

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२२ फेब्रुवारी - मार्च २०२०

महा इतिहास - भाग ०५

जीवसृष्टीचा आरंभ

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

महा इतिहास - भाग ०५

जीवसृष्टीचा आरंभ

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागील लेखात आपण पृथ्वीच्या भौतिक व रासायनिक जडणघडणीची कहाणी पाहिली. हेडिअन काळाच्या अखेरीस (साधारण ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी) पृथ्वीची मूलभूत संरचना बऱ्यापैकी स्थिरावली होती, आणि जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीसाठी अनुकूल अशा बऱ्याच गोष्टी जुळून येऊ लागल्या होत्या. पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचा आरंभ कसा झाला ते या लेखात पाहू.

संपूर्ण सूर्यमालेत पृथ्वी हा सर्वात वैशिष्ट्यपूर्ण ग्रह आहे, कारण या एकमेव ग्रहावर जीवसृष्टी आहे. पण पृथ्वीवर सजीवांची उत्पत्ती कशी झाली, हे समजून घेण्यासाठी आपल्याला पृथ्वीची काही वैशिष्ट्ये समजावून घ्यावी लागतील.

आपल्या आकाशगंगेत आपल्या सूर्यमालेचे स्थान बऱ्यापैकी शांत जागी आहे. सूर्याच्या फार जवळ इतर तारे नाहीत. त्यामुळे सूर्यमालेतील ग्रहांना इतर ताऱ्यांच्या उपद्रवी गुरुत्वाकर्षणाचा सामना करावा लागत नाही, की आपल्या जवळपास ताऱ्यांचे विस्फोट, कृष्णविवरे अशा सनसनाटी घटनाही घडत नाहीत. सूर्यमालेमध्ये सूर्यापासून पृथ्वीचे अंतर जीवसृष्टीसाठी अगदी योग्य आहे. पृथ्वीपेक्षा सूर्याच्या जास्त जवळ असणारे ग्रह खूपच उष्ण आहेत, तर पृथ्वीपेक्षा लांब असणारे खूपच थंड आहेत. त्यामुळे केवळ पृथ्वीवरच पाणी द्रव स्वरूपात उपलब्ध आहे. पाण्याशिवाय सजीव सृष्टीची उत्पत्ती आणि अस्तित्व अशक्य

आहे. पृथ्वीच्या गर्भातील चुंबकीय पदार्थांमुळे पृथ्वीभोवती चुंबकीय क्षेत्र आहे. ह्यामुळे सूर्यापासून अधून मधून बाहेर पडणारे प्रारणांचे झोत दूर ढकलले जातात. यामुळे सजीव सृष्टीला संरक्षण मिळते. (पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र आणि सूर्यापासून आलेले शक्तिशाली प्रारणांचे झोत यांचे जेव्हा जेव्हा द्वंद्व होते, तेव्हा दोन्ही ध्रुवीय प्रदेशांतील आकाशात मनोहारी व अद्भुत रंगांची उधळण दिसते. यालाच अरोरा म्हणतात.) पृथ्वीचा अक्ष सूर्यासापेक्ष कललेला आहे, आणि स्वतःभोवती फिरताना पृथ्वी दुगडुगते. यामुळे पृथ्वीचे तापमान उष्ण व शीत अशा टोकांमध्ये सातत्याने बदलत असते. पृथ्वी अगदी बाल्यावस्थेत असताना जवळजवळ तिच्याच आकाराचा एक ग्रहगोल भटकत तिच्या मार्गात आला. या टक्करीतून उडालेल्या शकलांमधून चंद्राची निर्मिती झाली. चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीचे दुगडुगणे कमी झाले, व त्यामुळे तिच्या तापमानातील नैसर्गिक चढउतारही कमी झाले. जीवसृष्टीला तग धरून रहाण्यासाठी, उत्क्रांत होण्यासाठी दीर्घकाळ पृथ्वीचे तापमान स्थिर रहाणे, ही बाब महत्वाची ठरली.

पृथ्वीवर जीवसृष्टी कशी निर्माण झाली, कोठे निर्माण झाली, केव्हा निर्माण झाली, या प्रश्नांची ठाम आणि खात्रीशीर उत्तरे आपल्याला देता येत नाहीत. पण काही गोष्टींबाबत वैज्ञानिकांचे बऱ्यापैकी एकमत आहे.

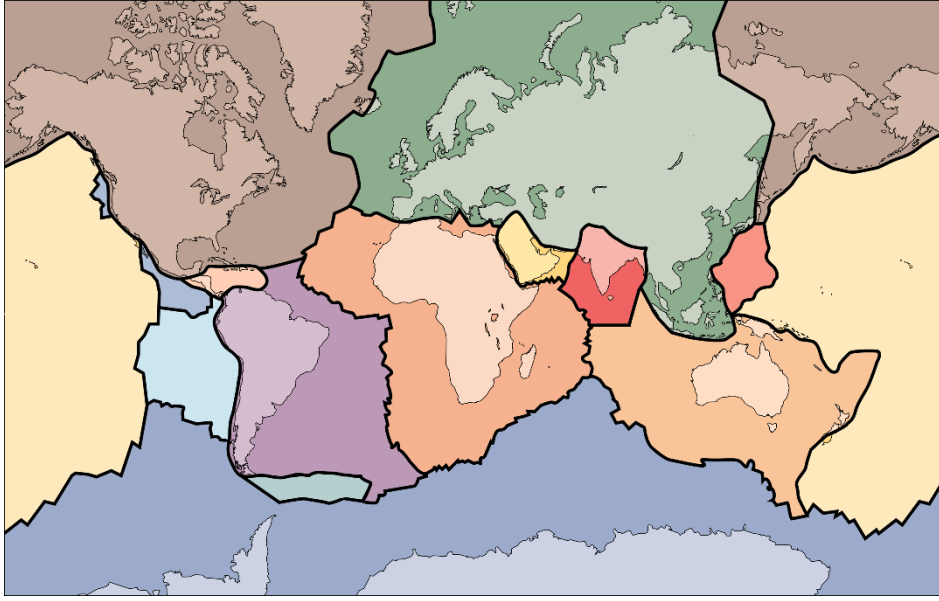
मागच्या लेखात आपण पाहिले, की पृथ्वीच्या भौतिक-रासायनिक रचनेनुसार पृथ्वीच्या आवरणाचा वरचा थर लिथोस्फिअर हा टणक आहे, तर त्याच्या खालचा अस्थेनोस्फिअर हा थर काही ठिकाणी टणक तर काही ठिकाणी चिकट प्रवाही आहे. लिथोस्फिअर हे काहीसे अंड्याच्या कवचासारखे आहे. त्याच्या खालील अस्थेनोस्फिअरच्या प्रवाही भागांपासून ते अलग आहे. पृथ्वीच्या गर्भातील ऊर्जेमुळे जी

काही ढवळाढवळ सतत चालू असते, त्याच्या ताणतणावांमुळे लिथोस्फिअरला भेगा पडलेल्या आहेत. खालच्या काहीश्या प्रवाही अस्थेनोस्फिअरवर हे लिथोस्फिअरचे तुकडे तरंगत आहेत. भूगर्भातल्या घडामोडी, वितळलेल्या खडकांचे प्रवाह इ. मुळे हे तुकडे इतस्ततः ढकलले जातात. या साऱ्यामुळे पृथ्वीची भूगर्भशास्त्रीय रचना जरी अब्जावधी वर्षांपूर्वी स्थिरावली असली, तरी भौगोलिक रचना – महासागरांचे आकार, विविध भूखंडांचे परस्परसापेक्ष स्थान, इ. – सतत बदलते राहिले आहे, आणि पुढेही बदलत राहील.

पृथ्वीच्या भौगोलिक रचनेच्या या सिध्दांताला प्लेट टेक्टॉनिक्स म्हणतात. पृथ्वीचे कवच एकसंध नाही, तर तरंगणाऱ्या अनेक तुकड्यांचे बनले आहे, आणि हे तुकडे मंद गतीने इतस्ततः फिरत रहातात, एकमेकांशी जुळत व अलग होत रहातात, आणि त्यामुळे पृथ्वीचा भूगोल बदलता आहे, असे थोडक्यात याचे वर्णन करता येईल. पृथ्वीच्या भूगोलाबद्दल आपली समज पूर्णतः बदलवून टाकणारा हा विचार संशोधनाच्या विविध क्षेत्रांमधल्या कोड्यांची उकल करताना हळूहळू उलगडत गेला, व साधारण १९६०च्या दशकात त्याला संशोधकांची सार्वत्रिक मान्यता मिळाली.

आज जगाचा भौगोलिक नकाशा जसा दिसतो, ती पृथ्वीची कायमस्वरूपी रचना नाही. एकेकाळी पृथ्वीवरील सर्व भूखंड एकत्र एकवटलेले होते. त्यानंतर त्यांची शकले होऊन ते एकमेकांपासून दुरावले. भारतीय उपखंड एकेकाळी आजच्या दक्षिण अमेरिका, अफ्रिका व ऑस्ट्रेलिया खंडांबरोबर एका महाकाय खंडाचा भाग होता. साधारण १४ कोटी वर्षांपूर्वी या महाखंडाची शकले झाली, त्यानंतर दक्षिण अमेरिकेचा भाग अफ्रिकेपासून पश्चिमेकडे वहात गेला तर भारतीय उपखंडासहित ऑस्ट्रेलिया असा एकत्र तुकडा उत्तरेकडे वाहू लागला. साधारण १० कोटी वर्षांपूर्वी ऑस्ट्रेलियापासून विलग झाल्यावर भारतीय उपखंडाचा तुकडा

हळूहळू उत्तरेकडे वहात येऊन सुमारे ३.५ कोटी वर्षांपूर्वी युरेशियाच्या तुकड्यावर आदळला. या टकरीतून हिमालय पर्वताचा जन्म झाला. अजूनही भारतीय उपखंडाचा तुकडा युरेशियाला रेटत उत्तरेकडे वाहू पहातो आहे, आणि त्यामुळे हिमालयाची उंची वाढते आहे. पुढील काही अब्ज वर्षांमध्ये पुन्हा सारे भूखंड एकवटतील असा वैज्ञानिकांचा अंदाज आहे. आज लिथोस्फिअरच्या तुकड्यांची जी परस्परसापेक्ष रचना आहे ती चित्र १ मध्ये दाखवली आहे.



चित्र १ पृथ्वीच्या लिथोस्फिअरची तुकड्या-तुकड्यांची रचना व आजचा भूगोल
(स्रोत [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tectonic_plates\(Empty\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tectonic_plates(Empty).png))

पृथ्वीची भूगर्भीय रचना स्थिरावल्यापासून ते आजपर्यंत पृथ्वीच्या भूगोलाचे बदलते चित्र पहाता, महाइतिहासाच्या कालपटावर क्षणभंगुर असणाऱ्या सीमारेषांच्या रक्षणासाठी आपण अब्जावधी वर्षांमध्ये उत्क्रांत झालेली जीवसृष्टी क्षणार्धात नष्ट करण्याची क्षमता असलेली शस्त्रास्त्रे सरसावून लढाया का करत आहोत, असा विचार मनात येतो!

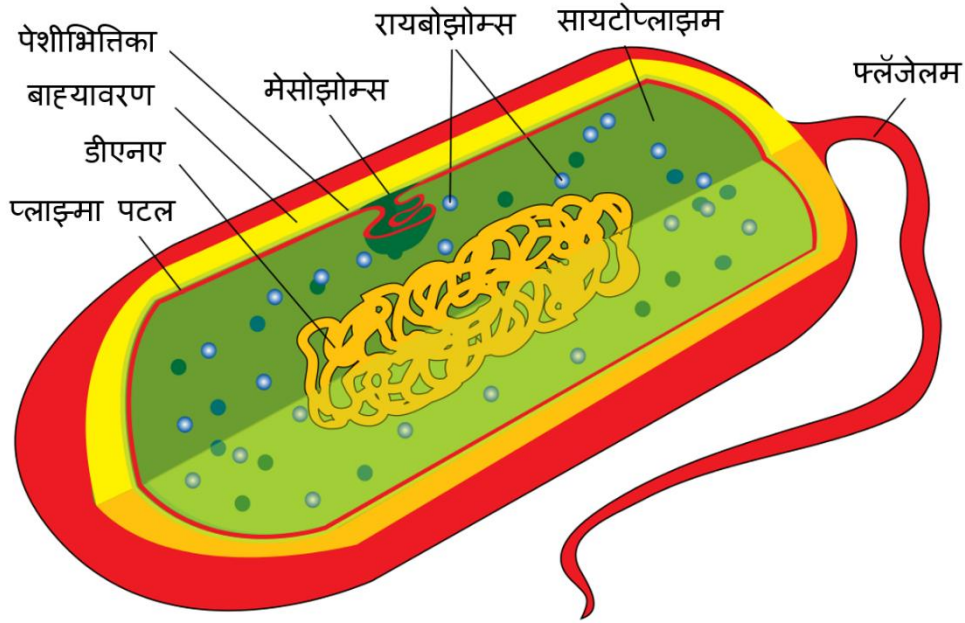
अर्थात प्लेट टेक्टॉनिक्सचा जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीशी काय संबंध, हा प्रश्न तुम्हाला पडला असेल. तर आपण त्या विषयाकडे वळूया.

पृथ्वीच्या कवचाच्या तुकड्यांच्या हालचालींमुळे तुकड्यांच्या सीमारेषांवर ताणतणाव असतात. इथेच ज्वालामुखींचे उद्रेक सर्वात जास्त होतात. महासागरांच्या तळाशी अशा भेगांजवळ कारखान्यांच्या धुराड्याच्या चिमण्यांसारख्या खडकाळ चिमण्या आग ओकत असतात. या चिमण्यांमधून वितळलेल्या किंवा बाष्पाच्या स्वरूपातील विविध रसायने भूगर्भातून महासागराच्या तळाशी बाहेर येतात. या चिमण्यांच्या तोंडाशी काही हजार अंश सेल्सिअस इतके जास्त तापमान असते. बाहेर पडणाऱ्या रसायनांची महासागरांच्या पाण्याबरोबर रासायनिक प्रक्रिया होत असते. अशा या उच्च तापमानाला असलेल्या, विविध प्रकारच्या रसायनांनी युक्त, पाण्याखालील आणि ऑक्सिजन व सूर्यप्रकाश विरहित ठिकाणी काही जिवंत राहू शकेल, हे अशक्यप्राय वाटते. पण इथेच अगदी प्राथमिक रचना असलेले जीवाणू आढळून येतात. या जीवाणूंना आर्किया किंवा प्राचीन जीवाणू म्हटले जाते.

वैज्ञानिकांच्या मते सुमारे ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी या चिमण्यांमध्ये जीवसृष्टीचा आरंभ झाला असावा. अशा प्रकारची स्थिती प्रयोगशाळेत कृत्रिम रित्या निर्माण केली असता, प्राथमिक स्वरूपाची अमिनो आम्ले व प्रथिने तयार होतात, यावरून या सिध्दांताला पुष्टी मिळते. दुसऱ्या एका मतानुसार या काळात पृथ्वीवर असलेले मुख्यतः मिथेन व कार्बन डाय ऑक्साइडयुक्त वातावरण विचारात घेतले, तर महासागरांच्या भरती-ओहोटीच्या भागातही रासायनिक प्रक्रियांमधून एकपेशीय जीवाणूंची उत्पत्ती झाली असावी.

यामध्ये एक महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे जीवसृष्टीच्या निर्मितीसाठी ऑक्सिजन वायूची कमतरता आवश्यक होती, कारण ऑक्सिजन हा रासायनिक दृष्ट्या अत्यंत क्रियाशील वायू आहे. ऑक्सिजनमुळे कार्बनच्या संयुगांचे झपाट्याने ऑक्सिडीकरण होते. म्हणूनच मृत सेंद्रीय पदार्थ झपाट्याने कुजतात. ऑक्सिजनयुक्त वातावरणात केवळ नैसर्गिक अपघातांनी

कार्बन व इतर अणू एकमेकांच्या सान्निध्यात येऊन, बांधले जाऊन गुंतागुंतीचे सेंद्रीय रेणू तयार व्हायला वावच मिळाला नसता. म्हणूनच त्यावेळच्या पृथ्वीवरील मुख्यतः भरपूर सेंद्रीय रेणूनी युक्त व ऑक्सिजन विरहित वातावरण जीवसृष्टीच्या निर्मितीसाठी पूरक ठरले. कार्बनचा अणू त्याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण संरचनेमुळे इतर बऱ्याच मूलद्रव्यांच्या अणूशी विविध प्रकारच्या रासायनिक बंधांनी जोडला जाऊ शकतो. पाण्यामध्ये पोहणारे सेंद्रीय रेणू पाण्याच्या हालचालीमुळे एकमेकांच्या संपर्कात येत रहातात, तुटत-जुळत रहातात. पाण्याचे अस्तित्व जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीसाठी महत्त्वाचे ठरले ते यामुळे. कोट्यवधी वर्षे अशा प्रक्रिया होत राहिल्या की, त्यातून काही वैशिष्ट्यपूर्ण सेंद्रीय रचना तयार होतात. अशाच पध्दतीने प्राथमिक स्वरूपाच्या पेशी तयार झाल्या असाव्यात. या पेशींना प्रोकॅरिओट म्हटले जाते. प्रोकॅरिओट पेशीची रचना चित्र २ मध्ये दाखवली आहे.



चित्र २ प्रोकॅरिओट – प्राथमिक एकपेशीय जीवाणू

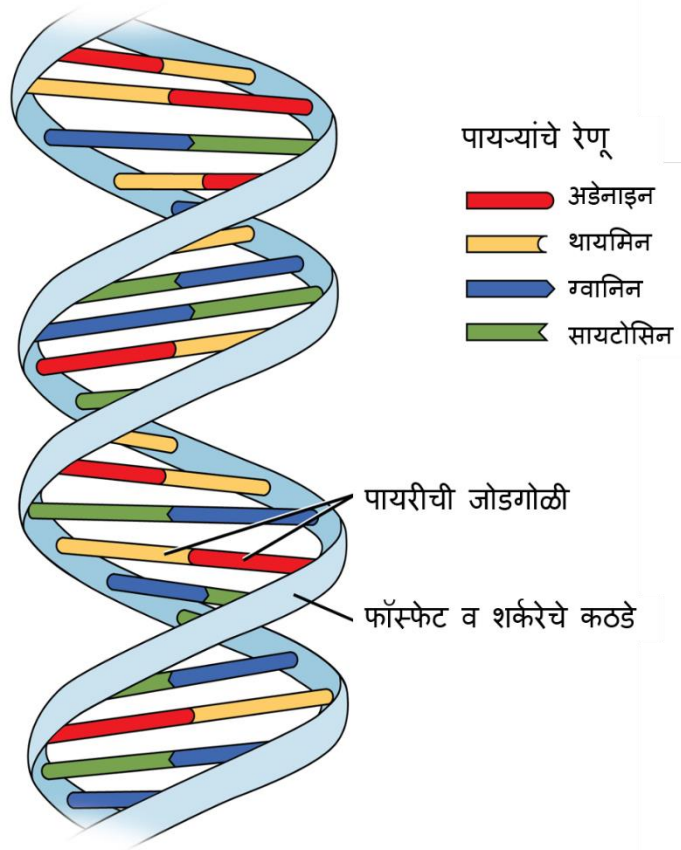
(स्रोत - https://en.wikipedia.org/wiki/File:Prokaryote_cell_diagram.svg)

यामध्ये पुनरुत्पादनाची क्षमता असलेला डीएनए रेणू, प्रथिने निर्माण करू शकणारे रायबोझोम्स, अन्नाचे ऊर्जेत रूपांतर करणारे मेसोझोम्स, असे घटक आहेत. हे सारे घटक सायटोप्लाझम या द्रव्यामध्ये तरंगत असून, त्यांभोवती एक प्लाझमा पटल, पेशीभित्तिका व बाह्यावरण यांचे संरक्षक कवच आहे. फ्लॅजेला या शोपटीसारख्या अवयवाच्या मदतीने हा एकपेशीय जीव पाण्यात इतस्ततः फिरू शकतो.

या पेशी सजीव समजल्या जातात, कारण त्या पुनरुत्पादन करू शकतात. त्यासाठी डीएनए रेणूची वैशिष्ट्यपूर्ण रचना उपयुक्त ठरली.

दुहेरी स्प्रिंगसारखी किंवा वेटोळ्या जिन्यासारखी डीएनएची रचना आहे (चित्र ३

पहा). या जिन्याचे कठडे हे एका आड एक फॉस्फेट व शर्करेच्या रेणूंनी बनलेले असतात. या जिन्याच्या कठड्यांमधल्या पायऱ्या या दोन दोन विशिष्ट रेणूंच्या जोड्यांच्या बनलेल्या असतात. सायटोसाइन (सी) व ग्वानिन (जी) हे रेणू नेहमी एकमेकांबरोबरच जोडी जमवतात, तर अडेनाइन (ए) आणि थायमिन (टी) हे एकमेकांशी जोडी जुळवतात. या रचनेमुळे डीएनएचा हा रेणू उभा मधोमध दोन धाग्यांमध्ये



चित्र ३ डीएनएची संरचना (स्रोत

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:229_Nucleotides-01.jpg

विभागला तरी प्रत्येक धागा आजूबाजूला पोहत असलेले सेंद्रीय रेणू वापरून त्याच्या मूळच्या जोडीदार धाग्याची पुनर्निर्मिती करू शकतो. अशा रितीने एका डीएनपासून अगदी मूळच्या डीएनएसारखेच दोन नवे रेणू तयार होऊ शकतात. अर्थात हे घडत असताना काही पायऱ्यांमध्ये चुकाही होतात. पण या चुकांमुळे (व इतरही काही कारणांमुळे) जैवविविधता निर्माण होते. विविधतेमुळे आजूबाजूची परिस्थिती प्रतिकूल झाली तरीही काही पेशींमध्ये त्यावर मात करण्याची क्षमता असू शकते. परिणामी काही पेशी तरी जिवंत रहाण्याची शक्यता वाढते. त्यामुळे जैवविविधता सजीवांच्या अस्तित्वासाठी खूप महत्वाची आहे.

सुमारे ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी अस्तित्वात आलेले कित्येक जीवाणू आजही टिकून आहेत. या पेशींचे विभाजन होऊन प्रत्येक अर्धा भाग उरलेल्या अर्ध्याची बांधणी करतो. अशा रितीने हे जीवाणू मरत नाहीत, तर वृद्धिंगत होत रहातात. अर्थात अन्न उपलब्ध न होणे, पाण्याचा तुटवडा, मिठाचा प्रादुर्भाव, इ. संकटे आली तर, आणि आजच्या काळात प्रतिजैवकांच्या प्रभावामुळे, या पेशी मृत्युमुखी पडू शकतात.

ऊर्जा व इतर आवश्यक द्रव्ये मिळवण्यासाठी हे जीवाणू आपल्या परिसरातील मुख्यतः सेंद्रीय रेणूंचे अन्न म्हणून भक्षण करतात. या प्राचीन जीवाणूंना रेणूंपासून ऊर्जा मिळवण्यासाठी ऑक्सिजनचा वापर करावा लागत नाही, तर या पेशी किण्वनाची प्रक्रिया वापरतात. यामध्ये वापरलेल्या रेणूपेक्षा कमी ऊर्जा असलेली आम्ले व अल्कोहोल तयार होतात.

आज आपण या जीवाणूंच्या जीवनचक्राचा आपल्या फायद्यासाठी वापर करून घेत आहोत. दुधापासून दही, चीज बनवणे, पिष्टमय पदार्थ व शर्करा आंबवून मद्य बनवणे, इ. व्यवसाय हे या प्राचीन जीवाणूंच्या जिवावर चालू आहेत.

सागरांच्या तळाशी ज्वालामुखीच्या सान्निध्यात रहाणाऱ्या आर्किया जीवाणूंनी तर सल्फरसारख्या असेंद्रिय पदार्थांपासूनही ऊर्जा मिळवण्याचे कौशल्य साध्य केले आहे.

पण साधारण ३.५ अब्ज वर्षांपूर्वी केवळ प्रथिने व अमिनो आम्लांवर अवलंबून असणाऱ्या जीवाणूंना अन्नाची कमतरता पडू लागली, आणि त्या बदलत्या परिस्थितीत नैसर्गिक उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेने एक फारच क्रांतीकारी वळण घेतले. या वळणामुळे पृथ्वीवरील जीवसृष्टी तर बदललीच, पण पृथ्वीचे संपूर्ण रूपच पालटून गेले.

महाइतिहासाच्या या कलाटणी देणाऱ्या घडामोडींबद्दल वाचूया, पुढील लेखात.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या “बिग हिस्ट्री – बिट्विन नथिंग अँड एव्हरिथिंग” या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इमेल : pkarve@samuchit.com

शैक्षणिक संदर्भ अंक ११२ जून-जुलै २०१८, अंक ११३ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१८ तसेच अंक ११९ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९ हे वैज्ञानिक दृष्टिकोन विशेषांक होते.

हे आणि संदर्भचे इतरही अंक संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवर उपलब्ध आहेत. जरूर वाचा.

www.sandarbhociety.org