी दिली आणि मग नाटकाला सुरुवात झाली. बाईंभोवती चार मुली उभ्या राहिल्या. नाटक 'लब डब लब डब' असे गाणे म्हणत सुरू झाले. या 'लब डब'च्या तालावर सर्व घडत होते. 'लब' म्हणताच साखळी न तोडताच यातील दोन मुली बाईंपासून दूर जायच्या व 'डब' म्हणताच विळखा घट्ट करत बाईंना बिलगायच्या. याच वेळी दोन बाकांमधील ओळीत उभी पोरे ही एकमेकांपासून दूर जात व पुन्हा बाईंजवळ येत. ही मुले हृदयातून आतबाहेर करताना एखाद्या प्रवाहाप्रमाणेच भासत होती. रक्तवाहिन्याच जणू. असे हे बराच वेळ चालू होते. मग वर्गातील सर्व विद्यार्थी कसले थांबतात? त्यांनी बाईंना, 'आम्हालाही या नाटकात भाग घ्यायचा आहे', असे सांगितले. बाईंनी कागदी टोप्या वाटल्या. विद्यार्थ्यांना त्यांची भूमिका समजावून सांगितली. आता एकत्र पण हळूहळू हे 'लब डब' गाणे सर्व विद्यार्थी गात प्रत्यक्षात हा हृदयातील प्रवास अनुभवत होते.

'लब' म्हटले की हृदयातून आतबाहेर करणाऱ्या लालेलाल रक्त म्हणजे लाल ओढण्या घेतलेल्या मुली भिंतीकडील दोन रांगांतील ऑक्सिजन (O_2) टोप्या घातलेल्या मुलांना त्यांच्या या प्रवाहात घेत. इतरांना म्हणजे N_2, CO_2 यांना ही संधी नव्हती. अशी ही रेल्वेगाडी हृदयामार्गे पलीकडील दोन रांगांतील प्रत्येक बाकावर म्हणजे पेशीत O_2 ना बसवत व

तेथील काही मुले CO_2 असे लिहून ठेवलेल्या टोप्या चढवून तयारीत होते. त्यांना बोलावून बाई या रेल्वेत सामावून घेत व परत 'लब डब' म्हणत हृदयामार्गे विद्यार्थी फुप्फुसात जात होते. हा खेळ बराच वेळ विद्यार्थी खेळले.

खिडक्या म्हणजे नाक! या खिडकीतून नायट्रोजन N_2, ऑक्सिजन O_2, यांसारखे वायू फुप्फुसात येतात. बाकावर बसलेल्या फुप्फुसातील N_2, O_2, CO_2 इत्यादी वायूंमधून फक्त ऑक्सिजन (O_2) लाल रक्तपेशी निवडून नेतात. रक्तासकट ते प्रथम हृदय व नंतर भिंतीकडील रांगा (शरीरातील) प्रत्येक बाक (पेशीमध्ये) पोहोचवले जातात. या पेशीत तयार होणारा CO_2 हा उलटपक्षी याच मार्गाने फुप्फुसात पोहोचतो. यालाच अंत:श्वसन असे म्हणतात. हृदयात यांची टक्कर होऊ नये म्हणून हृदयातील कप्प्यांच्या झडपा या हृदयाची भूमिका पार पाडणाऱ्या मुलींचे हात होतात.

विद्यार्थ्यांना पुढील काही वेळ बाईंनी प्रश्न विचारण्याची संधी दिली व शंकांचे निरसनही केले. पाचवीतील प्रकाशने विचारले, ''नाकातून आपण फक्त ऑक्सिजनच का नाही घेत?''



ऑक्सिहिमोग्लोबिन

बाई म्हणाल्या, ''कारण सभोवतालच्या वातावरणात जी हवा आहे, तिचे नायट्रोजन, ऑक्सिजन, कार्बन डाय ऑक्साइड, अरगॉन आणि पाण्याची वाफ हे घटक आहेत. त्यातून नेमका ऑक्सिजन घेऊ शकत नाही, तर सर्व हवाच घ्यावी लागते!''

''हो बाई, आम्ही हे विज्ञानात शिकलो आहोत'', सहावीतील कुंदा सर्वांच्या वतीने म्हणाली.

''बाई, म्हणजे N_2, H_2, इत्यादी वायू रक्तात प्रवेश करत नाहीत तर!'' अथर्व म्हणाला.

''हो बाई, आम्ही हे विज्ञानात शिकलो आहोत'', सहावीतील कुंदा म्हणाली.

''समजा त्यांनी प्रवेश केला तरी त्यांचा शरीराला तसा उपयोग नसतो, पण ऑक्सिजनची तीव्रता कमी करण्याचे काम नायट्रोजन वायू करतो. आणि हो, कारण रक्तातील हिमोग्लोबिन हे प्रथिन ऑक्सिजनच्या संपर्कात आले की त्याचे 'ऑक्सिहिमोग्लोबिन' बनते व हिमोग्लोबिन पेशीत पोहोचेपर्यंत ऑक्सिजनला सहिसलामत ठेवते.'' बाई अथर्वकडे बघत म्हणाल्या.

''बाई, पेशींपर्यंत अन्न कोण पोहोचवते?'' पुन्हा अथर्वने प्रश्न केला.

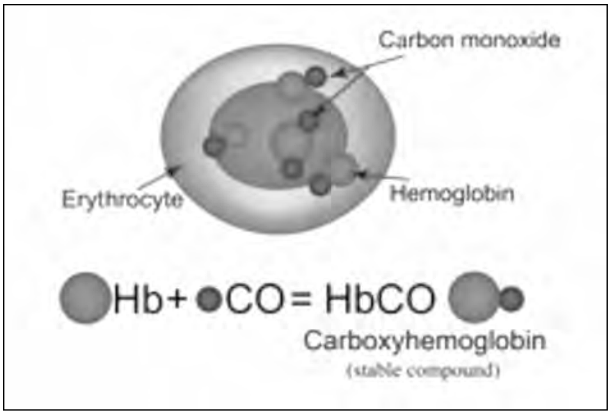
बाई उत्तरल्या, ''तेही रक्तच वाहून नेते.''

''मग बाई, तुम्ही फक्त O_2 व CO_2च का दाखवले?'' विद्याने विचारले.

त्यावर बाई म्हणाल्या, ''मी येथे तुमच्यापुढे फक्त रक्ताभिसरण संस्था मांडली. पुढे बागेत व मैदानात अशाच वेगवेगळ्या टोप्या घालून आपण श्वसनसंस्था व पचनसंस्थाही मांडूया.'' पण या सर्व संस्था शिस्तबद्ध काम करतात. याकडेही विद्यार्थ्यांचे लक्ष बाईंनी वेधले.

तितक्यात बेल झाली. अथर्व डबा घेऊन मधल्या सुट्टीत बाईंकडे गेला. त्याच्या ताईचा कालचा प्रकार तो बाईंना सांगतच होता, इतक्यात त्याचा मित्र रडतरडतच शिक्षककक्षात आला. त्याच्या गुडघ्यातून रक्त वाहत होते. सरांनी त्याला विचारले, ''काय राव! काय झाले?'' त्यावर

> काटकोनत्रिकोणाविषयीचा सिद्धांत प्रसिद्ध ग्रीक गणितज्ञ पायथागोरस यांनी मांडला होता. तो आजतागायत गणितविश्वात प्रमाण मानला जातो, पण त्यांच्या काही कल्पना काळाच्या कसोटीवर टिकल्या नाहीत. उदाहरणार्थ, पायथागोरस यांनी शाकाहाराच्या तत्त्वज्ञानाचे समर्थन केले, परंतु त्याच्या सिद्धांतांपैकी एक म्हणजे बिन्सला (घेवडा) स्पर्श करणे किंवा खाणे पूर्णपणे प्रतिबंधित आहे. पायथागोरसच्या मृत्यूसाठी बिन्स अंशतः जबाबदार होते अशी आख्यायिका आहे. हल्लेखोरांनी त्यांच्या घरावर हल्ला केला, तेव्हा ते तिथून निसटले व पळू लागले. हल्लेखोरांनी पाठलाग केल्यावर, ते एका घेवड्याच्या शेताजवळ आले, पण त्यांनी घेवड्याच्या शेतात जाऊन आश्रय घेण्यापेक्षा मरण पत्करले! त्यांच्या हल्लेखोरांनी लगेच त्याचा गळा चिरला!



कार्बोक्झिहिमोग्लोबिन

कोणाचा धक्का लागून पडलो ते तो सांगू लागला. तोवर बाईंनी त्याला आयोडिन लावले. अथर्व विचारू लागला, ''बाई, हे हिमोग्लोबिन काय असते? या मुलाचे रक्त वाहत आहे. त्यात हिमोग्लोबिन कमी आहे की जास्त?'' असे त्याचे उलटसुलट प्रश्न सुरू राहिले.

बाई समजावत होत्या, ''अरे, फक्त पाहून रक्तातील हिमोग्लोबिन कमी की जास्त हे कळत नाही. त्यासाठी पॅथॉलॉजी प्रयोगशाळेत चाचणी घेऊन ते ठरवावे लागते.'' पुढे बाई म्हणाल्या, ''हिमोग्लोबिन हा रक्तातील महत्त्वाचा घटक आहे. याच्याशिवाय ना ऑक्सिजन पेशींपर्यंत पोहोचतो, ना अन्नाचे ऑक्सिजनशिवाय पेशीत पचन, ज्वलन होते.''

''म्हणजेच हिमोग्लोबिनला ऑक्सिजनचा 'वाहक म्हणा ना'', अथर्व पटकन म्हणाला.

''हो अगदी बरोबर! ऑक्सिजनविना पेशीत ATP ऊर्जा कशी तयार होणार? कारण ऑक्सिजनमुळेच ग्लुकोजचे रूपांतर ATP त होते. प्रत्येक ATP रेणूत ७ किलो कॅलरी ऊर्जा असते. या मंद ज्वलनास आवश्यक ऑक्सिजन हा 'ऑक्सि–हिमोग्लोबिन'च्या स्वरूपात हिमोग्लोबिन या वाहकाबरोबर प्रत्येक पेशीत पोहोचवला जातो. तेव्हा हे झाले अंत:श्वसन.''

''सर्व पेशी आणि शरीरातील रक्त या दरम्यानचा दुवा म्हणजे हा (Hb) हिमोग्लोबिन!'', अथर्व म्हणाला.

''अगदी बरोबर!'', बाई म्हणाल्या. बाईंनी अथर्वला समजावून सांगताच त्याच्या मनातील हिमोग्लोबिन हा शत्रू नसून तो मित्रच काय तर चक्क देवदूत असल्याचे नक्की झाले! हिमोग्लोबिनचा अभाव त्याच्या ताईसाठी किती धोकादायक आहे, हेही त्याला कळले. ''पण बाई, वायुप्रदूषण होते तेव्हा हिमोग्लोबिन काम छान करत असेल ना? माझी आपली एक शंका!''

बाई म्हणाल्या, ''छे, छे. उलट CO म्हणजे कार्बन मोनॉक्साईड हा मात्र फुप्फुसात गेला तर फार वाईट, कारण त्यामुळे हिमोग्लोबिनला भूल पडते. हिमोग्लोबिन हे अतिशय संवेदनशील आहे. हिमोग्लोबिन त्या COच्या संपर्कात आले तर त्याचे 'कार्बोक्झिहिमोग्लोबिन' तयार होते व हे हिमोग्लोबिन आपल्या ऑक्सिजनला पेशीपर्यंत पोहोचवण्यात अयशस्वी ठरते.''

'म्हणजे या हवेतील प्रदूषके या देवदूतालाही त्रास देतात तर!' अथर्व विचारात पडला!

अथर्वने आणि बाईंनी डबाच खाल्लेला नाही, हे मात्र सरांनी लक्षात आणून दिले. अथर्वला बाईंनी विचारले, ''काय आणलंस आज डब्यात? पाहू बरं!''

अथर्वने डबा उघडला व तोंड वाकडे करत म्हणाला, ''ओह, नो! पालेभाजी!'' बाईंनी त्याच्याबरोबर डबा शेअर करत त्याला थोडी स्वतःच्या डब्यातील अंड्याची बुर्जी दिली व आपणही त्याची थोडी भाजी घेतली. डबा खाऊन झाल्यावर सर म्हणाले, 'आता तुझे व बाईंचे हिमोग्लोबिन वाढले बरं का!'' तितक्यात बेल झाली व सर वर्गावर निघाले.

बाईंनी त्याला समजावले, ''अरे, अंड्यातून आपल्याला ग्लोब्युलिन मिळाले. तर भाजीतून लोह म्हणजे हिम. म्हणजे हिमोग्लोबीनची निर्मिती तुझ्या व माझ्या शरीरात होत आहे!''

आता अथर्वला कधी ताईला जाऊन सर्व गमती सांगतो असे झाले! वर्गात झालेली धमाल व या लाड करणाऱ्या आणि सर्व प्रश्नांची उत्तरे देणाऱ्या बाईंचे नावच नाही विचारले, हे त्याच्या उशिराच लक्षात आले. मनाशी तो म्हणाला, 'असू दे. या तर आमच्या 'हिमोग्लोबीन बाई!'

– प्रियांका बर्डे
एम.एससी., बी.एड. शिक्षक
nandadeep.teacher1985@gmail.com

> भौतिकशास्त्रज्ञ डॉ. रॉबर्ट ओपेनहाइमर ह्यांना विज्ञानाच्या विविध शाखांमध्ये उत्तम गती होती, आठ भाषा त्यांना अस्खलित येत होत्या आणि कविता, भाषाशास्त्र आणि तत्त्वज्ञान यासह विविध विषयांत रस होता. परिणामी, त्यांना कधी कधी इतर लोकांच्या मर्यादा समजून घेण्यात अडचण येत असे. उदाहरणार्थ, सन १९३१ मध्ये त्यांनी कॅलिफोर्निया विद्यापीठातील सहकारी लिओ नेडेल्स्की यांना त्यांच्यासाठी व्याख्यान तयार करण्यास सांगितले. त्यांना एक स्वतःचे पुस्तक देत म्हटले की याची मदत होईल, कारण व्याख्यानाच्या विषयाचे विवेचन पुस्तकात होते. काही वेळाने तो सहकारी गोंधळून परत आला कारण पुस्तक पूर्णपणे डच भाषेत होते आणि त्याला डच भाषेचा गंधही नव्हता! त्यावर डॉ. ओपनहायमरचा प्रतिसाद? ''पण हे तर इतके सोपे डच आहे!''

प्रदीर्घ लॉकडाऊन आणि वन्य प्राणी

श्याम तारे

कोविड-१९ ने जनता त्रस्त असताना आपल्या सभोवतालच्या पर्यावरणाचे एक महत्त्वाचे साथीदार आणि साक्षीदार असलेल्या वन्य प्राण्यांची एक प्रकारच्या संभ्रमित अवस्थेतली हालचाल कशी होती याचा या लेखात अभ्यास करण्याचा प्रयत्न केला आहे.

***

संपूर्ण जगाची झोप उडवणारी कोविड-१९ महामारी २०२०च्या जानेवारी महिन्यात अचानक उगवली. चीनमधल्या वुहान प्रांतात पहिली लागण २३ जानेवारी २०२० रोजी झाली आणि तो भाग सक्त लॉकडाऊनमध्ये ठेवण्यात आला. चीननंतर इटलीमध्ये ९ मार्च २०२० रोजी आणि त्यानंतर जगात सर्वदूर हाहाकार सुरू झाला. भारतात २४ मार्च २०२० रोजी २१ दिवसांचा लॉकडाऊन या महामारीचा प्रसार रोखण्यासाठी लावला गेला. भारताची १३० कोटी जनता घरात बंद झाली, मधेच कुठेतरी अडकली आणि प्रचंड गोंधळली.

पहिल्या दिवशी लोक प्रचंड घाबरलेले होते. काय करावे ते कळत नव्हते. लक्षावधी कामगार मिळेल त्या मार्गाने आपल्या घरी जायला निघाल्यामुळे गोंधळ आणखी वाढला होता. २५ मार्च रोजी केवळ ६०० रोगी असलेल्या भारतात किमान ४ कोटी विस्थापित कामगार होते.

कोविड-१९ने जनता त्रस्त असताना आपल्या सभोवतालच्या पर्यावरणाचे एक महत्त्वाचे साथीदार आणि साक्षीदार असलेल्या वन्य प्राण्यांची एक प्रकारच्या संभ्रमित अवस्थेत हालचाल कशी होती याचा या लेखात अभ्यास करण्याचा प्रयत्न केला आहे.

जगाची हालचाल अतिशय मंद झाली होती आणि जगातील अर्धेअधिक लोक लॉकडाऊनमध्ये होते. प्रवासावरील निर्बंधांमुळे मानवी चलनवलन तर बंद होतेच, परंतु याचा परिणाम म्हणून आर्थिक सक्रियता मंदावली होती.

पर्यावरणावर मात्र याचे काही लक्षणीय परिणाम दिसून आले होते. सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे हवेचे आणि वायूंचे प्रदूषण कमी झाले होते. रस्त्यांवरची वाहने अगदीच तुरळक, उद्योग ठप्प झालेले, हवाई वाहतुकीवर नियंत्रणे आली होती, त्यामुळे कार्बन डायॉक्साइडचे उत्सर्जन कमी झाले होते.

याच घटनेचे वन्य प्राणी आणि त्यांच्या पर्यावरणावर सकारात्मक परिणाम झालेले दिसून आले. माणसांचे अडथळे कमी झाल्यामुळे वन्य प्राण्यांना हालचालीसाठी अधिक जागा मिळाली होती आणि त्यांच्यासाठी ही हवीहवीशी शांतता होती. या काळात काही वन्य प्राणी माणसांच्या जगात आणि त्यांच्या रस्त्यांवर तर अनेक जलचर सागरात स्वच्छंद फिरताना दिसले.

भारतात वाघ आणि सिंह माणसांच्या जगात दर्शन देऊन गेले तर चिलीमध्ये कूगर नावाचा मांजरीच्या जातीचा मोठा प्राणी रस्त्यावर आलेला दिसला. इस्रायलच्या तेल अवीव या शहरात कोळी अधिक सक्रिय होताना दिसले तर इटलीच्या एका गर्दीच्या सागरकिनाऱ्यावरून यावेळी डॉल्फिन बघायला मिळाले. वैज्ञानिकांना मात्र या महामारीच्या शोकांतिकेच्या निमित्ताने वन्य प्राण्यांच्या जीवनावर आणि वागणुकीवर माणसाचा कसा आणि कोणता परिणाम होतो त्याचा अभ्यास करता आला.

या अभ्यासात जगातील माणसांचे चलनवलन कमी झाल्यामुळे आणि त्यावर नियंत्रण आल्यामुळे वन्य प्राण्यांच्या हालचालीमध्ये कोणता आणि कसा बदल घडून आला आहे हे समजावून घेण्यात वैज्ञानिकांना सर्वाधिक रुची होती. वन्य प्राणी खरोखरच मानवी हालचालीतील बदलामुळे आपल्या वागणुकीत बदल करत आहेत की माणसांनाच रस्ते किंवा रहिवासी इमारती यांच्या जवळ दिसणाऱ्या वन्य प्राण्यांचे निरीक्षण करायला अधिक वेळ मिळत होता हादेखील एक विचार करण्यासारखा विषय होता.

केवळ वन्य प्राणीच नव्हे तर पृथ्वीवरील विविध प्रकारचे

प्राणी आपल्या जगाच्या पर्यावरणाचा अतिशय नाजूक असा सम तोल साधण्यासाठी महत्त्वाची भूमिका बजावत असतात. वन्य प्राणी आणि जगाचे आरोग्य यांचाही तेवढाच महत्त्वाचा संबंध आहे. जैवविविधतेच्या गुंतागुंतीमध्ये वन्य प्राणी निसर्गाने त्यांना दिलेली भूमिका निभावतात. त्यात अडथळा आणतो तो माणूस हेदेखील आज मान्य झाले आहेच. वन्य प्राणी तसेच वनस्पती यांचा विचार करायचा, तर जगात त्यांच्या प्रजाती ८७ लाख आहेत असे अनुमान आहे. त्यापैकी केवळ १२ लाख प्रजाती आजवर शोधून काढल्या गेल्या आहेत.

वन्य प्राणी हे जगाच्या जैवविविधतेचा अविभाज्य भाग आहेत आणि या प्रत्येकासाठी निसर्गाने काही ना काही परंतु वैशिष्ट्यपूर्ण कामगिरी निश्चित केली आहे असे दिसते. माणूस आणि जीव तसेच वनस्पतीसृष्टी मिळून पर्यावरण स्थिरण्यासाठी तसेच त्यात लवचीकता येण्यासाठी काम करत असतात.

अचानक अशा कोविड-१९च्या आघातानंतर नेदरलँड्स-मधील रॅडबौड विद्यापीठाच्या पर्यावरणतज्ज्ञ मार्ली टकर यांच्यासोबत १७४ तज्ज्ञांचा एक आंतरराष्ट्रीय चमू एका खास विषयावर काम करत होता. जमिनीवरील श्वापदांची वागणूक कोविड-१९च्या कालखंडात बदलली का? हा यांच्या अभ्यासाचा विषय होता. ज्यांची हालचाल समजावून घेण्यासाठी ट्रॅकर लावले गेले होते अशा ४३ प्रजातींच्या २३०० वैयक्तिक सस्तन प्राण्यांचा यावेळी अभ्यास केला गेला. यात हत्ती, जिराफ, अस्वले, हरीण तसेच कूगर अशा प्राण्यांचा समावेश होता. या प्राण्यांच्या एका वर्षापूर्वीच्या वागणुकीचा अभ्यास केला गेला होता. निष्कर्ष असा निघाला, की वन्य प्राण्यांच्या हालचालींवर मानवी चलनवलन, त्यांच्या वसाहतींमध्ये माणसे आणि वाहने यांची हालचाल आणि बांधकाम केलेल्या वस्त्या यांचा प्रभाव असू शकतो.

एक निरीक्षण असे आहे, की लॉकडाऊनच्या काळात हे वन्य प्राणी नेहमीपेक्षा ३६ टक्के अधिक प्रमाणात रस्त्याच्या जवळ आलेले होते. गेल्या वर्षीच्या आकडेवारीच्या तुलनेत लॉकडाऊनच्या पहिल्या दहा दिवसांत वन्य प्राणी ७३ टक्के अधिक अंतर पार करून गेले आहेत. रस्त्यांवर नेहमीची वाहनांची आणि माणसांची वर्दळ नसल्यामुळे वन्य प्राणी नवीन भागाचा शोध आणि ओळख करून घेत असावेत असेही असू शकते.

याचे उदाहरण देताना पर्यावरणतज्ज्ञ क्रिस विल्मर्स म्हणतात, कूगर हा प्राणी सामान्यपणे लपूनछपून राहणारा आणि माणसांची वस्ती टाळणारा प्राणी आहे. तो पूर्वीपेक्षा अधिक वेळा कॅलिफोर्नियामधील शहरात बांधकामे असलेल्या क्षेत्रांच्या जवळ आढळला.

तज्ज्ञांच्या या चमूचे निष्कर्ष सर्व देशांमध्ये समान असतील अशी अपेक्षा करणे चुकीचे ठरेल कारण हे निष्कर्ष इतर अनेक कारणांवर आणि प्रजातींच्या प्रकारावर अवलंबून असू शकतील. एक निष्कर्ष असा, की वन्य प्राण्यांच्या काही प्रजाती या माणसांच्या कृतीतील बदलाशी अधिक जुळवून घेणाऱ्या असू शकतील.

हे निष्कर्ष यासाठी महत्त्वाचे आहेत की यावरून पर्यावरणातील आपल्या हालचालींमुळे वन्य प्राणी आणि त्यांच्या हालचाली तसेच वागणूक यांच्यावर प्रत्यक्ष परिणाम होतो ही बाब सिद्ध होते आहे. त्याचाच एक भाग म्हणून आपण आज जे प्रचंड वेगाने जिकडेतिकडे बांधकाम करत आहोत, त्याचेही परिणाम वन्य प्राणीच नव्हे तर संपूर्ण पर्यावरणावर होणार आहे हे लक्षात ठेवायला हवे.

आता कोविड-१९च्या भीतीचा काळ संपला आहे किंवा संपतो आहे. यापुढील एखाद्या अवचित आघात करणाऱ्या महामारीला आपण आता अधिक जागरूकपणे सामोरे जाऊ शकणार आहोत.

तरीही वन्य प्राण्यांच्या दृष्टीने आपण काही गोष्टी करू शकतो- माणूस म्हणून वन्य प्राण्यांवर सकारात्मक परिणाम होईल असा दृष्टिकोन वनक्षेत्र अथवा त्याजवळच्या भागात वाहतूकमार्गाचे शक्यतो योग्य नियंत्रण, राखीव वनक्षेत्रांमध्ये अनधिकृत शिकारीला पूर्णपणे प्रतिबंध.

पर्यावरणतज्ज्ञांसाठी मात्र काम सुरूच राहणार आहे. यापुढे पक्ष्यांची शिकार हा एक विषय आहे तर सागरी पर्यावरणात प्राण्यांची सुरक्षितता हा आणखी एक विषय महाराष्ट्राच्या दृष्टीनेसुद्धा विचार करण्यासारखा आहे.

कोविड-१९ ही महामारी आणि त्यानंतरच्या जणू काही जगरहाटी थांबवणाऱ्या लॉकडाऊनमधील वन्य प्राण्यांचा आणि माणसाचा सहवास आणि एकमेकांचा होणारा परिणाम, पर्यावरणाच्या दृष्टीने फार महत्त्वाचे मानले जायला हवे. जागतिक पातळीवर अशी संधी मिळणे ही वैज्ञानिकांसाठी महत्त्वाची बाब ठरली आणि त्यांनी या संधीचे जमेल तेवढे सोने केले असे आता समोर आलेले विविध संशोधनप्रकल्प सिद्ध करत आहेत. याच दरम्यान ध्वनिप्रदूषणाची आणि हवेच्या गुणवत्तेची देखील माहिती गोळा केली गेली आहे. यावरून शाश्वत अशा पर्यावरणस्नेही प्रयत्नांची अधिक जोमाने प्रगती होऊ शकेल.

जगासाठी कोविड-१९ हा धक्का फार मोठा होता, कारण एकदोन देश नव्हे तर संपूर्ण जग या महामारीत सापडले होते. अशावेळी आपल्यासोबतच वन्य प्राण्यांचाही विचार केला गेला हे या संशोधनाचे फलित मानता येईल.

– श्याम तारे
shyamtare@gmail.com

वादळवारं सुटलं रं...

आनंद घैसास

पावसाळ्याची सुरुवात हीच बहुतेक वेळा वादळांनी होते. मुख्य मान्सूनच्या पावसाआधी येणाऱ्या पावसाला आपण 'वळिवाचा' पाऊस म्हणतो. मोठ्या जोराचे वारे सुटतात, अचानक आभाळ भरून येते, सायंकाळ होण्याआधी होणारी ढगांची गर्दी आणि नंतर येणाऱ्या जोरदार सरींनी वळिवाच्या पावसाची हजेरी लागते. उकाड्याने हैराण झालेले आपण या अचानक होणाऱ्या शिडकाव्याने आनंदून जातो. परंतु या अचानक आलेल्या सरींमध्ये 'पावसाळ्याची' फक्त चाहूलच असते. प्रत्यक्ष पावसाळा मात्र काही दिवसांनी सुरू होतो. हे मधले काही दिवस मात्र फार तगमग देणारे असतात. हेच दिवस जगभर आणखी एका गोष्टीसाठी, 'मोसमी वादळांच्या सुरुवातीचे' दिवस ठरतात.

भारतीय कालगणनेमध्ये, पंचांगामध्ये सूर्याचा मृगनक्षत्रात प्रवेश पावसाळ्याची सुरुवात होणारा मानला गेला असला, तरी ऋतूंमध्ये मात्र वर्षाऋतू हा आषाढानंतर, श्रावण आणि भाद्रपदातच धरलेला आहे. ज्येष्ठ-आषाढ हे महिने ग्रीष्मातच येतात. तसेच आणखी एक गंमत वाटते ती म्हणजे याच काळात सर्वात जास्त पाण्याचे दुर्भिक्ष जाणवते. पावसाची सारे जण वाट पाहत असतात, नद्या कोरड्या पडलेल्या असतात, ज्या तलावातून पाणीपुरवठा होत असतो, त्यांची पातळी फारच खालावलेली असते. परिणामी पाणीकपातीचे संकट सर्वांवरच आलेले असते, याच वेळी पंचांगात एका दिवशी 'निर्जली एकादशी' असे नाव असते. या दिवशी म्हणे अन्नच काय पाणीही प्यायचे नसते. हा योगायोग म्हणायचा की दुष्काळाचा महिमा? ते काही असो, पण साधारणत: २१ किंवा २२ जूनला, सूर्य आकाशात सर्वात उत्तरेकडे (विष्टंभ स्थिती) असतो. त्यानंतर त्याचे दक्षिणायन सुरू होते. याच दरम्यान वटपौर्णिमा येते (यंदा मात्र ३१ मे रोजीच निर्जली एकादशी आणि ३/४ जूनला वटपौर्णिमा झाली आहे) आणि अनुभव असा की मोसमी 'मान्सून'च्या पावसाळ्याला खरी सुरुवात वटपौर्णिमेनंतर होते. निदान महाराष्ट्रात तरी हे असे होत आहे, असे गेल्या दहा-बारा वर्षांत दिसून आलेले आहे. असो. परंतु हाच कालावधी वादळांचा मौसमही सुरू होण्याचा आहे. शिवाय वादळांमुळे हे दिवस नेहमीच पुढे-मागे होत असतात.

उन्हाळ्यात जे जोराचे वारे वाहतात त्यांना आपण सहसा वादळ म्हणत नाही. गोलाकार फिरणारी धुळीची 'वावटळ' मात्र पठारी प्रदेशात जागोजागी दिसते. जी जोरात आणि सलग वाहणारी गरम हवा विशेषत: दुपार ते संध्याकाळ या वेळात दिसून येते त्याला 'लू' म्हणतात. वाऱ्याची दिशा आणि वेग यावर तो 'मंद वारा' आहे, झुळूक आहे की तो 'सोसाट्याचा वारा' आहे हे ठरत असते. पूर्वी नाविकांसाठी वाऱ्याच्या वेगासाठी 'बोफोर्ट-क्रमांक' वापरत असत. एका नाविक अधिकाऱ्याने, फ्रान्सिस बोफोर्टने १८०५ मध्ये हे कोष्टक तयार केले होते. (यात एक 'नॉट' म्हणजे ताशी १.८५२ किलोमीटर वाऱ्याचा वेग धरलेला होता.)

(० ते १ नॉट) क्रमांक ० = हवेत हालचाल जाणवत नाही, या वेळी शेकोटीचा धूर सरळ उभा वरच्या दिशेने जातो.

(१ ते ३ नॉट) क्रमांक १ = वाऱ्याची दिशा धुरामुळे कळते, पण दिशादर्शक यंत्रावर मात्र काही परिणाम दिसत नाही.

(४ ते ६ नॉट) क्रमांक २ = झाडाची पाने सळसळतात, तोंडावर वारा जाणवतो, सामान्य दिशादर्शकही हलतो.

(७ ते १० नॉट) क्रमांक ३ = झाडाच्या डहाळ्या म्हणजे छोट्या फांद्या डोलू लागतात, लहान झेंडे फडफडतात.

(११ ते १६ नॉट) क्रमांक ४ = झाडाच्या छोट्या फांद्या हेलकावे घेऊ लागतात, धूळ उडते, कागदाचे कपटे या वाऱ्याने उडू लागतात.

(१७ ते २१ नॉट) क्रमांक ५ = लहान झाडेच आता डोलू लागतात, तलावाच्या पाण्यावर या वाऱ्याने छोट्या छोट्या लाटा तयार होतात.

(२२ ते २७ नॉट) क्रमांक ६ = झाडाच्या मोठ्या फांद्या

डोलतात, छत्री सांभाळणे कठीण होते. दूरध्वनीच्या टांगलेल्या तारांमधून शीळ घातल्यासारखा आवाज येऊ लागतो

(२८ ते ३३ नॉट) क्रमांक ७ = मोठे वृक्ष पूर्णपणे हलू लागतात, झाडांच्या छोट्या फांद्या तुटायला लागतात. या वाऱ्याच्या विरुद्ध दिशेने चालण्यास मुश्किल होते

(३४ ते ४० नॉट) क्रमांक ८ = वृक्षांच्या फांद्या तुटायला लागतात. सामान्य मानवी जीवनास अडथळे निर्माण होऊ लागतात. (३५ नॉटच्या वर वाऱ्याचा वेग असेल तर, म्हणजेच सुमारे ६३ किमी ताशी वेगाचे वारे म्हणजे 'वादळ' असे आजकाल मानण्यात येते.)

(४१ ते ४७ नॉट) क्रमांक ९ = इमारतींना धोका निर्माण होतो. कौले, छताचे पत्रे उडतात. तावदाने, भिंती कोसळतात.

(४८ ते ५५ नॉट) क्रमांक १० = जमिनीवर एवढ्या प्रमाणातला वारा फारच कमी प्रमाणात अनुभवास येतो. परंतु उंच इमारतींना यात फार मोठ्या विध्वंसाला सामोरे जावे लागते. या वाऱ्याच्या वेगाने वाहने रस्त्याबाहेरही फेकली जातात. गाड्या रुळावरून खाली घसरतात. गलबते, जहाजांना तर फारच धोका होतो, कारण ती उलटतात, किंवा लाटांच्या तडाख्याने फुटतातही.

(५६ ते ६३ नॉट) क्रमांक ११ = फारच क्वचित अनुभवास येतो, पण चक्रीवादळात वाऱ्याला एवढा वेग असू शकतो. त्याने फार मोठा आणि विस्तृत प्रदेशात विध्वंस होतो.

(६४ नॉटच्या पुढे) क्रमांक १२ = अपरिमित नुकसान करणारी स्थिती. चक्रीवादळातली ही स्थिती फक्त काही ठिकाणीच अनुभवास आलेली आहे. यात वाऱ्यापुढे काहीच टिकत नाही.

वारा किंवा हवेत हालचाल निर्माण होण्याची प्रमुख कारणे म्हणजे वातावरणातील हवेवर होणाऱ्या निरनिराळ्या प्रेरणांचा (बलांचा) परिणाम.

१. पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण, जे सर्वच पदार्थांवर सततच कार्य करत असते,
२. कमीअधिक उष्णतेमुळे हवेची घनता कमीअधिक होणे,
३. त्यामुळेच हवेच्या दाबात होणारा फरक,
४. कोरिऑलिस बल,
५. घर्षण आणि
६. केंद्रोत्सारी (सेंट्रिफ्युगल) बल

या प्रेरणा हवेच्या स्थितीवर बदल घडवून आणतात.

त्यामुळे वारे निर्माण होतात. गुरुत्वाकर्षणबलाचा परिणाम जमिनीपासून वर उभ्या दिशेने होत असल्याने तो वादळी वाऱ्यांसाठी फारसा परिणाम दाखवत नाही. परंतु कोरिऑलिसबल मात्र वाऱ्यांवर जागतिक परिणाम दाखवते.

फ्रेंच गणिती गास्पार ग्युस्ताव कोरिऑलिस याने हे बल कसे कार्य करते ते त्याच्या १८३५च्या एका शोधनिबंधात दाखवून दिले. यात होते काय की पृथ्वीच्या रोजच्या परिवलनामुळे, एका दिवसात स्वत:भोवती एक फेरी घेण्याच्या वेगामुळे, विषुववृत्तावरून जसजसे वर किंवा खाली म्हणजे उत्तरेस किंवा दक्षिणेस जाणाऱ्या वाऱ्याची दिशा एका कमानीसारखी वळताना भासते. उत्तर गोलार्धात ही गती चक्राकार पण घड्याळ्याच्या उलट दिशेने असते, तर दक्षिण गोलार्धात घड्याळ्याच्या सुलट्या दिशेने असते. त्यामुळे जागतिक वाऱ्यांच्या दिशांवर हा परिणाम सततच दिसून येतो.

जमिनीवर असणारी धूळ, धूर आणि इतर पदार्थांमुळे वारे अधिक सघन होतात, त्यामुळे ते वाहताना त्यात होणारे घर्षण जास्त, तर महासागरावर असणाऱ्या वातावरणात घर्षणबल कमी आढळते. या सर्वांचा परिणाम वारे वाहण्यावर होतो. वाऱ्याचा वेग वाढला की त्यालाच आपण 'वादळ' म्हणतो.

वादळे, विशेषत: चक्रीवादळे ही उष्णकटिबंधात तयार होणारी आणि दोन्ही गोलार्धांत विषुववृत्तापासून दूर कमानीच्या आकारात पसरत मार्गक्रमण करणारी असतात. वादळाचे विविध प्रकार आहेत. (हरिकेन) झंझावात, (स्टॉर्म) तुफान, (सायक्लोन) चक्रीवादळ, (टायफून) आवर्ती किंवा अभिसारी चक्रवात, असे शब्द त्यासाठी आहेत. या प्रकारात थोडे फरक असले, तरी या साऱ्यांचा उगम उष्णकटिबंधात (ट्रॉपिकल रिजनमध्ये) होत असल्याने सगळ्यांनाच 'ट्रॉपिकल सायक्लोन' 'उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळे' असेच म्हणायची पद्धत आहे.

मात्र कोणतेही असे वादळ, चक्रीवादळ, तुफान हे प्रत्यक्ष विषुववृत्तावर कधीही तयार झालेले दिसत नाही. त्याने त्याच्या मार्गातही कधी विषुववृत्ताला एका ठिकाणाहून दुसरीकडे (उत्तर-दक्षिण दिशांमधे) ओलांडले आहे, असेही कधी दिसत नाही. प्रशांत महासागर, अटलांटिक महासागराच्या, विषेशत: पश्चिमेकडे यांचा जास्त जोर दिसतो. पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धात तसे खंडही (जमीनीचा भाग) कमी प्रमाणात आहेत. त्यामुळे उत्तरेकडच्या तेही अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्याला धडकून आत शिरणारी, बंगालच्या उपसागरात तयार होऊन भारताच्या पूर्व किनाऱ्याशी आणि बांगलादेशावर जाणारी आणि चीनच्या पूर्वेस अगदी खाली इंडोनेशियापासून वर उत्तरेस जपानपर्यंत जाणारी चक्रीवादळे सर्वात जास्त प्रमाणात दिसतात. भारताच्या बाबतीत कोणतेही चक्रीवादळ हिमालय ओलांडून वर पलीकडे गेलेले दिसत नाही. परंतु थंडीची लाट मात्र उत्तरेकडून हिमालयावरून खाली भारतात येताना तीही हिवाळ्यात दिसून येते.

चक्रीवादळांबद्दल थोडे इतिहासात डोकावून पाहिले तर १२६६ मध्ये आलेल्या चक्रीवादळामुळे जे सैन्याचे नुकसान झाले, त्यामुळे कुबलाई खानाने जपानवर आक्रमणाचा विचार सोडून दिला आणि त्याने माघार घेतली असा उल्लेख सापडतो. उत्तर अमेरिकेतील युरोपीयन वसाहतींनाही या चक्रीवादळांमुळेच

वेगवेगळ्या जागा चोखाळाव्या लागल्या, त्यांच्या वस्त्यांच्या जागा आणि वाढीवर वादळांचे परिणाम होत गेले असे जाणवते. चक्रीवादळे म्हटली की विसाव्या शतकातली चार नावे – ट्रेसी (ऑस्ट्रेलिया), भोला (बांगलादेश), मिच आणि कतरिना (कॅरेबियन, मेक्सिको आणि मध्य अमेरिका) आठवतातच, कारण त्यांनी झालेली अपरिमित हानी आणि लाखोंच्या मृत्यूसही ती कारणीभूत झाली होती.

चक्रीवादळे कशी तयार होतात?

चक्रीवादळे तयार होण्यासाठी मुख्य सहभाग असतो समुद्राच्या पृष्ठभागावरील पाण्याचे तापमान किती तयार झाले आहे याचा. उन्हाळा–पावसाळा आणि हिवाळा–उन्हाळा या दोनही ऋतुबदलाच्या दरम्यान ही वादळे तयार होतात असे दिसते. विषुववृत्ताच्या पाच अंश उत्तर ते पाच अंश दक्षिण या भागात या वादळांचा अभाव दिसतो. पण त्याच्या वरच्या १८ अंश अक्षांशादरम्यानच्या सागरी विभागात आणि जेथे सागराच्या पृष्ठभागाचे तापमान २६ ते २८ अंश सेल्सियस होते, तेथेच ही वादळे निर्माण होतात असे दिसते. या ठिकाणी वाऱ्यांची आणि वादळांचीही दिशा आधी पूर्वेकडून पश्चिमेकडे आणि नंतर ती वर उत्तरेकडे वळत कमानीसारखी परत उत्तरपूर्वेकडे जाताना दिसते.

सागरावरच्या अधिक तापमानाच्या जागी गरम झालेली हवा वरच्या दिशेने आधी जाऊ लागते. त्यामुळे तेथे एक कमी दाबाचा पट्टा तयार होतो. या जागेकडे (कमी दाबाच्या स्तंभाकडे) वाहणारे वारे सोबत पावसाळी ढगही घेऊन येतात. कारण वाढलेल्या तापमानाने सागराच्या पाण्याची वाफही हवेत बरीच तयार झालेली असते. वर जाणाऱ्या हवेच्या स्तंभाकडे येणारे वारे आणि ढग त्याभोवती वक्राकार, वर्तुळाकार फिरू लागतात. वर वर उचलले जाऊ लागतात, त्यांची जागा दुसरे ढग आणि वारे घेत ते मोठ्या वेगाने गोलाकार घुमू लागतात. पृथ्वीच्या परिवलनामुळे, 'कोरिऑलिस' प्रेरणेमुळे हे वारे कमानीच्या मार्गाने पुढे कूच करू लागतात, त्यातून घोंगावणाऱ्या चक्रीवादळाचा जन्म होतो. पाण्याचे बाष्प असणारे ढग यात खूप उंचीवर पोहोचले, की तिथल्या थंड वातावरणाने त्या बाष्पाचे द्रवीभवन होऊन पाऊस पडू लागतो.

चक्रीवादळाच्या मधल्या जणू रिकाम्या राहिलेल्या भागाला चक्रीवादळाचा 'डोळा' असे म्हणतात. त्या जागी वाऱ्याचा आडव्या दिशेने फारसा वेग नसतो. परंतु या जागेकडे येणारे वारे मात्र प्रचंड वेगवान असतात. तर वर गेल्यावर ते पसरट होतात, तेव्हा त्यांचा वेग मंदावतो. या डोळ्यापासून जसजसे दूर जाऊ तसतसाही हा वेग कमी झालेला दिसतो. कधी कधी अशी चक्राकार गती असणारे अनेक स्तंभ एकाच मोठ्या चक्रीवादळाचा भाग बनतात. अशा वेळी त्यांची एकूण ऊर्जा वाढते. ते जास्त हानिकारक ठरतात.

पश्चिम अटलांटिकमध्ये तयार होणाऱ्या वादळांना 'हरिकेन' म्हणतात, तर पश्चिम प्रशांत महासागरात तयार होणाऱ्या वादळांना 'टायफून' म्हणायची प्रथा आहे. बाकीच्या चक्रीवादळांना 'सायक्लोन' म्हणतात. उत्तरेकडे अधिक अक्षांशावरही चक्रीवादळे तयार होतात, ज्यांचा मार्ग या उष्णकटिबंधातल्या वादळांच्या उलट दिशेने असतो. तिथले वारे पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जाणारे असतात त्यामुळे असे होते. शिवाय अशा वादळांचा कालावधीही वेगळा असतो. ही वादळे नोव्हेंबरच्या दरम्यान अधिक असतात. यांच्यामुळे पावसाऐवजी बर्फ जास्त प्रमाणात पडते आणि थंडीची लाटही येते.

वादळे कुठे होतात, त्यांच्या जागा, त्यांचा अंदाजित कालावधी आणि त्यांच्यातील वाऱ्याचा वेग या वर्गीकरणातून विविध हवामानसंस्थांना अशा चक्रीवादळांची नावे देण्यासाठी ठरावीक क्षेत्रांसाठी नेमून दिलेले आहे. त्यांनी आधीच ठरवलेल्या यादीतून ही नावे देण्यात येतात. साधारणपणे ताशी ६३ किलोमीटरपेक्षा जास्त वाऱ्याचा वेग आहे अशा चक्राकार फिरणाऱ्या वादळाला, ते ५ ते ६ दिवसांपेक्षा जास्त टिकणारे असल्यास नाव देण्यात येते. उत्तर अटलांटिक, तसेच पूर्व प्रशांत महासागराच्या क्षेत्रासाठी अमेरिकेतील, पश्चिम प्रशांत महासागरासाठी जपान, उत्तर हिंदी महासागरासाठी भारतीय, दक्षिण पश्चिम हिंदी महासागरासाठी मादागास्कर, ऑस्ट्रेलियाशेजारच्या विभागासाठी इंडोनेशिया, दक्षिण प्रशांत महासागरासाठी न्यूझीलंड तर दक्षिण अटलांटिक महासागरासाठी ब्राझीलच्या हवामान वेधशाळांना अशी नावे देण्याची मुभा असते. ही नावे आधीच तयार केलेल्या आणि मान्यता मिळवलेल्या यादीतून देण्यात येतात.

यंदा फेब्रुवारी ते जून दरम्यान जगभरात एकूण नऊ चक्रीवादळे झाली. पूर्वेकडील बंगालच्या उपसागरात दोन तर पश्चिमेच्या अरबी समुद्रात नुकतेच झालेले 'बीपरजॉय' हे एक अशी तीन भारताशी निगडित होती. बीपरजॉय हा शब्द खरे तर संस्कृत खरे नाव 'विपर्यय'चा अपभ्रंश आहे. बंगालीमध्ये व चा ब आणि य चा ज करण्याची पद्धत असल्याने हा अपभ्रंश इंग्रजीत त्याचे स्पेलिंग करताना केला गेला. 'विपर्यय'चा अर्थ 'आत्यंतिक आपत्ती' असा होतो. ६ जूनला भारतीय हवामान खात्याला उपग्रहाकडून मिळालेल्या निरीक्षणातून माहिती मिळाली, की या वादळाचे चक्रीवादळात रूपांतर होऊ शकेल. ते तसे झाले आणि त्याचा त्रास गुजरातच्या किनारपट्टीला झाला. मात्र आधी कळल्याने योजलेल्या सावधगिरीच्या सगळ्या योजनांमुळे या आपत्तीला आपण चांगल्या प्रकारे सामोरे जाऊ शकलो.

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE Lifestyle for Environment

पाण्याच्या विवंचनेत सापडलेली वीजनिर्मिती

अभय यावलकर

गाव, शहर आणि देशाचा विकास औद्योगिक क्षेत्रामुळे आणि औद्योगिक क्षेत्राचा विकास सुरळीत मिळणाऱ्या वीजपुरवठ्यामुळे होत असतो. वीजपुरवठा खंडित झाला तर उत्पादन थांबते, उत्पादन थांबले तर नवीन येणारा कच्चा माल थांबतो आणि कच्चा माल पुरवणारे छोटे उद्योगही कठीण अवस्थेत येऊन पोहचतात. ही साखळी पूर्णपणे इंधनावर म्हणजेच ऊर्जास्रोतांवर अवलंबून असते. आजमितीला पावसाळा लांबणीवर पडल्यामुळे जलविद्युतकेंद्रे बंद अवस्थेच्या घटका मोजत आहेत. महाराष्ट्रात मुंबई, पुणे शहरांत आठवड्यातील १-२ दिवस पाणीकपात सुरू झाली. काही शहरांमध्ये ४ दिवस तर तालुकास्तरावर १५ दिवसानी पिण्याच्या पाण्याचा पुरवठा होत आहे. जागतिक तापमानवाढ आणि बदलते ऋतुचक्र यामुळे अनेक समस्या समोर येतील याची जाणीव होऊ लागली आहे. अनेक उपाययोजना करूनही भारनियमन हा शब्द परवलीचा होऊ घातलेला आहे. हे चित्र गंभीर होण्याअगोदरच त्यावर ठोस उपाययोजना होणे गरजेचे आहे. या उपाययोजनांमध्ये आपण वैयक्तिक पातळीवर काही प्रयत्न निश्चित करून आपल्या स्वतःच्या आणि देशाच्या विकासाला हातभार लावू शकतो.

पृथ्वीवरील मानवी जीवन दिवसेंदिवस सुखकर होत आहे. ते सुखकर करणारे विज्ञान आणि तंत्रज्ञान प्रगत होताना आपण पाहत आणि अनुभवतही आहोत. घड्याळ पुढे जात राहते तसतसे मानवी संशोधनही पुढे जात आहे. समृद्धी आणणाऱ्या विज्ञान आणि तंत्रज्ञानामुळे मानवी जीवन गतिमान झालेले आहे. मानवाला मिळालेली ही गती म्हणजे प्रगतीचे प्रतीक आहे. ज्या देशात उत्तम औद्योगिक क्षेत्र, कार्यकुशल मनुष्यबळ आणि उत्तम रोजगाराच्या संधी तो देश विकसनशीलतेच्या वाटेवर आहे असे म्हणावयास हरकत नसावी. म्हणूनच विकसनशील देशाचा वीजवापरही जास्त असतो. जो देश जास्तीत जास्त विजेचा वापर करेल तो श्रीमंत देश म्हणून गणला जातो. अर्थातच तेथील औद्योगिक क्षेत्राला अखंडपणे वीजपुरवठा होत असतो.

घरंगळत जाणाऱ्या लाकडी ओंडक्याच्या निरीक्षणातून लागलेला चाकाचा शोध, दगडांच्या घर्षणातून पडलेली ठिणगी आणि मायकेल फॅरेडे या जगविख्यात शास्त्रज्ञाने लावलेला विद्युत जनित्राचा शोध यामुळे संपूर्ण जग बदलून गेले. हे शोध पुढे आले नसते तर आज कल्पना करता येणार नाही एवढे अडथळे मानवी प्रगतीत आले असते.

अर्थात मानवाच्या या प्रगतीला हातभार लागला तो इंधनांमुळे. कारण आज चाक फिरण्यासाठी नकळत इंधन वापरले जातेय. ठिणगी पडली तरी इंधनामुळे स्वयंपाक होतोय. यंत्र फिरत आहेत तर वीजनिर्मितीही इंधनाच्या मदतीने होत आहे. म्हणूनच इंधनाला दुय्यम स्थान देऊन चालणार नाही याची खात्री पटते.

सुरुवातीच्या काळात मानवाने पालापाचोळा, लाकूड जाळून आपले दैनंदिन व्यवहार चालू ठेवले. असे असले तरी पहिले वीजजनित्र मात्र कोळसा जाळूनच सुरू झाल्याची नोंद पाहावयास मिळते. म्हणूनच कोळसा जाळून वीजनिर्मिती करणे हा सर्वात पहिला प्रकार असून या जनित्राचा शोध १८३२ मध्ये फ्रेंच शास्त्रज्ञ हिप्पोलाईट पिक्सी यांनी लावला. शोध लागल्यानंतर सुमारे ५० वर्षे पाहिजे तसा वेग वीजनिर्मितीला आलेला नव्हता. १८८२ साली लंडनमध्ये एडिसन इलेक्ट्रिक लाईट स्टेशन उभे केले गेले. हा प्रकल्प थॉमस अल्वा एडिसन यांचा होता. प्रथम ९३ किलोवॉट क्षमतेचा हा प्रकल्प बॅबकॉक आणि विलकॉक्स बॉयलर यांनी चालू केला होता. भारतात सर्वप्रथम हुसेनसागर औष्णिक वीजकेंद्र उभारले गेले. औष्णिक म्हणजेच कोळसा जाळून वाफेवर जनित्र फिरवण्यास हैदराबादमध्ये १९२० साली सुरुवात झाली. हैदराबादचे सातवे निजाम यांनी हा प्रकल्प उभा केला होता. त्यावेळी २०० टन कोळसा जाळून २२ मेगावॉट विजेची निर्मिती केली जात असे. १९७२ सालापर्यंत येथे वीजनिर्मिती केली गेली. मात्र त्यानंतर हे केंद्र १९८४ साली बंद करण्यात आले. आज भारतात सुमारे २४ ते २५ औष्णिक वीजकेंद्रे उभारली गेली असून या प्रकल्पातून जवळजवळ ५०००० मेगावॉट विजेची निर्मिती केली जात आहे. या वीजनिर्मितीसाठी सुमारे ९ ते १० हजार टन कोळसा दरदिवशी जाळला जात आहे.

वरील माहिती पाहता असे दिसते की सुरुवातीच्या काळात एका मेगावॉटसाठी सुमारे ९२० किलो कोळसा जाळला जात असे. परंतु तंत्रज्ञानात झालेल्या प्रगतीमुळे आज सुमारे ५५० किलो कोळसा एक मेगावॉटसाठी वापरला जात आहे. तसेच, जास्त कॅलरीज देणारा कोळसादेखील यासाठी कारणीभूत ठरलेला आहे. औष्णिक वीजकेंद्रात कोळसा जाळून वाफ तयार केली जाते. वाफेच्या प्रचंड दाबामुळे टर्बाईन (जनित्र) फिरवले

जाते. १००० वॉट/तास विजेसाठी सुमारे ५०० ग्रॅम कोळसा आणि ७५०० मिलिलिटर पाणी वापरले जाते. फक्त महाराष्ट्राचा विचार केला तर दरदिवशी सुमारे २५ ते २७ हजार मेगावॉट विजेची गरज आपल्याला आहे. यातील ७० टक्के वीज ही औष्णिक केंद्राकडून आपल्याला मिळते. म्हणजेच दरदिवशी ९ ते १०००० टन कोळसा आणि सुमारे १२ दशलक्ष लिटर पाणी यासाठी वापरले जात आहे. अर्थातच कोळसा एकदा जाळला गेला तर त्यातून राखेव्यतिरिक्त काहीही मिळत नाही. म्हणजेच पुनर्वापर होणारी संसाधने निर्माण करणे ही काळाची गरज बनली, आहे.

इंधनाचे दोन प्रकार प्रचलित आहेत– पुनर्वापर करता येण्याजोगी आणि पुनर्वापर न करता येण्याजोगी इंधने. पुनर्वापर न करता येणारे ऊर्जाप्रकार – खनिजतेल, दगडी कोळसा, फर्नेस तेल, केरोसिन, वायू इंधन (एल.पी.जी. वायू). आजमितीला जलविद्युत किफायतशीर असून २५८० मेगावॉट वीज जलविद्युतकेंद्राकडून मिळत असते. परंतु विलंबाने येणाऱ्या पावसामुळे कोयना धरणावर अवलंबून असलेले ४ संच बंद झालेले आहेत ज्यामुळे १००० मेगावॉट विजेची निर्मिती थांबली आहे. थोडक्यात जलविद्युत निसर्गावर, उपलब्ध जलसाठ्यावर किंवा धरणातील पाणीसाठ्यावर अवलंबून असते. पावसाळा वेळेवर सुरू होणे किती गरजेचे आहे हे समजून घेणे गरजेचे आहे. आपल्या हातात जरी पावसाचे गणित नसले तरी असलेले पाणी नियोजनपूर्वक कसे वापरता येईल याचा विचार करण्याइतपत आपण सुज्ञ आहोत. या विचारामागे भावी पिढीचा विचार असेल तर आपल्याला नैसर्गिक साधन संपत्ती वाचवण्याचे अनेक उत्तम पर्याय मिळू शकतील.

पूर्वी फक्त खनिजतेल वापरून प्रकाशऊर्जा किंवा उष्णताऊर्जा निर्माण करता येते असा समज होता. काळाच्या ओघात शास्त्रज्ञांनी निरनिराळे पर्याय शोधून अनेक मार्ग ऊर्जानिर्मितीसाठी पुढे आणले आहेत, तर पूर्वीच्या संयंत्रांत सुधारणा करून कार्यक्षमता वाढवण्याचे कार्य काही शास्त्रज्ञांनी केले आहे. निसर्गाने आपल्याला खूप मोठ्या प्रमाणात नैसर्गिक साधनसंपत्ती दिली आहे. फक्त तिचा विनियोग उत्तम प्रकारे झाल्यास आपल्याला कोणत्याही संसाधनाची कमतरता भासणार नाही. मानवाने रासायनिक ऊर्जानिर्मिती आणि अणूऊर्जानिर्मिती यावर आपले वर्चस्व दाखवले असले तरी त्यालाही मर्यादा या आहेतच. म्हणूनच निसर्ग वाचवणे, नैसर्गिक प्रक्रियेच्या विरोधात पाऊल न उचलणे हे सर्व मानवजातीच्या आणि प्राणिमात्रांच्या हिताचे ठरणार आहे.

इंधन हा प्रत्येकाच्या जिव्हाळ्याचा विषय आहे. सकाळी घरात चूल, गॅस, शेगडी, स्टोव्ह पेटल्याशिवाय चैन पडत नाही. उकाडा होत असताना पंखा, एसी लावणे क्रमप्राप्त झाले आहे, जवळ असो वा लांब; बाईक, कार, रिक्षा अशा अनेक गरजा आज निर्माण झाल्या आहेत. अर्थात मानवाने त्या गरजा निर्माण करून ठेवल्या आहेत. काही वेळा फारसे अंतर नसतानाही मोटार बाईक वापरणारा साक्षर माणसे आपल्याकडे आहेत. समृद्धीमुळे याचे भान त्यांना राहत नाही. मात्र ही समृद्धी निसर्गामुळे आपल्याला मिळालेली आहे हे माणूस विसरतो. आज मुंबईचा विचार करता मुंबईत नोंदणीकृत सुमारे ३० लाख दुचाकी वाहने आहेत. एका चौरस किलोमीटरमध्ये जवळजवळ १४०० बाईक असून एकूण वाहनाच्या ६०–६५ टक्के बाईकची संख्या आहे. या वाहनांची इंधनाची गरज रोज वाढते आहे, त्याचबरोबर कार्बन डायऑक्साईडचे प्रमाणही वाढते आहे. आज पेट्रोल विकत घेता येते, पण कार्बन डायऑक्साईड, कार्बन मोनॉक्साईड यांसारखे वायू थोपवण्यासाठी आपण कुठे सक्षम झालो आहोत.

आज प्रदूषण थोपवण्यासाठी यंत्रणा अस्तित्वात आली तरी तिच्या वापरासाठी तेवढी क्रयशक्ती असणे आवश्यक आहे, प्रदूषणामुळे जागतिक तापमानवाढीला आपण तोंड देत आहोतच; तसेच त्याच्या परिणामांना आपल्याबरोबर भावी पिढीला जास्त सामोरे जावे लागणार आहे, हा विचार प्रत्येक वाहन धारकाच्या मनात येणे आवश्यक आहे. जगातील प्रत्येक नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित वस्तूला तयार होण्यासाठी आणि बनवण्यासाठी इंधन लागते. त्या इंधनाची, त्या ऊर्जेची आम्ही किंमत करूच शकत नाही, म्हणूनच आम्ही पैसे मोजतो असे सांगून चालणार नाही. उद्याचा दिवस आपल्या मुलामुलींना, नातवंडांना सुखाचा जावा असे वाटत असेल तर आपणा सर्वांना इंधनबचत, वीजबचत करणे, घरातील कपडे, फर्निचर, उपकरणे, वाहने, मोबाइल इत्यादी वस्तूंचे आयुष्य संपेपर्यंत त्या वस्तू वापरणे गरजेचे आहे. इतकेच नव्हे तर इंधनाचा विचार करताना पीकलावणीपासून अन्न शिजवण्यापर्यंतचा विचार करावा लागतो. ही सर्व ऊर्जा नैसर्गिक असल्यामुळे आपण तयार करणे फार दूरची बाब आहे. म्हणूनच तर ऊर्जा अक्षय्यतेचा नियम तयार होऊ शकला – ऊर्जा निर्माण करता येत नाही आणि नष्टही करता येत नाही फक्त एका ऊर्जेचे दुसऱ्या ऊर्जेत रूपांतर करता येते. ऊर्जा वापरणारा मानव नेहमीच या नैसर्गिक साखळीशी जोडला गेला आहे. त्यावेळी सौरऊर्जा, पवनऊर्जा यांचा वापर करून, पारंपरिक इंधनांची बचत करून ते जास्तीत जास्त काळ कसे टिकवता येतील याचा विचार करूया. यासाठी शक्य ते अंतर चालत जाऊन काम करणे, शक्य तेथे सायकलचा वापर करणे, खाजगी वाहनातून किमान तीन व्यक्ती प्रवास करतील असे पाहणे, सार्वजनिक वाहनांचा वापर वाढवणे, घरातील उपकरणांचा वापर योग्य करून विजेच्या बचतीचे मार्ग शोधणे, तसेच वीजनिर्मितीकरता सौरऊर्जा, पवनऊर्जा यांचा वापर वैयक्तिक पातळीवर करणे, इलेक्ट्रिक वाहनांचा वापर करणे यासारखे पर्याय अवलंबणे सर्वांच्या हिताचे ठरेल. त्यासोबतच प्रदूषण कमी झाल्याने आरोग्यावर होणारे विपरीत परिणामही कमी होतील. कार्बनचे उत्सर्जन कमी होऊन जागतिक तापमानवाढीचा वेग मंदावेल असे फायदे संपूर्ण जैविक साखळीला होतील.

– अभय यावलकर
विज्ञान आणि सौरऊर्जा अभ्यासक
rnsolar.777@gmail.com

डॉ. प्रकाश कुंभारे

डॉ. अतुल वैद्य

डॉ. महेंद्र पाटील

सीएसआयआर
राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संशोधन संस्था

स्वच्छ आणि शाश्वत वातावरण देण्यासाठी सीएसआयआर म्हणजे नीरीच्या महत्त्वाच्या कामगिरी आणि अग्रगण्य उपायांमुळे केवळ सरकारी संस्था आणि उद्योगांनाच मदत होत नाही, तर लाखो लोकांना चांगले जीवनही मिळत आहे.

सन १९५६ मध्ये दिल्लीत जलप्रदूषणाचा गंभीर प्रसंग आला तेव्हा भारताचे तत्कालीन पंतप्रधान पंडित जवाहरलाल नेहरू यांच्या नेतृत्वाखालील देशाच्या धोरणकर्त्यांनी, सार्वजनिक आरोग्याशी संबंधित एक संस्था स्थापन करण्याचा महत्त्वपूर्ण निर्णय घेतला. त्या वेळी पाणीपुरवठा, सांडपाण्याची विल्हेवाट आणि संसर्गजन्य रोगांवर लक्ष केंद्रित करून पर्यावरणाची चिंता मानवी आरोग्यापुरती मर्यादित होती. नंतरच्या काळात पर्यावरणाच्या ऱ्हासाकडे जगभरातील जनजागृतीकडे लक्ष वेधले जाऊ लागले. सन १९७२ मध्ये स्टॉकहोम येथे 'युनायटेड नेशन्स इंटर-गव्हर्नमेंटल कॉन्फरन्स ऑन ह्युमन एन्व्हायर्नमेंट'मध्ये भाग घेतल्यानंतर, ज्याने पर्यावरणीय समस्यांना वैधता दिली, भारताचे तत्कालीन पंतप्रधान आणि अध्यक्ष, CSIR, इंदिरा गांधींनी १९७४ मध्ये केंद्रीय सार्वजनिक आरोग्य अभियांत्रिकी संशोधनसंस्थेचे नाव बदलवून राष्ट्रीय 'पर्यावरण अभियांत्रिकी संशोधन संस्था' (NEERI) असे केले. हे पर्यावरणविज्ञान आणि अभियांत्रिकीच्या विभिन्न क्षेत्रांना समाविष्ट करण्याकरता केलं गेलं. त्यानुसार, संस्थेने, CSIRच्या दृष्टी, ध्येय आणि धोरणानुसार, पर्यावरणनिरीक्षण, पर्यावरण-जैवतंत्रज्ञान, घन आणि घातक कचरा व्यवस्थापन, पर्यावरणप्रणाली डिझाइन मॉडेलिंग आणि ऑप्टिमायझेशन, पर्यावरणीय परिणाम आणि जोखीम, पर्यावरणीय परिणाम आणि जोखीम यांचा समावेश असलेल्या संशोधन आणि विकासासाठी जोर क्षेत्रे स्पष्ट केली आहेत. सध्या, CSIR-NEERI नागपूर येथील मुख्यालय आणि मुंबई, कोलकाता, दिल्ली, चेन्नई आणि हैदराबाद येथे असलेल्या पाच विभागीय प्रयोगशाळांसह कार्यरत आहे.

संशोधन आणि विकासक्षेत्रे

पर्यावरण निरीक्षण

CSIR-NEERI मधील सर्वात महत्त्वपूर्ण RD जोर क्षेत्रांपैकी एक म्हणजे पर्यावरणनिरीक्षण. संस्था १९७८ पासून देशव्यापी हवेच्या गुणवत्तेचे निरीक्षण नेटवर्क चालवत आहे. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळद्वारे (CPCB) सन १९९० पासून प्रायोजित केलेल्या कार्यक्रमाने दहा प्रमुख भारतीय शहरांसाठी हवेच्या गुणवत्तेचा डेटा तयार केला आहे. इनहेलेबल धूळ, सल्फर डायऑक्साइड, नायट्रोजन डायऑक्साइड, हायड्रोजन सल्फाइड, अमोनिया, शिसे आणि पॉलिसायक्लिक सुगंधी हायड्रोकार्बन यांसारख्या प्रदूषकांसाठी संस्थेने एक विस्तृत डेटाबेस विकसित केला आहे. वायुप्रदूषण निरीक्षण हे शहरी वातावरणातील हवेची गुणवत्ता, औद्योगिक हवेची गुणवत्ता / प्रदूषणकारी उत्सर्जन, वाहनउत्सर्जन निरीक्षण आणि स्टॅक मॉनिटरिंगच्या दृष्टीने केले जात आहे. हवेच्या गुणवत्तेचे मॉडेलिंग स्रोत वितरण मॉडेलिंग, बिंदू औद्योगिक उत्सर्जन, वाहनांचे उत्सर्जन आणि क्षेत्र स्रोत उत्सर्जन, अवकाश आणि वेळेतील वेगवेगळ्या परिस्थितीत वातावरणीय हवेच्या गुणवत्तेचा अंदाज, स्रोत विभाजन विश्लेषणासाठी कणांचे रिसेप्टर मॉडेलिंग

आणि हवेच्या गुणवत्तेचा कल या संदर्भात केले जात आहे. संस्था उत्सर्जन निर्मिती, उपचार अभ्यास आणि लघु/मध्यम उद्योगांसाठी वायुप्रदूषण नियंत्रण प्रणालीच्या डिझाइनच्या दृष्टीने वायुप्रदूषण नियंत्रण प्रणालीच्या डिझाइन आणि विकासामध्येदेखील सहभागी आहे. पर्यावरणनिरीक्षणाच्या क्षेत्रातील संशोधन आणि विकास उपक्रमांमध्ये कार्यक्षम विश्लेषणात्मक तंत्रे आणि कमी किमतीच्या साधनांचा विकास, राष्ट्रीय मॉनिटरिंग नेटवर्कची रचना, राष्ट्रीय डेटाबेसचा विकास आणि मनुष्यबळाचे प्रशिक्षण यांचा समावेश होतो. पाण्याच्या गुणवत्तेचे निरीक्षण करण्यासाठी पीसीआर आणि जीन प्रोबचा वापर, प्रदूषण निरीक्षणासाठी जैविक संकेतकांचा वापर, रिमोट सेन्सिंग आणि जीआयएस वापरण्यावर भर देण्यात आला आहे.

पर्यावरण जैवतंत्रज्ञान आणि जीनोमिक्स

ही संस्था पर्यावरणीय जैवतंत्रज्ञानाशी संबंधित संशोधन आणि विकास अभ्यास आणि त्यानंतरच्या पर्यावरणीय समस्या आणि शाश्वत विकासासाठी जैवतंत्रज्ञान आधारित उपायांचा वापर यात गुंतलेली आहे. संस्था मायक्रोबायोलॉजी, बायोकेमिस्ट्री, केमिस्ट्री, मॉलिक्युलर बायोलॉजी, केमिकल आणि एन्व्हायर्नमेंटल इंजिनीअरिंग या विषयांतील ज्ञानाचा फायदा घेऊन पर्यावरणीय जैवतंत्रज्ञानाच्या मूलभूत आणि उपयोजित क्षेत्रांमध्ये बहु-अनुशासनात्मक RD चा पाठपुरावा करत आहे. पर्यावरण गुणवत्ता पुनर्संचयित करणे, जैवउपचार/ कचराप्रक्रिया, हवामानबदल कमी करणे इत्यादी समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी सामाजिक आणि औद्योगिक गरजांना लक्ष्य करून पर्यावरणपूरक जैवतंत्रज्ञान प्रक्रिया विकसित करणे हे संस्थेचे उद्दिष्ट आहे.

सिस्टम विश्लेषण आणि व्यवस्थापन

पाणी तंत्रज्ञान आणि व्यवस्थापन

ही संस्था पुढील संशोधन आणि विकास उपक्रमांमध्ये गुंतलेली आहे: पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन आणि जलसंपत्ती विकास प्रकल्पांच्या पर्यावरण व्यवस्थापन योजनेचे वर्णन; जलसंधारण आणि जलसंस्थांचे पर्यावरण संरक्षण; पृष्ठभागावरील पाण्याच्या शरीराचा लिमनोलॉजिकल अभ्यास; जटिल परिसंस्थेमध्ये एकमेकांच्या संदर्भात विविध जीन पूलचे अस्तित्व, परस्परसंवाद आणि जगण्याशी संबंधित RD - विकास व संशोधन अभ्यासामध्ये संस्था गुंतलेली आहे. अष्टपैलू संगणक मॉडेलिंग आणि सिम्युलेशन तंत्रांसह देखरेख साधनांनी संस्थेला पर्यावरणीय प्रणालींच्या परस्परसंबंधित पैलूंचा अधिक समग्र दृष्टिकोन समजून घेण्यास आणि एक्सप्लोर करण्यास सक्षम केले आहे. आण्विक स्तरावर, संस्था परिसंस्थेच्या विविध घटकांच्या जैव-रासायनिक चक्रांचे घटक असलेल्या विविध जनुकांच्या संचाची रचना, कार्य आणि परस्परसंवादाचा अभ्यास करते. मानव, वनस्पती, प्राणी आणि सूक्ष्मजीवांसह कोणत्याही जीवसृष्टीवर परिणाम करू शकणाऱ्या कोणत्याही पर्यावरणीय घटकांचा अभ्यास संस्थेमध्ये समाविष्ट आहे.

पर्यावरणीय प्रभाव आणि टिकाऊपणा

CSIR-NEERI प्रस्तावित विकासप्रकल्पांचे पर्यावरणीय, जैविक आणि सामाजिक-आर्थिक परिणाम ओळखून आणि जोखीम मूल्यांकनासह उपचारात्मक किंवा कमी करण्याच्या उपायांचा अवलंब करून विकासात्मक नियोजनामध्ये पर्यावरणीय आणि सामाजिक-आर्थिक चिंतांचे एकत्रीकरण सुनिश्चित करते. संस्थेने केलेल्या अभ्यासामुळे विकासक आणि सरकारला आर्थिक, सामाजिक आणि पर्यावरणीय (मानवी आरोग्यासह) प्रभाव कमी करण्यास आणि शमन उपाय विकसित करण्यास सक्षम केले. संस्थेने आतापर्यंत पेट्रोकेमिक, तेल आणि नैसर्गिक वायू, रिफायनरी, खाणकाम, ऊर्जा प्रकल्प (औष्णिक, जल आणि आण्विक), रसायने आणि खते, बंदरे अशा विविध उद्योगांनी प्रस्तावित केलेल्या पाचशेहून अधिक विकासात्मक प्रकल्पांसाठी पर्यावरणीय प्रभाव आणि जोखीम मूल्यांकन अभ्यास केला आहे. शाश्वत विकासासाठी योग्य पर्यावरणीय व्यवस्थापन योजनेसह प्रभाव मूल्यांकन आणि शिफारसीसाठी कार्यपद्धती आणि मूल्यमापन प्रक्रिया वाढवण्यासाठी आणि मजबूत करण्यासाठी नवीन तंत्रज्ञान विकास साधनांचा वापर होतो.

पर्यावरणीय पदार्थ

ऊर्जा, पर्यावरण आणि संसाधन संवर्धनासाठी प्रगत कार्यात्मक सामग्रीच्या विकासामध्ये संस्था गुंतलेली आहे. आण्विक चाळणी आणि जिओलाइट्स, पृष्ठभाग कार्यक्षम झिओलाइट्स, पेरोव्स्काइट आधारित उत्प्रेरक साहित्य, बहुकार्यात्मक धातू/ धातू ऑक्साइड साहित्य, कार्बन आणि फोटोकॅटॅलिटिक सामग्रीशी संबंधित संरचनात्मक ॲनालॉग्सच्या विकासाच्या क्षेत्रात RD उपक्रम राबवले जात आहेत. पदार्थांचे संश्लेषण आणि व्यक्तिचित्रण आणि पर्यावरणप्रदूषण नियंत्रण आणि उर्जेशी संबंधित अनुप्रयोगांसाठी सामग्रीचे अनुप्रयोग यातील अलीकडील प्रगती समजून घेण्याच्या महत्त्वावर चालू असलेल्या कामावर भर दिला जातो. नवीन पदार्थांशी संबंधित संशोधन आणि विकास क्रियाकलाप जसे की झिओलाइट आधारित फोटोकॅटॅलिटिक साहित्य, प्रतिस्थापित आणि न बदललेले पेरोव्स्काइट साहित्य, दृश्यमान-प्रकाश-सक्रिय TiO2 आधारित फोटोकॅटलिस्ट, थर्मली स्थिर पेरोव्स्काइट प्रकार रुथेनेट्स, कार्बन, कार्बनवर आधारित कचरा सामग्री. नवीन संश्लेषण रणनीती वापरून त्यांच्या निवडीवर भर देऊन संबंधित मायक्रोपोरस सामग्रीचे आण्विक चाळणी आणि संश्लेषण प्रगतिपथावर आहे.

पर्यावरणीय प्रणाली डिझाइन आणि मॉडेलिंग

ही संस्था पर्यावरणीय गुणवत्तेचा अंदाज घेण्यासाठी

संख्यात्मक मॉडेलच्या वापरण्यात गुंतलेली आहे; भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS) आणि रिमोट सेन्सिंग (RS) आधारित मॉडेल आणि नैसर्गिक संसाधन व्यवस्थापनासाठी विश्लेषणात्मक साधनांचा विकास आणि अनुप्रयोग; पाणीपुरवठा आणि सीवरेज सिस्टमच्या डिझाइनसाठी पर्यावरणीय प्रणाली डिझाइन, तपशीलवार अभियांत्रिकी, खर्च आणि रेखाचित्रांचा विकास आणि वापर; पाणी आणि सांडपाणी प्रक्रिया प्रणालीच्या डिझाइनसाठी पर्यावरणीय प्रणाली डिझाइन, तपशीलवार अभियांत्रिकी, खर्च आणि रेखाचित्रांचा विकास आणि वापर; पर्यावरणासाठी प्रगत संख्यात्मक आणि ग्राफिक्स साधनांचा (SPSS, MTLB, NN इत्यादी) वापर; हार्ड रॉक भागात भूजलाचे अन्वेषण, मूल्यांकन आणि व्यवस्थापन यासाठी तंत्र आणि पद्धतीचा विकास; भूभौतिकीय पद्धतींद्वारे दूषित प्रदेशाचे वर्णन, पाणी आणि जमिनीच्या वातावरणाच्या वैशिष्ट्यांमध्ये गैर-आक्रमक पद्धती; पिण्याच्या पाण्याच्या गुणवत्तेचे निरीक्षण; जलउपचार सुविधांचे कार्यप्रदर्शन मूल्यांकन; पाण्याची गुणवत्ता सुधारण्यासाठी तंत्रज्ञानाचा विकास; पाण्याच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन करण्यासाठी विश्लेषणात्मक तंत्रांचा विकास; प्राधान्य सेंद्रिय प्रदूषक (पीओपी) आणि इतर प्रदूषकांचे निरीक्षण आणि व्यवस्थापन; आरोग्याशी संबंधित पाण्याच्या गुणवत्तेच्या मापदंडांसाठी जलस्रोतांचे मूल्यांकन; कीटकनाशकांच्या दूषिततेसाठी पाण्याची गुणवत्ता व्यवस्थापन; ओसाड झालेल्या जमिनीचा पोत सुधारणे; शहरी आणि औद्योगिक सांडपाणी प्रक्रिया; पाणलोटक्षेत्र उपचार योजना; जैव-अभियांत्रिकी तंत्राद्वारे तीव्र उतार स्थिरीकरणाची तांत्रिक-आर्थिक व्यवहार्यता; हरितपट्टा विकास - जमीनवापर नियोजन; विविध मानववंशीय क्रियाकलापांमुळे पीकनुकसान मूल्यांकन; नैसर्गिक स्रोतांचे संरक्षण; आणि किनारी भागात क्षारता प्रवेशाचे मूल्यांकन. CSIR-NEERI ने विकसित केलेल्या तंत्रज्ञानाने २००२ मध्ये महाराष्ट्रातील चंद्रपूर जिल्ह्यातील डोंगरगाव आणि २०१० मध्ये छत्तीसगडमधील दुर्ग जिल्ह्यातील उसरवारा गावात सौरऊर्जेवर आधारित इलेक्ट्रोलाइटिक डिफ्लोरिडेशन प्लांट उभारण्यास मदत केली. हे तंत्रज्ञान स्थानिक लोकांना पिण्याचे सुरक्षित पाणी उपलब्ध करत आहे.

संस्थेने जलशुद्धीकरण प्रणाली विकसित केली आहे- 'नीरी झार' पिण्यायोग्य पाणी पुरवठ्यासाठी उपयुक्त आहे. विशेषत: पूर, अतिवृष्टी किंवा चक्रीवादळ यांसारख्या आपत्कालीन परिस्थितीत आणि त्यासाठी विद्युतपुरवठ्याची आवश्यकता नाही. संस्थेने पिण्याच्या पाण्यातून अतिरिक्त फ्लोराइड काढून टाकण्यासाठी केमो-डिफ्लोराइडेशन प्रक्रिया विकसित केली आहे. या प्रक्रियेमध्ये, शोषकता ही पाणी, पर्जन्य आणि पाण्यात फ्लोराइड असलेल्या कॉम्प्लेक्सची निर्मिती असलेल्या फ्लोराइडमध्ये जोडलेल्या दोन रसायनांच्या अभिक्रियाच्या तत्त्वावर आधारित आहे, त्यानंतर विशेषतः डिझाइन केलेल्या वाळूच्या फिल्टर बेडवर स्थायिक करून फ्लोराइड शोषून घेणे आणि काढून टाकणे.

घन आणि घातक कचरा व्यवस्थापन

संस्था घन आणि घातक कचरा व्यवस्थापनाच्या क्षेत्रात पुढील RD उपक्रमांमध्ये सहभागी आहे- जलद कंपोस्टिंग तंत्रज्ञानाचा विकास; ऊर्जा संशोधन करण्यासाठी कचरा; पुनर्नवीनीकरण सेंद्रिय वापर; लँडफिलमधून हरितगृहवायू (GHG) उत्सर्जनाचे निरीक्षण; घनकचऱ्याचे प्रमाणीकरण आणि वैशिष्ट्यीकरण; सुरक्षित लँडफिलची रचना; लँडफिल लीचेटवरील इको-टॉक्सिकॉलॉजिकल अभ्यास; म्युनिसिपल

सॉलिड वेस्ट (MSW) कामगारांवर व्यावसायिक आरोग्य जोखीम मूल्यांकन; MSW वाहतुकीसाठी वाहतूकव्यवस्था डिझाइन; ई-कचरा व्यवस्थापन; स्वच्छ तंत्रज्ञान आणि कचरा कमी करणे; एमएसडब्ल्यूचा पुनर्वापर आणि पुनर्वापर; जैव-वैद्यकीय कचरा व्यवस्थापन; धोकादायक कचराप्रवाहांची ओळख; घातक कचऱ्याचे परिमाण आणि वैशिष्ट्यीकरण; उपचार प्रणालींचा विकास; आणि स्त्रोत कमी करणे आणि पुनर्वापर करणे.

CSIR-NEERI ने हिंदुस्तान युनिलिव्हर लिमिटेड (HUL)ला त्यांच्या कोडाईकनाल येथील पारा दूषित जागेवर योग्य तंत्रज्ञान प्रदान करून मदत केली. संस्थेने NICOMET Industries Ltd द्वारे निर्माण होणाऱ्या घातक कचऱ्याच्या पर्यावरणीयदृष्ट्या योग्य व्यवस्थापनासाठी एक प्रभावी तांत्रिक उपायदेखील दिला आहे.

सांडपाणी प्रक्रियातंत्रज्ञान

CSIR-NEERI ची देशातील एकसंध आणि विषम औद्योगिक क्लस्टरसाठी कॉमन एफ्लुएंट ट्रीटमेंट प्लांट्स (CETPs) डिझाइन आणि चालू करण्यात महत्त्वाची भूमिका आहे. CSIR-NEERI द्वारे विविध औद्योगिक क्लस्टरमध्ये डिझाइन केलेल्या आणि कार्यान्वित केलेल्या CETP ने पाणी आणि माती प्रदूषण रोखण्यात मदत केली. पाली येथील ७६७ लघुऔद्योगिक युनिटे, बालोत्रा येथील २४९ आणि दिल्लीतील एनसीटीमधील २००० हून अधिक औद्योगिक युनिटे सीईटीपीमुळे पुनरुज्जीवित झाली आणि परिणामी हजारो कामगारांच्या रोजगाराचे रक्षण झाले, कारण ही औद्योगिक युनिटे बंद होण्याच्या मार्गावर होती. कारण प्रदूषण नियमांचे पालन न केल्यामुळे ही औद्योगिक युनिट्स बंद CETPs ने कचरा प्रक्रियेमध्ये 'इकॉनॉमिक्स ऑफ स्केल' साध्य करण्यात मदत केली, ज्यामुळे प्रदूषण कमी करण्याचा खर्च कमी झाला. CSIR-NEERI ने CETPs चा व्यवहार्यता मूल्यांकन अभ्यास केला आहे ज्यामध्ये निर्माण होणाऱ्या कचऱ्याचे प्रकार आणि प्रमाण, भविष्यातील कचऱ्याच्या भाराचा अंदाज, उपचारपर्यायांची ओळख आणि स्वच्छ तंत्रज्ञानाचे मूल्यांकन यांचा समावेश आहे. तिरुपूर आणि लुधियाना येथील वस्त्रोद्योगांच्या CETPs साठी सांडपाणी व्यवस्थापनासाठी शून्य द्रव विसर्जनासाठी उपचार पर्याय प्रदान केले आहेत. संस्थेने उच्च सीओडी आणि अमोनिया असणाऱ्या सांडपाण्यावर 'सेपरेटेड हेटरोट्रॉफिक-ऑटोट्रॉफिक रिॲक्शन्स'द्वारे प्रक्रिया करण्यासाठी द्वि-स्तरीय बायो-ऑक्सिडेशन (TSB) प्रक्रिया विकसित केली आहे. ही प्रक्रिया रासायनिक उपचार आणि डिनिट्रिफिकेशन (नायट्रेट काढून टाकणे) चरण काढून टाकते. नागार्जुन ॲग्रोकेमिकल लिमिटेड, श्रीकाकुलम, एपी येथे लागू केलेल्या TSB प्रक्रियेने CSIR-NEERI ने हाय रेट ट्रान्सपिरेशन सिस्टीमद्वारे (HRTS) ऑटोमोबाइल उद्योगातील प्रक्रिया केलेल्या सांडपाण्यावर प्रक्रिया करण्यासाठी आणि शून्य निर्वहनासाठी डिझाइन विकसित केले आहे. हे तंत्रज्ञान मेसर्स महिंद्रा वाहन उत्पादन येथे लागू करण्यात आले आहे. 'फायटोरिड वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट टेक्नॉलॉजी' विकसित केली आहे ज्यामध्ये केवळ नगरपालिका, शहरी, कृषी आणि औद्योगिक सांडपाणी प्रक्रिया करण्यासाठी तयार केलेल्या ओल्या जमिनीचा समावेश आहे. हे तंत्रज्ञान देशातील विविध उद्योग आणि शहरी स्थानिक संस्थांनी (ULBs) लागू केले आहे. पर्यावरणाच्या नियमांचे पालन न केल्यामुळे बंद झालेल्या तामिळनाडूमधील टॅनरीसाठी गंभीर आणि एकात्मिक तांत्रिक उपाय प्रदान करण्यासाठी केलेल्या अभ्यासासाठी संस्थेला CSIR कडून विशेष तंत्रज्ञान पुरस्कार मिळाला. वेळोवेळी विज्ञान व तंत्रज्ञान मार्गांनी केलेल्या हस्तक्षेपामुळे टॅनरी पुन्हा सुरू झाल्या, त्यामुळे कामगारांच्या कमकुवत वर्गातील बेरोजगारी आणि निर्यातीतून भरीव परकीय चलनाची हानी टळली.

पर्यावरणधोरण विश्लेषण

CSIR-NEERI आंतरराष्ट्रीय बांधिलकी आणि प्रचलित सामाजिक-आर्थिक परिस्थितींच्या विरोधात विद्यमान धोरणांचे विश्लेषण करून पर्यावरणविषयक धोरणे तयार करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावत आहे. शाश्वत विकासासाठी धोरण, नियोजन, कायदेशीर आणि माहितीपूर्ण उपाय योजण्यासाठी संस्थेने विविध यंत्रणांची शिफारस केली आहे. औद्योगिक उत्पादनासाठी स्वच्छ तंत्रज्ञानावरील माहिती पॅकेजच्या विकासामध्ये संस्थेचा सहभाग आहे. न्यायालयांनी वेळोवेळी संस्थेला विविध प्रकल्पांचे निरीक्षण अहवाल प्रदान करण्याचे आणि विद्यमान पर्यावरण-कायदेशीर फ्रेमवर्कचे पुनरावलोकन करण्याचे निर्देश दिले आहेत.

नीरीसारखी राष्ट्रीय महत्त्व लाभलेली आणि पर्यावरणासाठी भरीव काम करणारी संशोधन संस्था महाराष्ट्रात आहे, ही अभिमानाची गोष्ट आहे. विद्यार्थ्यांसाठी या संस्थेत भरपूर संधी आहेत. शाळा आणि महाविद्यालयांनी आपल्या पर्यावरणप्रेमी विद्यार्थ्यांना या संस्थेत मुद्दाम नेऊन त्यांना माहिती दिली तर त्यातलेच काही विद्यार्थी पुढे या संस्थेत दाखल होऊ शकतात. जागतिक हवामानबदल वसुंधरेच्या पर्यावरणात गोंधळ घालत आहे, त्यासाठी संशोधनात्मक उपाययोजनांची अतिशय गरज आहे. सृजनशील विद्यार्थी नीरी संस्थेला लाभले, तर भारताबरोबरच सर्व जगाचेही त्यात कल्याण होणार आहे.

– महेंद्र पाटील

mp_patil@neeri.res.in

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ
LiFE
Lifestyle for Environment
75
Azadi Ka Amrit Mahotsav
ऊर्जा
बचत करा
#ChooseLiFE
जिथे
शक्य आहे
तिथे,
सायकलचा वापर करा
Scan the QR Code to know more
moefcc
Moefcc
moefccgoi
moef.gov.in