

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२१ डिसेंबर २०१९ – जानेवारी २०२०

महा इतिहास - भाग ०४

आपली पृथ्वी

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

महा इतिहास - भाग ०४

आपली पृथ्वी

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागील लेखात आपण विश्वात आकाशगंगा, तारे, ग्रह, विशेषतः आपली सूर्यमाला, यांची उत्पत्ती कशी झाली याची कहाणी पाहिली. या व पुढील लेखात आपल्या पृथ्वीच्या उत्पत्तीपासून ती आजच्या स्वरूपात येण्यापर्यंतच्या प्रवासाचा धांडोळा घेऊया.

साधारण ४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी आपला सूर्य अस्तित्वात आला, आणि त्यानंतर साधारण १ कोटी वर्षांमध्ये त्याभोवती ग्रहमालाही अस्तित्वात आली. आपल्या सूर्यमालेतील आपल्यासाठी सर्वात महत्त्वाचा आणि एकमेवाद्वितीय असा ग्रह म्हणजे, आपली पृथ्वी. पृथ्वी एकमेवाद्वितीय अशासाठी, की आपल्या सूर्यमालेत ज्यावर सजीव सृष्टी निर्माण झाली, उत्क्रांत झाली, असा हा एकमेव ग्रह आहे.

सुरुवातीला सूर्यमालेतील इतर ग्रहांप्रमाणेच पृथ्वी हाही केवळ सुपरनोव्हा स्फोटांत नष्ट झालेल्या ताऱ्यांच्या अवशेषांचा, सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावामुळे त्याभोवती घिरट्या घालणाऱ्या पुंजक्यापैकी तिसऱ्या क्रमांकावरचा (सूर्यापासून १४.९६ कोटी कि.मी. अंतर) पुंजका होता. कालांतराने प्रत्येक पुंजक्यातील द्रव्य गुरुत्वाकर्षणामुळे एकत्र बांधले जाऊन ग्रहगोल साकारू लागले, त्यात पृथ्वीही आकार घेऊ लागली.

पृथ्वीचा इतिहास साधारण ४.५ अब्ज वर्षांचा आहे. हा इतिहास समजून घेण्यासाठी या कालखंडाचे वेगवेगळे टप्पे विचारात घेतले जातात. या टप्प्यांना इऑन (eon) असे म्हणतात. इऑनच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांना इरा (era) म्हणतात, तर इराच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांना इपॉक (epoch) म्हणतात. पृथ्वीवर बहुपेशीय सजीव साधारण ५४ कोटी वर्षांपूर्वी अस्तित्वात आले. त्यापूर्वीचा ४ अब्ज वर्षांचा कालावधी हा तीन इऑनमध्ये विभागला जातो – हेडिअन (Hadean), आर्किअन (Archean) आणि प्रोटेरोझोइक (Proterozoic). या कालावधीत पृथ्वी कसकशी घडत गेली, ते या व पुढील लेखात थोडक्यात पाहूया.

४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी पृथ्वी एक ग्रह म्हणून अस्तित्वात आल्यापासून ते ३.८ अब्ज वर्षांपूर्वीपर्यंतचा कालावधी हेडिअन या नावाने ओळखला जातो. हा शब्द नरक या कल्पनेसाठी असलेल्या ग्रीक शब्दावरून घेतलेला आहे. या कालावधीत पृथ्वीवरील परिस्थिती ही सर्वसाधारणतः नरक म्हणून जी कल्पना केली जाते तशीच होती, हे या नावामागचे कारण आहे.

बाल पृथ्वीच्या प्रचंड ऊर्जेमुळे तिच्या अंतरंगात लोह व निकेल वितळले. गुरुत्वाकर्षणामुळे या जड मूलद्रव्यांचे रस तिच्या केंद्राकडे खेचले जाऊ लागले, आणि त्यातूनच उच्च घनता असलेला लोखंडी गाभा तयार झाला. त्याच वेळी हलकी मूलद्रव्ये, दगड, इ. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर गोळा होऊ लागले, व त्यातून बालपृथ्वीचे पहिले कवच आकारास आले. अंड्याच्या कवचासारख्या पातळ अशा या कवचात मुख्यतः सिलिकॉन व अल्युमिनिअम ही मूलद्रव्ये होती, पण त्यांच्या जोडीला कॅल्शियम, सोडियम, पोटॅशियम, मँगनीज, तसेच काही प्रमाणात लोह, सोने, शिसे, युरेनियम अशी काही जड मूलद्रव्येही होती.

या कालावधीतील पृथ्वीचे कोणतेच अवशेष आता शिल्लक नाहीत, पण वैज्ञानिक तर्कावरून काही अनुमाने बांधता येतात.

वैज्ञानिकांच्या मते साधारण ४ अब्ज वर्षांपूर्वी वातावरणात खूप मोठ्या प्रमाणावर कार्बन डायॉक्साइड वायू होता, वातावरण ढगाळ आणि आत्ताच्या तुलनेने अधिक घनदाट होते. यातून सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीपर्यंत येताना दृश्य वर्णपटलाच्या निळ्या भागाचे विकीरण जास्त होत असल्याने याकाळी पहाणारे कोणी असते, तर आकाश लाल दिसले असते.

या वातावरणात ऑक्सिजन वायू अजिबात नव्हता. साधारण ८० टक्के कार्बन डायॉक्साइड, १० टक्के मिथेन, ५ टक्के कार्बन मोनॉक्साइड व ५ टक्के नायट्रोजन असे या वातावरणाचे घटक असावेत. कार्बन डायॉक्साइडला हरितगृह वायू म्हणतात, कारण हरितगृहाच्या काचेच्या भिंती जशा सूर्यप्रकाश आरपार जाऊ देतात पण उष्णतेसाठी अपारदर्शक असतात, तसेच काम पृथ्वीच्या वातावरणात हा वायू करतो. हेडिअन काळामध्ये खूप मोठ्या प्रमाणावर कार्बन डायॉक्साइड हवेत असल्याने पृथ्वीच्या कवचावरून परावर्तित होऊ पहाणारी उष्णता वातावरणातच धरून ठेवली जात असावी. यामुळे पृथ्वीचे तापमान खूप जास्त होते.

या काळात चंद्र आत्तापेक्षा खूप जवळ होता. दिवस फक्त १५ तासांचा होता, म्हणजेच पृथ्वीच्या परिवलनाचा वेग आत्तापेक्षा खूपच जास्त होता.

या काळात पृथ्वीवर सारखा उल्कावर्षाव होत होता. तिच्या परिभ्रमण मार्गात आडव्या येणाऱ्या धूमकेतूंबरोबरही तिच्या सारख्या टकरी होत होत्या. पृथ्वीचा गाभाही या काळात खूपच तप्त होता, त्यात किरणोत्सारी मूलद्रव्यांचा न्हास होत मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा बाहेर पडत होती, गुरुत्वाकर्षणामुळे प्रचंड दाबही तयार होत होता. या साऱ्यामुळे सारखे

ज्वालामुखीचे उद्रेक होत होते. या सर्व उष्णतेपुढे पाणी द्रवरूपात टिकून रहाणे शक्यच नव्हते. त्यामुळे पृथ्वीवर असणारे सर्व पाणी बाष्पाच्या स्वरूपात वातावरणात होते, व त्यामुळे वातावरण ढगाळ होते.

चित्र १ मध्ये या काळातील पृथ्वीचे कल्पनाचित्र दाखवले आहे. अशा नरकसदृश



परिस्थितीत पृथ्वीवर कोणतीही सजीव सृष्टी निर्माण होऊन टिकून रहाणे अशक्यच होते. पण या सर्व घडामोडींमुळे पृथ्वी बदलतही होती.

चित्र १ हेडिअन काळातील पृथ्वीचे कल्पनाचित्र.
पार्श्वभूमीवर चंद्र दाखवला आहे.

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hadean.png>)

हळूहळू सूर्याभोवतालच्या

तिच्या परिभ्रमणाच्या मार्गातील
उल्का व धूमकेतू तिच्यावर

आदळून आदळून संपून गेले. त्यामुळे बाहेरून होणारे आघात थांबत गेले. पृथ्वीची रासायनिक व भौतिक रचनाही स्थिरावत गेली. पृथ्वी हळूहळू थंड होऊ लागली. यामुळे वातावरणातील बाष्पाच्या ढगांमधून पाणी वर्षू लागले. हा पाऊस अक्षरशः काही कोटी वर्षे चालू असावा. यातूनच महासागर तयार झाले. मात्र हे पाणी वातावरणातून खाली येताना वातावरणात मोठ्या प्रमाणावर असणाऱ्या कार्बन डायॉक्साइडशी संयोग पावत होते. त्यामुळे महासागर आम्लयुक्त होते. या आम्लामुळेच पृथ्वीच्या कवचात त्यावेळी असलेली सिलिकेट संयुगे विरघळली असावीत, व कवच नव्याने निर्माण झाले असावे. म्हणूनच या काळाच्या कोणत्याही खुणा आता आपल्याला पृथ्वीच्या कवचात सापडत नाहीत.

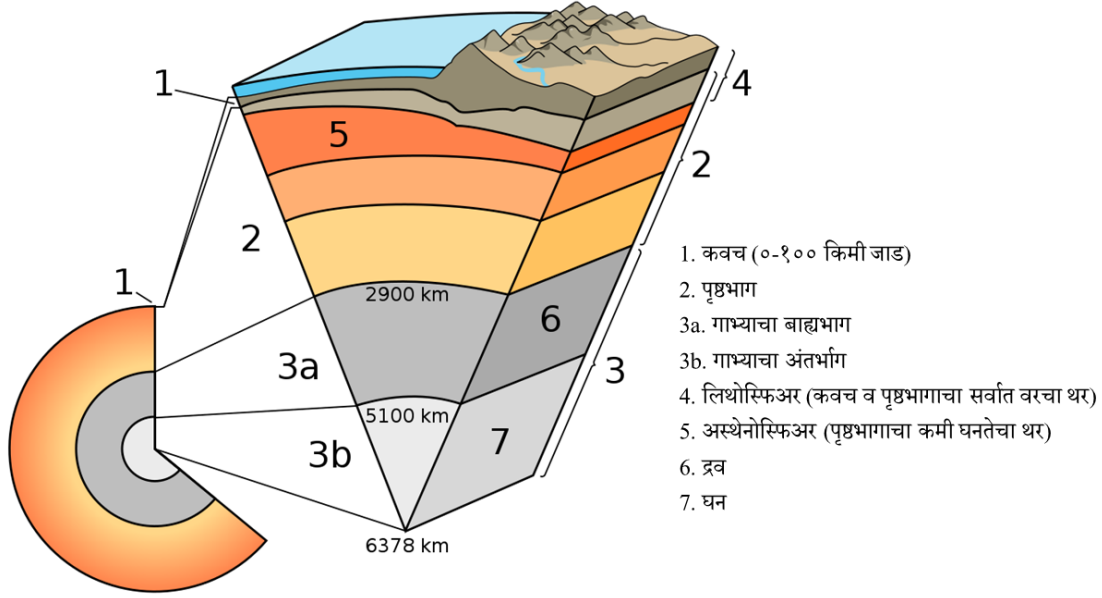
पृथ्वीवरील वातावरणात असलेले बाष्प नेमके आले कोठून, याबाबत भूगर्भशास्त्रज्ञांमध्ये अजून एकमत झालेले नाही. काहींच्या मते हे बाष्प पृथ्वी तयार होताना जे ताऱ्यांचे अवशेष एकत्र आले होते, त्यांमधून आले असावे. काहींचे असे मत आहे की, हेडिअन काळामध्ये पृथ्वीवर जे धूमकेतू आणि उल्का आदळत होत्या त्यांमधून हे बाष्प आले असावे. पण स्रोत काहीही असला, तरी यातून एक महत्त्वाची गोष्ट अधोरेखित होते - पृथ्वीवर पाणी तयार होत नाही, ते पृथ्वीच्या उत्पत्तीच्या आगेमागे अवकाशातून आलेले आहे.

याचाच अर्थ असा की हेडिअन काळामध्ये जे काही पाणी पृथ्वीवर जमा झालेले आहे, ते आणि तेवढेच पाणी आहे. हे मुख्यतः खारट महासागरांच्या स्वरूपात आहे, आणि काही अंशी ध्रुवीय प्रदेशांत गोठलेल्या बर्फाच्या स्वरूपात आहे. पर्जन्यचक्राच्या माध्यमातून द्रव स्वरूपातील गोडे पाणी पृथ्वीच्या वेगवेगळ्या भागांत वेगवेगळ्या प्रमाणांत दरवर्षी विभागले जाते, आणि त्यावर सजीव सृष्टीला आपली तहान भागवावी लागते. पाण्याचा वापर करत असताना आपण या महा ऐतिहासिक सत्याचे भान ठेवायला हवे.

हेडिअन इऑनच्या अखेरीपर्यंत पृथ्वीचे भूगर्भीय (जिऑलॉजिकल) रूप जवळजवळ आत्ताच्या स्वरूपात आलेले होते. भूगर्भशास्त्रज्ञ पृथ्वीचे वर्णन दोन अंगांनी करतात - रासायनिक स्वरूप व भौतिक स्वरूप. पृथ्वीचे तीन मुख्य भाग आहेत - कवच, आवरण व गाभा (चित्र २ पहा).

कवचात दोन प्रकारचे भाग आहेत - सागरी कवच व भूखंडीय कवच. सागरी कवच फक्त ८ कि.मी. जाडीचे आहे. पृथ्वीच्या उत्पत्तीच्या सुरुवातीच्या काळात प्रचंड उष्णतेने वितळलेले पदार्थ पृथ्वी थंड होताना पुन्हा घन झाले. सागरी कवच अशा आग्नेय खडकांचे

बनले आहे. भूखंडीय कवचाची सरासरी जाडी ४० कि.मी. आहे. यामध्ये वेगवेगळ्या प्रकारचे खडक आढळतात. सर्वसाधारणतः वरच्या थरांमध्ये ग्रॅनाइट तर खालच्या थरांमध्ये बसाल्ट अशी विभागणी दिसते.



चित्र २ पृथ्वीची संरचना

(<https://www.opengeography.org/ch-2-plate-tectonics.html>)

पृथ्वीच्या एकूण आकारमानाचा ८० टक्के भाग म्हणजे कवचाखालील आवरण. हा जवळजवळ २९०० कि.मी. जाडीचा खडकाचा थर आहे. कवच आणि आवरण यांमध्ये फरक केला जातो, कारण त्यांचे रासायनिक स्वरूप वेगवेगळे आहे. आवरणाच्या वरच्या थरात प्रामुख्याने पेरिडोटाइट म्हणजे मॅग्नेशियमचा प्रादुर्भाव असलेले आग्नेय खडक आहेत. जसजसे आवरणात खोल जावे, तसतसे वाढणाऱ्या दाबामुळे स्फटिकीकरण झालेले दिसते. आवरणाचा वरचा टणक थर आणि कवच यांना मिळून लिथोस्फिअर म्हणतात. त्याखालील अस्थेनोस्फिअर हा थर बव्हंशी घन पण काही ठिकाणी चिकट द्रवासारखा आहे. या दोन थरांबद्दल अधिक माहिती लेखमालेत पुढे पाहू.

पृथ्वीचा गाभा हा आधी म्हटल्याप्रमाणे लोह व निकेल यांच्या संयुगाचा बनलेला आहे, पण त्यात लोहाबरोबर रासायनिक संयोग करू शकणारी इतर मूलद्रव्येही काही प्रमाणात आढळतात. गाभ्यातील अतिप्रचंड दाबामुळे त्याची घनता पाण्याच्या चौदा पट आहे. त्याचा बाह्यभाग द्रव स्वरूपात तर अंतर्भाग घन स्वरूपात आहे.

जसजसे कवचापासून गाभ्याकडे जावे, तसतसा दाब तर वाढत जातोच, पण तापमानही वाढत जाते. प्रत्यक्ष मापन उपलब्ध नसले, तरी वैज्ञानिकांनी केलेल्या सैध्दांतिक आकडेमोडीनुसार पृथ्वीच्या गाभ्याचे तापमान साधारण ६५०० ते ७००० अंश सेल्सिअस असावे. आपल्या पायाखाली १०० कि.मी. खाली गेल्यास १२०० ते १५०० अंश सेल्सिअस इतके तापमान असेल. पृथ्वीच्या उत्पत्तीकाळात तिच्यात असलेली जवळजवळ सर्व उष्णता आजही तिच्या अंतरंगात सामावलेली आहे, असा वैज्ञानिकांचा अंदाज आहे.

पृथ्वीवरची सर्वात खोल खाण ही फक्त ४ कि.मी. खोलीपर्यंत जाते. म्हणजे कवचाच्या खाली नेमके काय आहे, याची प्रत्यक्ष माहिती आपल्याकडे नाही. मग पृथ्वीच्या अंतरंगाची इतकी सविस्तर माहिती भूगर्भशास्त्रज्ञांना कशी मिळाली, असा प्रश्न पडणे सहाजिक आहे. तर ही सर्व माहिती अप्रत्यक्ष निरीक्षणांमधून मिळवलेली आहे.

पृथ्वीवर जेव्हा भूकंप होतात, तेव्हा भूकंपाच्या लहरी पृथ्वीच्या पृष्ठभागात खोलवरपर्यंत प्रवास करतात. वेगवेगळ्या रासायनिक व भौतिक रचनेच्या भागांतून प्रवास करताना या लहरींची दिशा व वेग यांमध्ये बदल होतात. या लहरींच्या अभ्यासातून पृथ्वीच्या अंतरंगाचे कल्पनाचित्र रेखाटता येते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागातील खडक काही ठिकाणी कवचामध्ये येतात. ज्वालामुखींच्या उद्रेकानेही काही खडक खोलवरून वर येतात. या खडकांच्या अभ्यासातून पृष्ठभागाच्या संरचनेचा अंदाज बांधता येतो.

पृथ्वीच्या गाभ्यात असलेल्या लोह व निकेलच्या संयुगांमुळे पृथ्वीभोवती चुंबकीय क्षेत्र आहे. या क्षेत्राच्या अभ्यासातून गाभ्याबद्दल माहिती मिळवता येते.

पृथ्वीवर वेळोवेळी अवकाशातून उल्का येऊन पडतात. पृथ्वीची उत्पत्ती अशाच पदार्थांपासून झालेली आहे. या उल्कांच्या दगडांत पृथ्वीचे कवच आणि पृष्ठभागात असणारी सर्व मूलद्रव्ये बऱ्याच अंशी पृथ्वीसारख्याच प्रमाणात दिसतात, पण लोह मात्र पृथ्वीपेक्षा कितीतरी अधिक प्रमाणात दिसते. यावरूनही पृथ्वीवरील बहुतेक सारे लोह पृथ्वीच्या गाभ्यात एकवटलेले असावे, या अनुमानाला पुष्टी मिळते.

हेडिअन काळाच्या अखेरीस पृथ्वीची भूगर्भीय संरचना स्थिरावत आली असली, तरी अजूनही पृथ्वीच्या वातावरणात सजीवांना विषसमान असणारे वायूच जास्त होते आणि ऑक्सिजन वायू अजिबात नव्हता. पण पृथ्वीच्या कवचाचे तापमान आता बरेच खाली उतरले होते आणि त्यावर पाण्याच्या लाटा खळाळत होत्या. जीवसृष्टीच्या आगमनाची पूर्वतयारी आता पूर्ण झालेली होती.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या “बिग हिस्टरी – 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