

कृष्णविवरांची निर्मिती कशी होते हे जाणून घेण्यासाठी प्रखर गुरुत्वाकर्षण म्हणजे काय, हे समजून घ्यावे लागेल. अल्बर्ट आइन्स्टाइन या जर्मन शास्त्रज्ञाने १९१५ साली मांडलेल्या 'व्यापक सापेक्षते'च्या सिद्धांतानुसार कृष्णविवराची वेगळी परिभाषा आहे. त्यांच्या सापेक्षतावादाला यंदा शंभर वर्षे पूर्ण होत आहेत. त्यानिमित्त...



'कृष्णविवर : अद्भुत खगोलीय चमत्कार'

याचाच अर्थ की जितके गुरुत्वाकर्षण प्रखर तितकाच त्या खगोलीय वस्तूचा मुक्तिवेग अधिक. कृष्णविवराच्या बाबतीत तर, हा मुक्तीवेग प्रकाशाच्या वेगाएवढा होतो. प्रकाशाचा वेग हा प्रति सेकंदाला ३ लाख कि.मी. एवढा प्रचंड आहे. प्रकाशापेक्षा कोणतीच गोष्ट वेगवान नाही, म्हणूनच कृष्णविवरांमधून बाहेर पडावयाचे असल्यास प्रकाशाच्या वेगापेक्षा जास्त वेगाने बाहेर पडावे लागेल, जे केवळ अशक्य आहे. म्हणूनच कृष्णविवरांमधून प्रकाशदेखील बाहेर पडत नाही व कृष्णविवरे आपणास दिसत नाहीत. हाच निष्कर्ष आइन्स्टाइनची सापेक्षता सांगते. यावरून आइन्स्टाइनने केलेली गुरुत्वाकर्षणाची परिभाषा ही न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या परिभाषेपेक्षा अधिक परिणामकारक आहे.

आइन्स्टाइनच्या परिभाषेनुसार कृष्णविवराच्या आसमंतामधील भूमिती ही प्रखर गुरुत्वाकर्षणामुळे युक्लिडियन भूमितीपेक्षा वेगळ्या प्रकारची असते. सोप्या भाषेत सांगायचे झाल्यास युक्लिडियन भूमितीमध्ये त्रिकोणाच्या तीन्ही कोनांची बेरीज ही १८० अंश असते. आइन्स्टाइनच्या नॉन युक्लिडियन भूमितीमध्ये त्रिकोणाच्या तिन्ही (१८० अंश) कोनांची बेरीज ही १८० अंशांपेक्षा जास्त असते. याचाच अर्थ कृष्णविवराच्या परिसरातील आसमंत हा प्रचंड गुरुत्वाकर्षणामुळे वक्र झालेला असतो. यालाच सापेक्षतेमध्ये 'स्पेस टाइम कर्व्हेचर' असे म्हणतात. सापेक्षतावादाच्या प्रश्नाचे उत्तर देताना जर्मन गणिती व खगोलवादी कार्ल श्वार्झ्चिल्ड यांनी जे समीकरण मांडले, त्या समीकरणाने कृष्णविवरात रूपांतरित होणाऱ्या ताऱ्याची त्रिज्या काढता येते. यालाच 'श्वार्झ्चिल्ड रेडियस' म्हणतात. समजा ताऱ्याचे वस्तुमान M असेल, तर ही त्रिज्या $R_s = 2GM/C^2$ या समीकरणाने मिळते.

कोणत्याही ताऱ्याच्या जीवनक्रमात त्याच्या जन्मापासून ते मृत्यूपर्यंतची स्थित्यंतरे त्या ताऱ्याच्या वस्तुमानावर अवलंबून असतात. सूर्याचे वस्तुमान एक सोलर मास (1Mo) आहे. तारा जिवंत असताना ताऱ्यामधल्या अणुगर्भीय प्रक्रियांमुळे हायड्रोजन वायूचे हेलियममध्ये रूपांतर होते व ऊर्जा मोकळी होते. याच प्रक्रियेमुळे तारा प्रकाशमान होतो आणि ताऱ्याच्या आतील आणि बाहेरील दाब संतुलित होऊन तारा स्थिरावतो. यालाच हायड्रोस्टॅटिक इक्विलिब्रियम म्हणतात. ताऱ्यामधल्या अणुगर्भीय प्रक्रिया संपुष्टात यायला लागल्यावर तारा खऱ्या अर्थाने मृत्युपंथाला लागतो. ताऱ्याच्या वस्तुमानानुसार ताऱ्याच्या आयुष्यातील अखेरचा काळ हा श्वेतबटू किंवा न्युट्रॉन ताऱ्याच्या अवस्थेत जातो. श्वेतबटू अवस्थेमध्ये असताना ताऱ्याचे वस्तुमान १.४४ सोलर

मासच्या आसपास असते. या मर्यादिला 'चंद्रशेखर मर्यादा' असेही म्हणतात. जगप्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ चंद्रशेखर सुब्रह्मण्यम यांनी ती सिद्ध केली व त्यासाठी त्यांना १९८३ साली नोबेल पारितोषिकही मिळाले. न्युट्रॉन ताऱ्याच्या बाबतीत ही मर्यादा दोन सोलर मास मानली जाते; पण ताऱ्याच्या अखेरच्या काळात, त्याचे वस्तुमानवरील पैकी दोन्ही मर्यादांपेक्षा जास्त असेल, तर त्याचे कृष्णविवर होते. अशा अवस्थेत त्या ताऱ्याच्या आतील दाब गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रचंड शक्तीला तोंड देण्यास असमर्थ ठरतील. त्यामुळे त्या ताऱ्याचे आकुंचन व्हायला लागेल. त्यामुळे वस्तूचे वेगवेगळे घटक जवळ येऊन त्यांचे परस्परान्वरणे गुरुत्वाकर्षण आर्थिक बळावेल आणि आकुंचनास जोर चढेल यालाच गुरुत्वीय अवपात, असे म्हणतात. यामुळे ताऱ्याचा आकार लहान होत जातो व शेवटी त्याचे रूपांतर एका अशा बिंदूत अवस्थेत होते की, जेथून प्रकाशही बाहेर येणे शक्य नसेल. हेच आपले कृष्णविवर (Black Hole) होय!

प्रचंड गुरुत्वाकर्षण असणाऱ्या या कृष्णविवराची रचना तशी सोपी असते. त्याच्या सर्वात बाहेरील भागाला इव्हेंट होरायझन म्हणतात. कारण निरीक्षकाला या भागापर्यंतच्या घटना पाहता येतात. कृष्णविवराच्या आत काय चालू असेल हे निरीक्षकाला दिसत नाही. कृष्णविवराच्या मधोमध असणाऱ्या बिंदूत अवस्थेला सिंग्युलॅरिटी म्हणतात, तर सिंग्युलॅरिटी ते इव्हेंट होरायझनपर्यंतच्या अंतराला 'श्वार्झ्चॉइल्ड रेडियस' म्हणतात. कृष्णविवराच्या आतमधील वस्तूंचे आणि प्रकाशाचे भौतिक व्यवहार कसे चालतात हे शास्त्रज्ञांना आजपर्यंत ज्ञात नाही. कृष्णविवराच्या आत न्यूटनच्या सेलेस्टिअस मेकॅनिक्सला; तसेच आइन्स्टाइनच्या सापेक्षतेला प्रवेश नाही. त्यासाठी आपण पुंजभौतिकी अर्थात क्वांटम मेकॅनिक्सची मदत घ्यावी लागते.

आज विश्वात अनेक प्रकारची कृष्णविवरे सापडतात. आजपर्यंतच्या संशोधनामधून आकाशगंगांच्या केंद्रामध्ये कृष्णविवरे असल्याचे सिद्ध झाले आहे. तारा युगुलामध्ये कृष्णविवरे सापडली आहेत. विश्वातील सर्वात जुन्या घटकांपैकी असणाऱ्या क्वेसार्स या खगोलीय पदार्थात सूर्यापेक्षा प्रचंड वस्तुमान असणारी कृष्णविवरे असू शकतील, या दृष्टीने संशोधन चालूच आहे. पृथ्वीवरील, तसेच अंतराळमधील महाकाय दुर्बिणींच्या माध्यमातून मानव अव्याहतपणे या कृष्णविवरांवर संशोधन करत असून, त्यासंबंधी अधिकाधिक माहिती संग्रहित करण्याचा प्रयत्न करत आहे.

(लेखक खगोल अभ्यासक आहेत.)

■ अमित वि. पुरंदरे

अंतराळाविषयी असणाऱ्या कुतूहलापोटी मानवाने आजवर आपल्या बुद्धीच्या आणि तंत्रज्ञानाच्या जोरावर अंतराळातील अनेक आश्चर्ये शोधून काढली आहेत. आजही त्याचा हा ध्यास अव्याहतपणे सुरूच आहे. अशा अनेक खगोलीय आश्चर्यांपैकीच एक आश्चर्य म्हणजे 'कृष्णविवर' अथवा 'ब्लॅक होल' हे होय! एके काळी विज्ञानकथा लिहिणाऱ्यांच्या आवडीचा विषय असणाऱ्या 'कृष्णविवरांचे' अस्तित्व आज विज्ञानाने सिद्ध केले असून, त्याबद्दलचे औत्सुक्य आजही कायम आहे.

'कृष्णविवर' ही खगोलशास्त्रीय संकल्पना तशी बरीच गुंतागुंतीची आणि क्लिष्ट असल्यामुळे समजून घ्यायला अवघड आहे. ही संकल्पना समजून घेण्यास अवघड असल्याचे प्रमुख कारण म्हणजे यासाठी आवश्यक असणारे गणित व व्यापक सापेक्षता (Theory of general relativity) यांचे ज्ञान. निसर्गामध्ये जी गोष्ट जन्मास येते त्या गोष्टींचा अंत हा होतोच, याच नियमाप्रमाणे 'कृष्णविवर' म्हणजे सूर्याच्या कित्येक पट वस्तुमान (Mass) असणाऱ्या ताऱ्याची अंतिम अवस्था होय. प्रचंड गुरुत्वाकर्षण - इतके प्रचंड की तेथून प्रकाशसुद्धा बाहेर पडू शकणार नाही - जर एका बिंदूमध्ये एकवटले, तर जी अवस्था होईल, असा खगोलीय पदार्थ डोळ्यासमोर आणा म्हणजे तुम्हाला कृष्णविवराची कल्पना येऊ शकेल.

जॉन मिचेल १७८४ मध्ये एका शोधनिबंधात 'कृष्णविवर' कल्पना प्रथम मांडली. जर स्थिर ताऱ्यांच्या बाबतीत प्रकाशाचा वेग कमी होत असेल व त्याच्यामुळे ताऱ्यांची अंतरे, आकार इ. मोजण्याच्या साधनांवर परिणाम होत असेल, तर अशा प्रकारची माहिती गोळा करण्यासाठी आवश्यक त्या साधनाविषयी या लांबलचक नावाने हा शोधनिबंध 'फिलाॅसॉफिकल ट्राॅन्झॅक्शन ऑफ दि रॉयल सोसायटी ऑफ लंडन' या नियतकालिकात प्रसिद्ध झाला होता. काही वर्षांनंतर म्हणजे १७९९ मध्ये पीयर सीमॉ द लप्लास (Pierre Simon delaplace) या फ्रेंच गणितज्ञाने गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमांवर बरेच काम केले व त्याचाही निष्कर्ष हा जॉन मिचेलप्रमाणेच होता. पुढे १९५७ मध्ये अमेरिकन शास्त्रज्ञ जॉन व्हिलर याने, अशा प्रकारच्या होणाऱ्या ताऱ्याच्या अवस्थेला 'कृष्णविवर' (Black Hole) असे नाव सुचविले व हे नाव आज प्रचलित आहे.

कृष्णविवरांची निर्मिती कशी होते हे जाणून घेण्यासाठी प्रखर गुरुत्वाकर्षण म्हणजे काय हे समजून घ्यावे लागेल. अल्बर्ट आइन्स्टाइन या जर्मन शास्त्रज्ञाने १९१५ साली मांडलेल्या 'व्यापक सापेक्षते'च्या सिद्धांतानुसार कृष्णविवराची वेगळी परिभाषा आहे. त्याच्या बऱ्याच आधी सर आयझॅक न्यूटन यांनी मांडलेल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांतानुसार कोणत्याही वस्तूच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षणाची तीव्रता ही तिच्यापासूनच्या मुक्तीवेगावरून (एस्केप व्हेलॉसिटी) ओळखावी. म्हणजेच पृथ्वीवरून आपण एखादा चेंडू ११.२ कि.मी. प्रतिसेकंद या वेगाने वर अंतराळात फेकला, तर तो चेंडू पृथ्वीवर परत कधीच येणार नाही. त्याचप्रमाणे चंद्राचा मुक्तिवेग २.४ कि.मी प्रति सेकंद, गुरू ग्रहाचा मुक्तिवेग ६० कि.मी. प्रति सेकंद, सूर्याचा मुक्तिवेग ६५० कि.मी प्रति सेकंद, न्युट्रॉन ताऱ्याचा १,५०,००० कि. मी. प्रति सेकंद आणि कृष्णविवराचा ३,००,००० कि.मी. प्रति सेकंद, म्हणजेच प्रकाशाचा वेग.