समाचार विज्ञप्ति

तत्काल प्रकाशन हेतु

2 December 2025

अलकनंदा: **JWST** ने ब्रह्माण्ड के शैशवकाल से विशाल सर्पिलाकार गैलेक्सी की खोज की

महाविस्फोट के मात्र **1.5** अरब वर्ष बाद पूर्णतः विकसित सर्पिलाकार आकाशगंगा की खोज प्रारंभिक ब्रह्मांड में आकाशगंगाओं के निर्माण की वर्तमान समझ को चुनौती देती है

भारतीय खगोलविदों ने नासा के जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप का उपयोग करके अब तक देखी गई सबसे दूरस्थ सर्पिलाकर (स्पाइरल) आकाशगंगाओं में एक दुर्लभ, अत्यधिक द्रव्यमान एवं स्पष्ट सर्पिलाकार संरचना वाली आकाशगंगा की खोज की है; जो कि तब अस्तित्व में थी जब ब्रह्मांड की आयु मात्र 1.5 अरब वर्ष थी। हिमालय की एक नदी, अलकनंदा पर नामित यह ग्रैंड डिज़ाइन स्पाइरल आकाशगंगा हमारी ब्रह्मांड की इस वर्तमान समझ को चुनौती देती है कि ब्रह्मांड में इतनी जटिल संरचना वाली आकाशगंगाएँ कितनी तीव्र गति से बन रही थीं?

राष्ट्रीय रेडियो खगोल भौतिकी केंद्र - टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, पुणे के राशि जैन एवं योगेश वाडदेकर द्वारा खोजी गई यह आकाशगंगा पूर्णतः हमारी अपनी आकाशगंगा “मंदाकिनी” के समान दिखती है परंतु इस आकाशगंगा के अस्तित्व के समय ब्रह्मांड की आयु इसकी वर्तमान की आयु का केवल 10 प्रतिशत थी। यह खोज एक प्रमुख यूरोपीय अंतरराष्ट्रीय पत्रिका “एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स” में प्रकाशित हुई है।

शोधकर्ताओं ने इस आकाशगंगा का नाम अलकनंदा नदी के नाम पर रखा है जो की गंगा नदी की प्रमुख सहायक नदियों में से एक है। अलकनंदा गैलेक्सी 12 अरब वर्ष दूर स्थित है एवं हमारी अपनी आकाशगंगा “मंदाकिनी” के समान ही एक ग्रैंड डिज़ाइन सर्पिलाकार आकाशगंगा है। राशि जैन ने बताया “कि जिस प्रकार अलकनंदा के समान मंदाकिनी भी गंगा की प्रमुख सहायक नदियों में से एक है, यह नाम “अलकनंदा” इस गैलेक्सी के लिए हमने उचित समझा।”

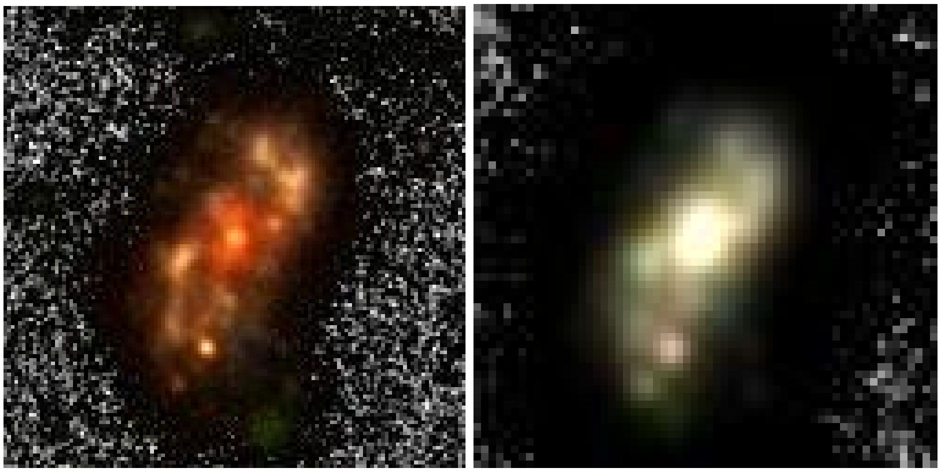
ब्रह्मांड का समय यंत्र (टाइम मशीन)**?**

अलकनंदा लगभग 4 की रेडशिफ्ट पर स्थित है अर्थात् इसके प्रकाश को हम तक पहुँचने में 12 अरब वर्ष का समय लगा है। प्रमुख लेखिका राशि जैन बताती हैं, "हम इस आकाशगंगा को उसी रूप में देख रहे हैं जैसी यह महाविस्फोट (बिग बैंग) के ठीक 1.5 अरब साल बाद दिखाई दी थी।" "इस प्रारंभिक युग में

इतनी सुव्यवस्थित सर्पिलाकार आकाशगंगा का मिलना काफी अप्रत्याशित है - यह हमें बताता है कि हमारे ब्रह्मांड में हमारी सोच से कहीं अधिक पहले जटिल संरचनाओं का निर्माण हो रहा था।"

विशाल, तारा निर्माण में सक्रिय, और पूर्णतः संरचित

"जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप की अवरक्त (इंफ्रारेड) तरंगों में अभूतपूर्व संवेदनशीलता और विभेदन क्षमता का उपयोग करते हुए, वैज्ञानिकों ने पाया कि अलकनंदा एक प्रभावशाली ब्रह्मांडीय शक्ति केंद्र है।" अलकनंदा का द्रव्यमान हमारे सूर्य के द्रव्यमान का लगभग 10 अरब गुना है एवं यह 63 सौर द्रव्यमान प्रतिवर्ष की दर से नए तारे निर्मित कर रही है जो कि हमारी अपनी आकाशगंगा “मंदाकिनी” की वर्तमान तारा निर्माण दर से 20-30 गुना अधिक है।



चित्र 1: बाएँ:अलकनंदा की छवि रेस्ट फ्रेम निकट पराबैंगनी (नियर अल्ट्रावायलेट) किरणों में: सर्पिलाकार भुजाओं में विशाल तारा निर्माण के क्षेत्र एक “रत्नों की माला” के समान प्रतीत होते हैं। इन विभिन्न क्षेत्रों में यह अत्यधिक ऊर्जा नए जन्म लेते हुए विशाल तारों से उत्पन्न हो रहे विकिरण से आ रही है। दाएँ: अलकनंदा की छवि रेस्ट फ्रेम दृश्य किरणों में: यहाँ सर्पिलाकार भुजाएं धुंधली हो जाती हैं तथा गैलेक्सी की डिस्क स्पष्ट रूप से दिखाई देती है। रेस्ट फ्रेम का अर्थ है विद्युत चुम्बकीय विकिरण का वह भाग जिसमें प्रकाश अलकनंदा से वास्तविकता में उत्पन्न हुआ था।

इसकी विशिष्ट सर्पिलाकार संरचना अलकनंदा को उल्लेखनीय बनाती है। यह आकाशगंगा 2 सुपरिभाषित सर्पिलाकार भुजाओं को प्रदर्शित करती है जो की इसके उज्जवल गोलाकार केंद्र को घेरते हुए 30000 प्रकाश वर्ष के व्यास में फैली हुई है। खगोलविदों का कहना है कि पराबैंगनी किरणों जो की वास्तविकता में इस आकाशगंगा की अत्यधिक दूरी के कारण अवरक्त प्रकाश में दिखती है– हमें इसका आदर्श “रत्नों की माला” वाला रूप दिखाई देता है। रत्नों की माला वाली संरचना सर्पिलाकार भुजाओं में स्थित तारा निर्माण के क्षेत्रों के तीव्र प्रकाश के कारण दिखाई देती है जो की निकटवर्ती सर्पिलाकार आकाशगंगाओं में भी दिखाई देती है।

बहुत परिपक्व परंतु इतनी जल्दी?

जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप के पहले खगोलविदों का मानना था की प्रारंभिक ब्रह्मांड को बहुत अव्यवस्थित होना चाहिए और आकाशगंगाएं अनियमित एवं गुच्छेदार होनी चाहिए। सर्पिलाकार आकाशगंगाएं तभी बन सकती है जब ब्रह्माण्ड की आयु कई अरब वर्ष हो। प्रचलित सिद्धांत के अनुसार प्रारंभिक आकाशगंगाएं गर्म अथवा अव्यवस्थित थीं तथा उनको ठंडा होने या परिपक्व, नियमित व घूर्णन-प्रभुत्व डिस्क जैसी स्थाई आकृतियां बनाने के लिए समय की आवश्यकता थी जो की अंततः सर्पिलाकार आकाशगंगाओं में विकसित हो सके।

वाडदेकर कहते हैं, “अलकनंदा एक अलग कहानी बताती है। इस आकाशगंगा ने मात्र कुछ 10 लाख वर्षों में 10 अरब सौर द्रव्यमान को एकत्रित करने के साथ-साथ एक विशाल सर्पिलाकार डिस्क का निर्माण किया है।”

अलकनंदा की खोज जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप से मिल रहे साक्ष्यों की बढ़ती संख्या में एक और कड़ी जोड़ती है कि प्रारंभिक ब्रह्मांड जितना पहले सोचा गया था, उससे कहीं अधिक परिपक्व था। लगभग समान दूरियों पर पाई गई अन्य कई डिस्क आकाशगंगाएँ भी पुरानी धारणाओं के विरुद्ध हैं। अलकनंदा इतनी उच्च रेडशिफ्ट पर सुपरिभाषित सर्पिलाकर भुजाओं वाली एक डिस्क आकाशगंगा का सबसे स्पष्ट उदाहरण है।

निर्माण का रहस्य**?**

आखिर इतनी जल्दी अलकनंदा की इतनी स्पष्ट एवं सुंदर सर्पिलाकार भुजाएं कैसे बनीं? खगोलविदों निम्नलिखित संभावनाएं बताते हैं।

(1) सबसे प्रमुख एवं प्रचलित “डेंसिटी वेव थ्योरी” के अनुसार ठंडी एवं घूर्णन-प्रभुत्व डिस्क आकाशगंगाओं में घनत्व तरंगें गुरुत्वाकर्षण अस्थिरताओं से स्थाई सर्पिलाकार भुजाएँ बना सकती है। यह प्रक्रिया गुरुत्वाकर्षण संरचनाओं के विध्वंसकारी संलयन के बिना भी संभव है।
(2) छोटी आस-पास की आकाशगंगाओं के साथ गुरुत्वाकर्षण अंतःक्रियाओं के कारण उत्पन्न ज्वारीय विक्षोभ सर्पिलाकर संरचना के निर्माण के लिए उत्प्रेरक का कार्य कर सकते है। ऐसी स्थिति में, सर्पिलाकार संरचना अल्पकालिक होती है और समय के साथ विलुप्त हो जाती है।"

अलकनंदा का केंद्रीय भाग से संपूर्ण आकाशगंगा के प्रकाश का अनुपात बहुत कम है अर्थात् अलकनंदा का केवल 14 -18 प्रतिशत प्रकाश इसके केंद्र से आता है। यह संकेत करता है कि अलकनंदा की वृद्धि छोटी आकाशगंगाओं के टकराव के बजाय प्रमुख रूप से नियमित गैस संचयन से हुई है जिससे की ज़्यादातर बड़े केंद्रों वाली डिस्क आकाशगंगाएं बनती है। यहाँ पर विरोधाभास यह है कि नियमित द्रव्य संचयन की प्रक्रिया से सर्पिलाकार भुजाएं 1 अरब वर्षों में बन सकती हैं परन्तु अलकनंदा ने इसके सारे तारे लगभग 60 करोड़ वर्षों में बनाए है। यह तथ्य हमें आकाशगंगाओं में सर्पिलाकार भुजाओं के विकास के प्रचलित सिद्धांतों पर पुनर्विचार करने के लिए प्रेरित करता है।

जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप की अभूतपूर्व क्षमताएँ**:**

यह खोज जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप की अवरक्त तरंग दैर्ध्य में असाधारण संवेदनशीलता और विभेदन के कारण संभव हो पाई। टीम ने अन-कवर (अल्ट्राडीप निरस्पेक एंड निरकैम ऑब्सेर्वेशन्स बिफोर द इपोक ऑफ़ रीआयनाइज़ेशन) सर्वेक्षण से प्राप्त अवलोकनों का उपयोग किया, जिसने एबेल 2744 नामक आकाशगंगा समूह का चित्रण किया। यह विशाल आकाशगंगा समूह एक प्राकृतिक गुरुत्वाकर्षण लेंस के रूप में कार्य करता है, जो पृष्ठभूमि की आकाशगंगाओं, जैसे अलकनंदा, को दो गुना से अधिक तक आवर्धित कर देता है।

जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप की शक्ति और गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग के संयोजन ने हमें अलकनंदा को अविश्वसनीय विवरण के साथ देखने का अवसर दिया" राशि जैन ने बताया। "हमारे पास 21 विभिन्न तरंगधैर्य के फिल्टरों में फ्लक्स (ऊर्जा) माप हैं, जिसमें विशेष मध्यम-बैंड फिल्टर शामिल हैं जो स्पेक्ट्रोस्कोपी के लिए एक प्रतिनिधि के रूप में कार्य करते हैं, जिससे हमें उल्लेखनीय सटीकता के साथ आकाशगंगा की दूरी का पता लगाने में सहायता मिली।"

टीम ने अलकनंदा के विभिन्न गुणों जैसे कि इसका द्रव्यमान, आयु का निर्धारण करने के लिए परिष्कृत स्पेक्ट्रल ऊर्जा वितरण प्रतिरूपण (स्पेक्ट्रल एनर्जी डिस्ट्रीब्यूशन मॉडलिंग) का उपयोग किया। उन्होंने पाया कि आकाशगंगा में मध्यम उच्च धूल विलुप्तिकरण है और इसकी द्रव्यमान-भारित आयु केवल 19.9 करोड़ वर्ष है, जिसका अर्थ है कि इसके आधे तारे अवलोकन की गई अवधि से पहले लगभग 20 करोड़ वर्ष में बने थे—जब ब्रह्मांड स्वयं केवल 1.5 अरब वर्ष पुराना था।

आगे क्या**?**

हालांकि अलकनंदा की फोटोमेट्रिक रेडशिफ्ट सुदृढ़ है, जैन और वाडदेकर सुझाव देते हैं कि जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप की निरस्पेक् इंटीग्रल फील्ड यूनिट या अटाकामा लार्ज मिलीमीटर/सबमिलीमीटर ऐरे के साथ अनुवर्ती अवलोकन (फॉलो अप ऑब्सेर्वेशन्स) किए जाने चाहिए। यह अवलोकन डिस्क के घूर्णन को मापकर यह निर्धारित करेंगे कि क्या अलकनंदा गत्यात्मक रूप से "ठंडी" (धीमी तारों की आंतरिक गति, सर्पिलाकार संरचना के लिए अनुकूल) या "गर्म" (जिसमें तारों की तीव्र, अराजक गतियाँ होती हैं जिसके परिणामस्वरूप उच्च वेग परिक्षेपण होता है)।

"यह समझना कि अलकनंदा की डिस्क ठंडी है या गर्म, हमें बताएगा कि किस निर्माण प्रणाली ने इसकी सर्पिलाकार
भुजाएं बनाईं हैं ," वाडदेकर बताते हैं। " "यह हमें यह भी बताएगा कि क्या ऐसी आकाशगंगाएँ एक अलग विकासात्मक मार्ग का प्रतिनिधित्व करती हैं जो प्रारंभिक ब्रह्मांड में मौजूद था।"

अलकनंदा तथा इसके जैसी अन्य सर्पिलाकार आकाशगंगाएं संकेत करती है कि आकाशगंगाओं के विकास के लिए ब्रह्माण्ड की समयरेखा को संशोधन की आवश्यकता है। जैसे-जैसे जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप अंतरिक्ष और समय में गहराई से देखता रहेगा, अलकनंदा जैसी और भी आकाशगंगाएँ निश्चित रूप से खोजी जाएँगी। परन्तु इस समय, अलकनंदा सबसे अधिक रेडशिफ्ट वाली "डिस्क-प्रभुत्व (डिस्क डोमिनेटेड)" एवं "स्पष्ट ग्रैंड डिज़ाइन सर्पिलाकार"
आकाशगंगा है।

पत्रिका: एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स (प्रकाशित)
शीर्षक: "ए ग्रैंड डिज़ाइन स्पाइरल गैलेक्सी 1.5 बिलियन इयर्स आफ्टर द बिग बैंग विद JWST"
लेखक: राशि जैन और योगेश वाडदेकर (राष्ट्रीय रेडियो खगोल भौतिकी केंद्र, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, पुणे, भारत)
डीओआई **(DOI)**: https://doi.org/10.1051/0004-6361/202451689
अनुदान **(Funding):** परमाणु ऊर्जा विभाग, भारत सरकार

विशेषज्ञ संपर्क

नाम: सुश्री राशि जैन
संस्थान: राष्ट्रीय रेडियो खगोल भौतिकी केंद्र
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
ईमेल: rjain@ncra.tifr.res.in
कायार्लय: +91-20-2571-9240

नाम: प्रो. योगेश वाडदेकर
संस्थान: राष्ट्रीय रेडियो खगोल भौतिकी केंद्र
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
ईमेल: yogesh@ncra.tifr.res.in
कायार्लय: +91-20-2571-9238

NCRA और **JWST** के बारे में

राष्ट्रीय रेडियो खगोल भौतिकी केंद्र (NCRA-TIFR) भारत में रेडियो खगोल विज्ञान और संबंधित क्षेत्रों में अनुसंधान के लिए प्रमुख केंद्र है। यह टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुंबई का एक भाग है। एनसीआरए पुणे, भारत के पास स्थित विशाल मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप (GMRT) का संचालन करता है, सबसे संवेदनशील निम्न-आवृत्ति रेडियो दूरबीनों में से एक है।

जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप (JWST) दुनिया की प्रमुख अंतरिक्ष विज्ञान वेधशाला (observatory) है। वेब हमारे सौर मंडल में रहस्यों को सुलझा रहा है, अन्य तारों के चारों ओर दूर की दुनियाओं को देख रहा है, और हमारे ब्रह्मांड की रहस्यमय संरचनाओं और उत्पत्ति की जाँच कर रहा है। वेब नासा (NASA) के नेतृत्व में उसके साझेदारों, यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी (ESA) और कनाडाई अंतरिक्ष एजेंसी (CSA) के साथ मिलकर चलाया जा रहा एक अंतरराष्ट्रीय कार्यक्रम है।

संपादकों के लिए टिप्पणियां

- मीडिया उपयोग के लिए JWST से अलकनंदा की अतिरिक्त उच्च-रिज़ॉल्यूशन छवियां (images) अनुरोध पर उपलब्ध हैं।
- यह कार्य मूल रूप से राजस्थान के भरतपुर की निवासी सुश्री राशि जैन द्वारा प्रो. योगेश वाडदेकर के पर्यवेक्षण में एनसीआरए-टीआईएफआर में उनके पीएचडी शोध के हिस्से के रूप में किया गया था।
- यह खोज भारतीय खगोल विज्ञान के लिए एक महत्वपूर्ण उपलब्धि का प्रतिनिधित्व करती है, जो JWST जैसी अंतरराष्ट्रीय सुविधाओं का उपयोग करके अत्याधुनिक अंतरिक्ष विज्ञान में प्रमुख योगदान करने के लिए भारतीय शोधकर्ताओं की क्षमता को प्रदर्शित करती है।

- "अलकनंदा" नाम प्रसिद्ध हिमालयी नदी को संदर्भित करता है, जो गंगा नदी की दो मुख्य सहायक नदियों में से एक है। अन्य मुख्य धारा मंदाकिनी है, जो हमारी आकाशगंगा का हिंदी/संस्कृत नाम भी है। इस दूरस्थ सर्पिल आकाशगंगा का नाम अलकनंदा रखकर, शोधकर्ताओं ने भारत की सांस्कृतिक विरासत और आकाशगंगा की अपनी मंदाकिनी आकाशगंगा से समानता दोनों को सम्मानित किया है।
- z ~ 4 का रेडशिफ्ट लगभग 12 अरब वर्षों के पूर्व-समय (lookback time) के बराबर है, जब ब्रह्मांड केवल 1.5 अरब वर्ष पुराना था (इसकी वर्तमान आयु 13.8 अरब वर्ष की तुलना में)।
- यह आकाशगंगा स्कल्पटर (Sculptor) के दक्षिणी तारामंडल में, विशाल आकाशगंगा समूह एबेल 2744 (Abell 2744), जिसे "पैंडोराज क्लस्टर" (Pandora's Cluster) के नाम से भी जाना जाता है, के क्षेत्र में स्थित है। यह JWST के UNCOVER सर्वेक्षण के प्राथमिक लक्ष्यों में से एक है। अलकनंदा इस आकाशगंगा समूह से कहीं अधिक दूर है, और इसके प्रकाश को समूह के द्रव्यमान द्वारा गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग (gravitational lensing) के माध्यम से आवर्धित किया गया है।
- अलकनंदा का कोणीय आकार (लगभग 1.5 आर्कसेकेंड) बहुत छोटा है - जो 3 किमी दूर से देखे गए 1 रुपये के सिक्के के बराबर है।
- सर्पिल आकाशगंगाओं को कई प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है: भव्य-डिज़ाइन सर्पिल (grand-design spirals) में दो प्रमुख, सुपरिभाषित सर्पिल भुजाएँ होती हैं; फ़्लोक्युलेंट सर्पिल (flocculent spirals) में धब्बेदार, खंडित भुजाएँ होती हैं; और बहु-भुजा सर्पिल (multi-arm spirals) में दो से अधिक प्रमुख भुजाएँ होती हैं। अलकनंदा को एक भव्य-डिज़ाइन सर्पिल के रूप में वर्गीकृत किया गया है।