

‘DNयAn’संचय

मानवाचे पहिले पूर्वज सुमारे वीस लाख वर्षांपूर्वीपासून पृथ्वीवर वावरत होते. ते कळपांत रहात आणि चीत्कारांनी, हुंकारांनी आणि देहबोलीने एकमेकांशी संवाद साधत. पण त्या तुटपुंज्या संवादात बहुतेक ‘धोका!’, ‘अन्न’, ‘आनंद’, ‘दुःख’, यांसारखे फक्त तात्कालिक संदेश दिले जात. दिवसभरात त्यांच्यातल्या प्रत्येकाला गोड्या पाण्याचे झरे, फळझाडं, गुहा, श्वापदं यांच्याबद्दल बरीच माहिती मिळे. पण ती इतरांपर्यंत पोचवायला भाषेची साथ नसल्यामुळे ती ज्याची त्याच्यापाशीच, व्यक्तिगतच रहात असे. त्या व्यक्तीच्या मृत्यूनंतर ते ज्ञानही नष्ट होत असे.

जनुकांच्या, स्नायूंच्या आणि स्वरयंत्राच्या अभ्यासावरून शास्त्रज्ञांचा कयास आहे की अदमासे दीड-दोन लाख वर्षांपूर्वी पहिली भाषा बोलली गेली असावी. तेव्हापासून प्रत्येक व्यक्तीला मिळालेली माहिती समवयस्क जातभाईना दिली गेली; तिचा त्याच पिढीत प्रसार झाला. ती मुलाबाळांनाही सांगितली गेली; पुढच्या पिढ्यांना वारसाहक्काने मिळत गेली; तिचा वांशिक टिकाऊपणा वाढला.

पाच हजार वर्षांपूर्वी पहिली लिपी बनली. माहितीची लेखी नोंद व्हायला लागली. त्यात शकुंतलेचं, एका दिवसात वाळून जाणारं, कमलदलावरचं प्रेमपत्रही होतं; शतकानुशतकं टिकणारे कापडावरचे आणि कागदावरचे लेखही होते आणि हजारो वर्षे टिकणारे शिलालेख आणि ताम्रपटही होते. बुध्दकाळात कागदावरची छपाई प्रथम वापरली गेली. मग पुस्तकांचे छापखाने आले. पुस्तकांच्या म्हणजेच पर्यायाने माहितीच्या अनेक प्रती निघायला लागल्या. त्यांपैकी निदान काही प्रती पिढ्यान्पिढ्या टिकल्या. बिनचूक माहितीचं भांडार भूमितीय पटींत वाढलं; अधिक टिकाऊ झालं. फोनोग्राफच्या रेकॉर्ड्स आणि ऑडियोटेप्स आल्या; मग व्हीडियोटेप्सही आल्या; रंजक कार्यक्रमांची साठवण झाली आणि त्यांचा आनंद पुन्हा पुन्हा घेण्याची सोय झाली. पण त्या रेकॉर्ड्स वेड्यावाकड्या होत; टेप्स वारंवार तुटत. त्यांची शाश्वती नसे.

त्यानंतर परमाणूंनी क्रांती केली. संगणक आला. नेहमीच्या लेखनातली सगळी अक्षरं, आकडे आणि चिन्हं त्याने त्याच्या ‘शून्य’ आणि ‘एक’ या दोन चिन्हांच्या लिपीत सामावून घेतली आणि सारं ज्ञानभांडार त्यांमध्ये ठासून बसवलं. आंतरजालाने ते ज्ञान क्षणार्धात जगभर पोचवायची तजवीज केली. गूगलसारख्या सर्व्हरवर हजारो टेराबाईट्स(एक टेराबाईट = सुमारे दहा हजार कोटी शब्द) माहिती उपलब्ध झाली. त्यायोगे माहितीला वैश्विक स्वरूप आलं; लाखो माणसं हरघडीला तिचा सामायिक साठा वापरायला लागली; तिच्यात भर घालायला लागली; क्षणाक्षणाला माहितीचा डोंगर वाढायला लागला; त्याचा जगड्याळ पर्वत झाला! ही सारी माहिती साठवायची कशी? ही एक नवीच समस्या उद्भवली!

संगणकाने माहिती साठवायला आधी फ्लॉपीज काढल्या होत्या. मग कॉम्पॅक्ट डिस्क (सीडीज) आणि डीव्हीडीज आल्या. पुढे फ्लॅश मेमरीज आणि अख्खी ग्रंथालयं सामावून घेणाऱ्या चिमुकल्या हार्ड डिस्क अशीही माहितीची ‘कोशांतरं’ झाली. तरीही माहिती वाढतच गेली. सगळे ठासून भरलेले कोश अपुरे पडायला लागले. शिवाय हे सारे कोशप्रकार नाशिवंत आहेत. कितीही काळजी घेतली तरी ते एकाएकी कायमचा असहकार पुकारू शकतात. अशात एखादा नवा कोशप्रकार आला की जुन्याची गरज सरते. त्याची सारीच सामुग्री इतिहासजमा होते. अमेरिकेच्या अंतरिक्षविज्ञान-विभागाने, नासाने १९६०-७० मध्ये अशा कित्येक फ्लॉपीज निकालात काढल्या. त्यानंतर २००० साली त्या फ्लॉपीजमधल्या मजकुराची त्यांना अनपेक्षितपणे गरज भासली. मग तो मजकूर परत मिळवण्यासाठी आकाशपाताळ एक करावं लागलं. ज्या वेळी ते अशा रीतीने

जुन्याचा शोध घेत होते तेव्हाही त्यांच्या नव्या माहितीचे पर्वत सतत वाढतच होते. अशा गोंधळांमुळे ते पर्वत थोडक्या जागेत साठवू शकेल; गरज लागली की त्यातला कुठलाही भाग सहज, पटकन काढून देऊ शकेल अशा चिरंतन कोशपध्दतीची निकड निर्माण झाली.

आणि म्हणूनच शास्त्रज्ञांनी जगातल्या सर्वांत जुन्या कोशपध्दतीची, डीएनएची मदत घेतली. ती पध्दत जीवसृष्टीच्या उगमापासून, सुमारे तीनशे कोटी वर्षांपासून समस्त प्राणिमात्रांची माहिती साठवत, ती सतत वापरत आणि पुढच्या पिढ्यांकडे सुखरूपपणे पोचवत आली आहे. प्रत्येक पेशीच्या रोजच्या कामकाजासाठी त्यातल्या माहितीचं अव्याहत वाचन चालू असतं. ती पध्दत मानववंशाच्या कारकीर्दीत बाद होण्याची शक्यता नाही.

शिवाय शास्त्रज्ञांना त्या पध्दतीची ओळख होतीच. एकोणीसशे त्रेपन्न साली डीएनएच्या रचनेचं कोडं वांटसन आणि क्रिक या दोघांनी सोडवलं. त्यानंतर पंधराच वर्षांत डॉ. हरगोविंद खोरानांनी डीएनएच्या भाषेतले तीन-तीन अक्षरी शब्द वाचले. मग क्रेग व्हेटरने २०१० मध्ये प्रयोगशाळेत रासायनिक रेणू जुळवून विषाणूच्या जनुककोशातली काही वाक्यं बनवली आणि कृत्रिम डीएनए घडवलं. या साऱ्या संशोधनामुळे डीएनएची लिपी शास्त्रज्ञांना चांगलीच अवगत झाली होती.

म्हणून 'जुनं ते सोनं' हा नियम धोकत त्यांनी संगणकातली माहिती डीएनएत गुंफायची ठरवली. हे डीएनए कुठल्याही व्हायरसकडून किंवा प्राण्याकडून उधार उसनवार घ्यायचं नव्हतं. ते प्रयोगशाळेत मूळ रसायनांपासून नव्याने बनवायचं होतं. पण त्या कामात एक मोठी अडचण होती. डीएनएची लिपी A, T, C, G या चार मुळाक्षरांची आणि संगणकाची लिपी 'शून्य' आणि 'एक' अशा दोनच चिन्हांची. लिप्यंतराला ही द्विपादीतून चतुष्पादीत उडी झेपेता. म्हणून शून्य, १ आणि २ अशा तीन चिन्हांची अशी एक मधलीच लिपी शास्त्रज्ञांनी बनवली. त्या मधल्या खडकावर पाय रोवून माहितीचा डोंगर पैललिपीत पोचवणं त्यांना जमलं.

सगळं ज्ञान एका डीएनएच्या फितीत साठवायचं म्हटलं तर ती मारुतीची लांबलचक शेपटी घडवणं कठीण झालं असतं. शिवाय त्या साठवणीतल्या सगळ्याच्या सगळ्या माहितीची एका वेळी जरूर पडणं शक्य नाही. लागेल ती माहिती हवी तेव्हा शोधता यायला हवी. म्हणून त्या पीळदार डीएनए फितीचे शास्त्रज्ञांनी बेताचे तुकडे घडवले. त्या तुकड्यांना डीएनएच्याच अक्षरांनी लेबलं लावून ते हमखास क्रमवार जुळवायची शक्यता काढली. त्यायोगे आता ते मारुतीचं शेपूटही बिनबोभाट घडवलं जातं. शिवाय गरजेनुसार हवा तो तुकडा निवडून 'पीसीआर' नावाच्या तंत्राने शास्त्रज्ञ त्याच्या प्रती काढून घेतात. त्या प्रतींवरचा डीएनए-मजकूर लिप्यंतरित करून वाचता येतो. प्रती काढून झाल्यावर तो मूळ तुकडा किंवा त्याची हुबेहूब प्रतिकृती पुन्हा जागच्या जागी जुळवून टाकतात. अशी लांबलचक तुकडी रिबिन जपून ठेवताना त्या पीळदार रिबिनीच्या निऱ्या काढतात. त्यांची दुमड एकावर एक निरी घेत थोडी थोडी पुढे सरकत जाते. त्या निऱ्यांच्या घड्यांत माहितीचा मजकूर चार-चार ठिकाणी नोंदला जातो. त्यामुळे एखाद्या तुकड्यात चूक झालीच तर ती सुधारता येते. त्याशिवाय तशा चुकांवर नजर ठेवून त्या सुधारणाऱ्या, डीएनएतल्या खास आज्ञाही प्रत्येक तुकड्यात अंतर्भूत केलेल्या असतात. निसर्गाने जुळवून, छापून, सुधारून, गेली लाखो सहस्रकं जपून ठेवलेल्या डीएनएच्या नमुन्याची आणि प्रत्येक पेशीतल्या त्याच्या घडणावळीची या कृत्रिम प्रक्रियेला मोठी मदत झाली आहे.

या नव्या पध्दतीच्या मदतीने अमेरिकेच्या शास्त्रज्ञांनी एका पुस्तकाचं डीएनएत लिप्यंतर केलं. इंग्लंडच्या संशोधकांनी त्यातल्या त्रुटी सुधारल्या. त्यांना गेल्या वर्षाच्या सुरुवातीला आपल्या संस्थेचा JPEG फोटो, एक

MP3तलं श्राव्य भाषण, वॉटसन-क्रिकचा डीएनएवरचाच शोधनिबंध आणि शेक्सपीयरची दीडशे सुनीतं अशी बहुविध संगणकी माहिती डीएनएच्या लिपीत गुंफता आली. त्यानंतर त्यांनी त्या डीएनएच्या प्रती केल्या आणि त्या वाचून बिनचूक निघाल्यावरच त्यासंबंधीचा लेख प्रसिध्द केला.

सध्याच्या जगातलं सगळं ज्ञान जर या पध्दतीने साठवलं तर जे तयार होईल ते ज्ञानाच्या 'ब्रम्हांडाचे इवले अंडे' एका माणसाच्या मुठीत मावू शकेल. पंचवीस लाख वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर वावरत असलेल्या निअॅण्डर्थल माणसांचं डीएनए आजतागायत त्यांच्या सांगाड्यांत टिकून राहिलं होतं. त्यामुळे डीएनएतच नोंदलेला ज्ञानकोश टिकाऊ असेल यात शंका नाही. फक्त ते अंधाऱ्या आणि कोरड्या थंड जागी ठेवलं की झालं. तो वाचायची पध्दत विसरायलाच झाली तर ती कुठल्याही सजीव पेशीकडून कधीही शिकून घेता येईल.

पण अजून सगळं सुरळीत झालेलं नाही. इंग्लंडमधल्या त्या पहिल्या डीएनए-नोंदीच्या पुनर्वाचनाला तब्बल तीन आठवडे लागले! याच शास्त्रज्ञांची दुसरी महत्वाकांक्षा, माणसाच्या अखख्या जनुकसंचयाची माहिती पंधरा मिनिटांत काढून देणं ही आहे. त्या महत्वाकांक्षेला या वाचनाच्या कूर्मगतीशी जुळवून घेणं कठीण जाईल. पण त्याहूनही मोठी अडचण आहे ती खर्चाची. सध्या या डीएनए-पध्दतीने एक मेगाबाईट म्हणजे अंदाजे एक लाख शब्द गुंफायला साधारणपणे सहा ते सोळा लाख रुपये पडतात. सध्याच्या प्रचलित संगणकीय पध्दतीत एक मेगाबाईट नोंदायला एका पैशाहून कमी खर्च येतो!

पण सध्याच्या कॅसेट्स आणि सीडीज काही वर्षांतच खराब होतात. त्यामुळे त्यांच्यातली माहिती दर पाच-सहा वर्षांनी नव्या कोशांत नोंदून साठवायला नवा खर्च होतो. त्याउलट डीएनए साधारण साठ-सत्तर लाख वर्ष टिकतं. त्या हिशेबाने पाच-सहा हजार वर्षांच्या काळासाठी जर माहिती टिकवायची असली तर ही डीएनएची पध्दत स्वस्तातच पडेल. शिवाय तंत्रज्ञान झपाट्याने पुढे जातं आहे. कृत्रिम डीएनएची जुळणी प्रयोगशाळेत करायचा खर्च कमी होत चालला आहे. ऐतिहासिक बखरी, लॅटिन आणि संस्कृत भाषांमधले पुरातन ग्रंथ यांसारखे काही प्रकारचे जुन्या माहितीचे संग्रह नेहमीच्याला लागत नाही पण ते पन्नास वर्षांहून अधिक टिकवणं आवश्यक असतं. असंच अनमोल साहित्य डीएनएमध्ये साठवून ठेवायचं असलं तर तो खर्च सत्कारणी लागेल असं म्हणता येईल. शिवाय पुढल्या दहा वर्षांत या पध्दतीत मजकूर साठवायची किंमत बाकीच्या प्रकारच्या ज्ञाननोंदणीच्या किंमतीच्या जवळपास येईल. आणि त्यानंतरही ती डीएनएची पध्दत अधिक सुकर आणि स्वस्तच होत जाईल.

मग अशा अगडबंब माहितीची 'डीएनए-वाचनालयं' चालतील. त्यांच्यात बसून कुणी 'शेक्सपीयरचं डीएनए' वाचिल, कुणी 'अजय-अतुलचं डीएनए' ऐकेल तर कुणी नील आर्मस्ट्रॉंगच्या चंद्रावरच्या 'पावलांचं डीएनए' आपल्या सोयीने निवांतपणे पाहील. कुणी सांगावं, आजपासून पाच हजार वर्षांनी कुणीतरी एकविसाव्या शतकातल्या मराठी 'विज्ञानलेखनाच्या डीएनए'वरून पीएचडी देखील करील!

डॉ. उज्वला दळवी

[-ujjwalahd9@gmail.com](mailto:ujjwalahd9@gmail.com)

('लोकप्रभा' च्या सौजन्याने)