

बातमी विज्ञप्ती

तात्काळ प्रसिद्धीसाठी

2 December 2025

अलकनंदा: JWST ने विश्वाच्या बालपणातील प्रचंड भव्य-रचना असलेली सर्पिल दीर्घिका शोधली

महास्फोटानंतर केवळ १.५ अब्ज वर्षांनी सापडलेली पूर्णतः विकसित सर्पिल दीर्घिका प्रारंभिक दीर्घिका निर्मितीच्या आपल्या सिद्धांतांना आव्हान देते

नासाच्या जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप (JWST) चा वापर करून भारतीय खगोलशास्त्रज्ञांनी आतापर्यंत निरीक्षण केलेल्या सर्वात दूरच्या सर्पिल दीर्घिकांपैकी एक नवीन दीर्घिका शोधली आहे---एक प्रचंड, सुंदर रचना असलेली सर्पिल दीर्घिका जी विश्व केवळ १.५ अब्ज वर्षांचे असताना अस्तित्वात होती. हिमालयातील प्रसिद्ध नदीच्या नावावरून **अलकनंदा** असे नाव दिलेली ही भव्य-रचना सर्पिल दीर्घिका (grand-design spiral galaxy), प्रारंभिक विश्वात, जटिल दीर्घिका किती लवकर तयार होऊ शकत होत्या याच्या आपल्या समजुतीला आव्हान देते.

पुणे येथील टाटा मूलभूत संशोधन संस्था (TIFR) च्या राष्ट्रीय रेडिओ खगोलभौतिकी केंद्रातील (NCRA-TIFR) संशोधक राशि जैन आणि योगेश वाडदेकर यांनी हा शोध लावला. अलकनंदा ही अशी दीर्घिका आहे जी आपल्याच आकाशगंगेसारखी दिसते, पण ती विश्व त्याच्या सध्याच्या वयाच्या केवळ १०% असताना उपस्थित होती. हे संशोधन आघाडीच्या युरोपियन खगोलशास्त्र जर्नल *Astronomy & Astrophysics* मध्ये प्रकाशित झाले आहे.

संशोधकांनी अलकनंदा हे नाव एका विशिष्ट कारणासाठी निवडले---गंगा नदीच्या मुख्य उपनद्यांपैकी एक आहे अलकनंदा आणि दुसरी आहे मंदाकिनी. हिन्दी भाषेत मंदाकिनी हे आपल्या आकाशगंगेचे नाव देखील आहे. "अलकनंदा ही सुमारे १२ अब्ज प्रकाशवर्षे दूर असलेली सर्पिल दीर्घिका आहे आणि आपल्या आकाशगंगेप्रमाणेच तिची एक भव्य सर्पिल रचना आहे. अलकनंदा ही मंदाकिनी नदीची भगिनी नदी आहे, म्हणून आम्हाला या दूरच्या सर्पिल दीर्घिकेचे नाव अलकनंदा नदीच्या नावावर ठेवणे योग्य वाटले" असे जैन स्पष्ट करतात.

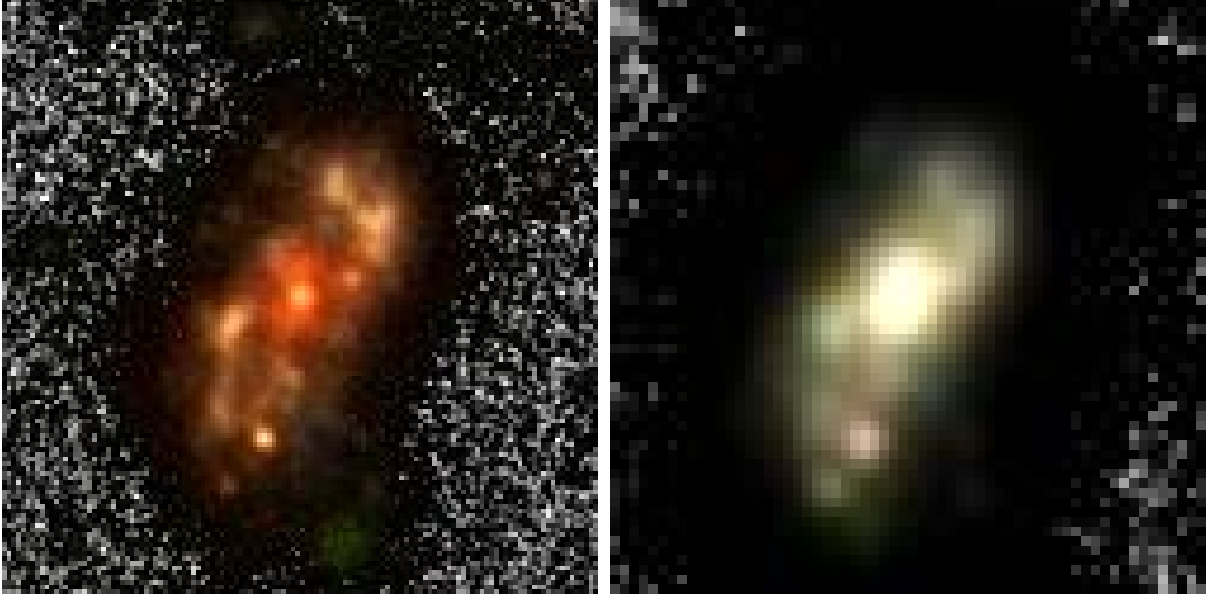
एक वैश्विक काल यंत्र

अलकनंदा अंदाजे ४ च्या रेडशिफ्टवर आहे, म्हणजे तिचा प्रकाश आपल्यापर्यंत पोहोचण्यासाठी १२ अब्ज वर्षांपेक्षा जास्त वेळ लागला आहे. "आम्ही ही दीर्घिका महास्फोटानंतर केवळ १.५ अब्ज वर्षांनी होती तशी आहोत," मुख्य लेखिका राशि जैन स्पष्ट करतात. "विश्वाच्या ह्या प्रारंभिक कालखंडात अशी चांगल्या प्रकारे तयार झालेली सर्पिल दीर्घिका सापडणे अगदीच अनपेक्षित आहे---हे सूचित करते की आपल्या विश्वात, आपण समजत होतो त्यापेक्षा खूप आधी, सर्पिल दीर्घिका तयार होत होत्या."

प्रचंड वस्तुमानाची, वेगाने तारा-निर्मिती करणारी, आणि परिपूर्ण रचना असलेली

JWST च्या अभूतपूर्व अवरक्त प्रकाशातील संवेदनशीलता आणि रिझोल्यूशन वापरून, जैन व वाडदेकर यांना आढळले की अलकनंदा एक प्रभावी वैश्विक शक्तीकेंद्र आहे. दीर्घिकेतील ताऱ्यांमध्ये आपल्या सूर्याच्या वस्तुमा-

नाच्या अंदाजे १० अब्ज पट वस्तुमान आहे, आणि ती दरवर्षी सुमारे ६३ सौर वस्तुमानाच्या दराने नवीन तारे तयार करत आहे---आपल्या आकाशगंगेच्या सध्याच्या तारा निर्मिती दरापेक्षा अंदाजे २०-३० पट जास्त.



आकृती १: डावे पॅनेल: रेस्ट फ्रेम जवळ-अतिनील फिल्टरमध्ये अलकनंदाची प्रतिमा. सर्पिल भुजांमधील तारा-निर्मिती क्षेत्रे "तारेवरचे मोती" प्रमाणे दिसतात, जे अशा क्षेत्रांमधील मोठ्या ताऱ्यांच्या अतिनील (UV) उत्सर्जनाचे वैशिष्ट्य आहे. उजवे पॅनेल: रेस्ट फ्रेम दृश्य प्रकाशीय फिल्टरमध्ये दिसणारी अलकनंदा. सर्पिल भुजा कमी स्पष्ट आहेत आणि अंतर्निहित चकती (disc) स्पष्टपणे दिसते. रेस्ट फ्रेम म्हणजे प्रकाशाच्या वर्णपटाचा तो भाग ज्यामध्ये प्रकाश प्रत्यक्षात अलकनंदापासून उद्भवला होता.

अलकनंदाला विशेषतः आकर्षक बनवणारी गोष्ट म्हणजे तिची सुन्दर सर्पिल रचना. ही दीर्घिका एका चमकदार मध्यवर्ती फुगीभोवती गुंडाळलेल्या दोन चांगल्या प्रकारे परिभाषित सर्पिल भुजा दर्शविते, ज्यांचा व्यास अंदाजे ३०,००० प्रकाशवर्षे आहे. दीर्घिकेच्या अतिनील प्रकाशात---त्याच्या प्रचंड अंतरामुळे प्रत्यक्षात अवरक्त प्रकाशात निरीक्षण केले जाते---खगोलशास्त्रज्ञ सर्पिल भुजांसह तारा-निर्मिती क्षेत्रांचा वैशिष्ट्यपूर्ण "तारेवरचे मोती" पाहू शकतात, जी रचना आज आपण जवळच्या सर्पिल दीर्घिकांमध्ये पाहतो, त्यासारखीच आहे.

खूप परिपूर्ण, खूप लवकर?

JWST च्या आधी, खगोलशास्त्रज्ञांचा असा विश्वास होता की प्रारंभिक विश्वातील दीर्घिका अराजक असाव्यात. स्थिर सर्पिल रचना विश्वात अनेक अब्ज वर्षांनी उदयास येतात. सर्वमान्य सिद्धांत असे सुचवत होता की प्रारंभिक दीर्घिका "गरम" आणि गोंधळलेल्या होत्या, त्यांना "थंड" होण्यासाठी आणि सर्पिल भुजा चकत्यांमध्ये स्थिरावण्यासाठी अब्जावधी वर्षांच्या काळ लागायला हवा होता.

"अलकनंदा एक वेगळीच कथा सांगते," वाडदेकर म्हणतात. "या दीर्घिकेला केवळ काहीशे दशलक्ष वर्षांत १० अब्ज सौर वस्तुमानांचे तारे एकत्र करावे लागले आणि त्याचवेळी सर्पिल भुजांसह एक मोठी चकती तयार करावी लागली. हे अविश्वसनीयरीत्या जलद आहे."

अलकनंदाच्या शोधामुळे JWST कडून प्रारंभिक विश्व पूर्वी समजूती पेक्षा अधिक परिपक्व होते याच्या वाढत्या पुराव्याची भर पडते. अनेक चकती दीर्घिका समान अंतरावर सापडल्या आहेत, JWST-पूर्व युगातील बहुतेक मॉडेलसनी जे भाकित केले होते त्याच्या अगदी विरुद्ध. **इतक्या उच्च रेडशिफ्टवर चांगल्या प्रकारे परिभाषित सर्पिल भुजा असलेल्या चकती दीर्घिकेचे सर्वात स्पष्ट उदाहरण म्हणून, अलकनंदा आज आपल्या समोर उभी आहे.**

तिच्या निर्मितीचे गूढ

विश्वाच्या इतिहासात अलकनंदाने तिच्या सुंदर सर्पिल भुजा इतक्या लवकर कशा तयार केल्या? संशोधक अनेक शक्यता विचारात घेतात:

- दीर्घिका चकतीमधून प्रवास करणाऱ्या घनता लहरींमुळे होणाऱ्या गुरुत्वीय अस्थिरतेमुळे सर्पिल भुजा तयार होऊ शकतात. हा प्रकार सुरळीत अभिवृद्धीद्वारे वाढणाऱ्या थंड चकत्यांमध्ये घडतो.
- लहान आणि जवळ असणाऱ्या दीर्घिकांशी परस्पर गुरुत्वीय प्रक्रियांमुळे होणाऱ्या टायडल बलांमुळे सर्पिल रचनेची निर्मिती सुरू होऊ शकते. परंतु अशा प्रक्रियेतून तयार झालेल्या सर्पिल रचना अल्पायुषी असतात आणि काळांतराने विरघळतात.

दीर्घिकेच्या फुगवट्यातून (bulge) (केवळ १४-१८% प्रकाश मध्यवर्ती फुगवट्यातून येतो) असे सूचित होते की अलकनंदा प्रामुख्याने दीर्घिका टक्करांऐवजी सुरळीत वायू अभिवृद्धीद्वारे वाढली. गंमत अशी आहे की या दीर्घिकेने सुमारे ६०० दशलक्ष वर्षांच्या कालावधीत तिचे सर्व तारे तयार केले, तर सर्पिल भुजा सुरळीत अभिवृद्धीद्वारे तयार होण्यासाठी सुमारे एक अब्ज वर्षे लागतात. ही वेळेची विसंगति आपल्याला दीर्घिकांमधील सर्पिल भुजा निर्मितीच्या सिद्धांतांचा पुनर्विचार करण्यास प्रवृत्त करते.

JWST च्या यशस्वी क्षमता

हा शोध JWST च्या अवरक्त प्रकाशातील अप्रतिम संवेदनशीलता आणि रिझोल्यूशनमुळे शक्य झाला. संशोधकांनी UNCOVER - (Ultradeep NIRSpect and NIRCams Observations before the Epoch of Reionization) सर्वेक्षणातील निरीक्षणांचा वापर केला, ज्याने Abell 2744 ह्या समूहाची प्रतिमा घेतली. हा प्रचंड समूह नैसर्गिक गुरुत्वीय भिंगाचं काम करतो, अलकनंदासारख्या पार्श्वभूमीवर असलेल्या दीर्घिकेच्या प्रकाशात दोनपेक्षा जास्त पटीने वर्धन करतो.

"JWST च्या शक्तीचे आणि गुरुत्वीय भिंगीकरणाचे संयोजनाने आम्हाला उत्कृष्ट तपशील पाहू दिले," जैन सांगतात. "आमच्याकडे २१ विविध फिल्टरमध्ये अलकनंदाच्या प्रतिमा आहेत, ज्यात मध्यम-बॅंड फिल्टरचा (जे स्पेक्ट्रोस्कोपीसाठी प्रॉक्सी म्हणून काम करतात) ह्यांचा समावेश आहे. आम्हाला उल्लेखनीय अचूकतेसह दीर्घिकेचे अंतर निश्चित करणे शक्य झाले."

जैन व वाडदेकर यांनी, अलकनंदाचे गुणधर्म निश्चित करण्यासाठी अत्याधुनिक वर्णक्रमीय ऊर्जा वितरण (Spectral Energy Distribution) मॉडेलिंगचा वापर केला. त्यांना आढळले की अलकनंदा मध्ये धूलिकाणांचे प्रमाण मध्यम आहे आणि तिचे वस्तुमान-भारित वय केवळ १९९ दशलक्ष वर्षे आहे, म्हणजे अर्धे तारे निरीक्षण केलेल्या युगापूर्वी २०० दशलक्ष वर्षांत तयार झाले होते.

पुढे काय?

अलकनंदाचे अंतर उत्तम प्रकारे निश्चित असले तरी, जैन आणि वाडदेकर सूचवतात की JWST च्या NIRSpect इंटिग्रल फील्ड युनिट किंवा Atacama Large Millimeter Array (ALMA) सह अत्यधिक निरीक्षणे करावीत. ही निरीक्षणे दीर्घिकेच्या चकतीचे परिभ्रमण मोजतील आणि ती गतिकीयदृष्ट्या "थंड" आहे (मंद अंतर्गत हालचालींसह, स्थिर सर्पिल रचनेसाठी अनुकूल) किंवा "गरम" (ताऱ्यांच्या जलद, अराजक हालचालींसह) हे ठरवतील.

"अलकनंदाची चकती थंड आहे की गरम हे समजल्याने आपल्याला कोणत्या निर्मिती यंत्रणेने तिच्या सर्पिल भुजा तयार केल्या हे अचूकपणे सांगेल," वाडदेकर स्पष्ट करतात. "हे आपल्याला असेही सांगेल कि प्रारंभिक विश्वात अस्तित्वात असलेल्या अशा दीर्घिका एक वेगळा उत्क्रांती मार्ग दर्शवितात का?"

अलकनंदा आणि इतर प्रारंभिक सर्पिल दीर्घिकांचा शोध असे सूचित करतो की दीर्घिका परिपक्वतेसाठीच्या वैश्विक कालरेषेला पुनरावृत्तीची आवश्यकता आहे. जसजसे JWST अवकाशात अधिक दूरवर पाहील, अधिक अलकनंदासारख्या दीर्घिका नक्कीच शोधल्या जातील. **परंतु आजच्या तारखेला, अलकनंदा ही वैशिष्ट्यपूर्ण भव्य-रचना (grand-design) सर्पिल भुजा दर्शविणारी सर्वात दूरवरची चकती दीर्घिका आहे.**

जर्नल: *Astronomy & Astrophysics* (प्रकाशित)

शीर्षक: "A grand-design spiral galaxy 1.5 billion years after the Big Bang with JWST"

लेखक: राशि जैन आणि योगेश वाडदेकर (राष्ट्रीय रेडिओ खगोलभौतिकी केंद्र, टाटा मूलभूत संशोधन संस्था, पुणे, भारत)

DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202451689>

निधी: अणुऊर्जा विभाग, भारत सरकार

तज्ञ संपर्क

नाव: सुश्री राशि जैन

संस्था: राष्ट्रीय रेडिओ खगोलभौतिकी केंद्र
टाटा मूलभूत संशोधन संस्था

ईमेल: rjain@ncra.tifr.res.in

कार्यालय: +91-20-2571-9240

नाव: प्रा. योगेश वाडदेकर

संस्था: राष्ट्रीय रेडिओ खगोलभौतिकी केंद्र
टाटा मूलभूत संशोधन संस्था

ईमेल: yogesh@ncra.tifr.res.in

कार्यालय: +91-20-2571-9238

NCRA आणि JWST विषयी

राष्ट्रीय रेडिओ खगोलभौतिकी केंद्र (NCRA-TIFR) हे भारतातील रेडिओ खगोलशास्त्र आणि संबंधित क्षेत्रांमधील संशोधनासाठी आघाडीचे केंद्र आहे. हे टाटा मूलभूत संशोधन संस्था, मुंबईचा एक भाग आहे. NCRA जायंट मेट्रोवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप (GMRT) चालवते, जी पुणे, भारताजवळ स्थित जगातील सर्वात संवेदनशील कमी-वारंवारता रेडिओ दुर्बिणीपैकी एक आहे.

जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप (JWST), जगातील प्रमुख अवकाश विज्ञान वेधशाळा आहे. वेब आपल्या सौरमालेतील रहस्ये सोडवत आहे, इतर ताऱ्यांभोवती असलेल्या दूरच्या जगांकडे पाहत आहे, आणि आपल्या विश्वाच्या रहस्यमय रचना आणि उत्पत्तीचा शोध घेत आहे. वेब हा NASA द्वारे त्याच्या भागीदारांसह, युरोपियन स्पेस एजन्सी (ESA) आणि कॅनेडियन स्पेस एजन्सी (CSA) सह बांधलेली एक आंतरराष्ट्रीय वेधशाळा आहे.

संपादकांसाठी नोंदी

- JWST मधून अलकनंदाच्या अतिरिक्त उच्च-रिझोल्यूशन प्रतिमा माध्यम वापरासाठी विनंतीनुसार उपलब्ध

केल्या जातील.

- हे कार्य मूळची भरतपूर, राजस्थान येथील सुश्री राशि जैन यांनी प्रा. योगेश वाडदेकर यांच्या मार्गदर्शनाखाली NCRA-TIFR पुणे येथे, त्यांच्या पीएचडी संशोधनाचा भाग म्हणून केले.
- हा शोध भारतीय खगोलशास्त्रासाठी एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धी आहे, जो JWST सारख्या आंतरराष्ट्रीय सुविधा वापरून अत्याधुनिक अवकाश विज्ञानात मोठे योगदान देण्याची भारतीय संशोधकांची क्षमता दर्शवितो.
- "अलकनंदा" हे नाव हिमालयातील प्रसिद्ध नदीचा संदर्भ देते, जी गंगा नदीच्या दोन मुख्य उपनद्यांपैकी एक आहे. दुसरी उपनदी मंदाकिनी आहे, जे आपल्या आकाशगंगेचे हिंदी/संस्कृत नाव देखील आहे. या दूरच्या सर्पिल आकाशगंगेचे नाव अलकनंदा ठेवून, संशोधक भारताच्या सांस्कृतिक वारशाचा आणि आपल्या आकाशगंगेशी तिच्या साम्याचा सन्मान करू इच्छितात.
- $z \sim 4$ ची रेडशिफ्ट अंदाजे १२.२ अब्ज वर्ष मागे-पाहण्याच्या वेळ दर्शविते, जेव्हा विश्व केवळ १.५ अब्ज वर्षांचे होते (त्याच्या सध्याच्या १३.८ अब्ज वर्षांच्या वयाच्या तुलनेत).
- दीर्घिका आकाशाच्या दक्षिणेकडील शिल्पकार (Sculptor) नक्षत्रात स्थित आहे, प्रचंड दीर्घिका समूह Abell 2744 च्या क्षेत्रात, ज्याला "पॅडोराचा समूह" देखील म्हणतात, जो JWST च्या UNCOVER सर्वेक्षणाच्या प्राथमिक लक्ष्यांपैकी एक आहे. अलकनंदा ही समूहापेक्षा खूप दूर आहे, आणि तिचा प्रकाश समूहाच्या वस्तुमानाने गुरुत्वीयरीत्या भिंगित आणि वाढवला गेला आहे.
- अलकनंदाचा कोनीय आकार (सुमारे १.५ आर्कसेकंद) खूपच लहान आहे - ३ किमी अंतरावरून दिसणाऱ्या १ रुपयाच्या नाण्याइतका.
- सर्पिल दीर्घिका अनेक प्रकारांमध्ये वर्गीकृत केल्या जातात: भव्य-रचना (grand-design) सर्पिलांमध्ये दोन प्रमुख, चांगल्या प्रकारे परिभाषित सर्पिल भुजा असतात; फ्लॉक्युलंट सर्पिलांमध्ये ठिपकेदार, खंडित भुजा असतात; आणि बहु-भुजा सर्पिलांमध्ये दोनपेक्षा जास्त प्रमुख भुजा असतात. अलकनंदा भव्य-रचना सर्पिल म्हणून वर्गीकृत केली आहे.