

নিষেধাজ্ঞা কার্যকর থাকবে ২৯-এ জুন, ২০২৩ (০০:০০ UTC, ভারতীয় সময় সকাল ০৫:৩০ টা) অবধি

ব্রহ্মাণ্ডে নিরন্তর আলোড়ন: নিম্ন-কম্পাঙ্কের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের প্রথম আভাস

ভারতীয়, জাপানী ও ইউরোপীয় বিজ্ঞানীদের একটি আন্তর্জাতিক দল ভারতের বৃহত্তম রেডিও দূর্বিক্ষণ যন্ত্র আপগ্রেডেড জায়ান্ট মিটারওয়েভ রেডিও টেলিস্কোপ (uGMRT) ও ইউরোপের পাঁচটি সংবেদনশীল রেডিও দূর্বিক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে পালসার নক্ষত্র থেকে আসা বেতার তরঙ্গ পর্যবেক্ষণ করে সম্প্রতি তাদের গবেষণার ফল প্রকাশ করেছেন। দ্রুত ঘূর্ণায়মান পালসার থেকে সুনির্দিষ্ট সময় অন্তর পৃথিবীতে এসে পৌঁছনো বেতার তরঙ্গ, যা ঘড়ির কাঁটার মতো ব্যবহৃত হতে পারে, তার সূক্ষ্ম তারতম্যের মধ্যে এই বিজ্ঞানীরা ব্রহ্মাণ্ড-বিস্তৃত নিম্ন-কম্পাঙ্কের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের প্রথম আভাস খুঁজে পেয়েছেন। কয়েকশো কোটি আলোকবর্ষ দূরে একে অপরের চারদিকে আবর্তনরত, সূর্যের ভরের কয়েক কোটি গুণ ভরযুক্ত, দৈত্যাকার কৃষ্ণগহ্বরের জুটিকে এই ধরনের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের উৎস বলে মনে করা হচ্ছে। নতুন এই গবেষণার ফলে মহাকর্ষীয় তরঙ্গের বর্ণালীতে এক যুগান্তকারী সংযোজন ঘটতে চলেছে বলে বিজ্ঞানীমহলের ধারণা।

কয়েক লক্ষ কোটি কিলোমিটার তরঙ্গদৈর্ঘ্য বা এক হার্টজের কয়েকশো কোটি ভাগের এক ভাগ কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট এই মহাবিশ্বব্যাপী তরঙ্গের উৎপত্তিস্থল বলে মনে করা হয় সংঘর্ষরত দুই গ্যালাক্সির কেন্দ্রে প্রায় বৃত্তাকারে ঘুরতে থাকা অতিভারী জোড়া কৃষ্ণগহ্বরের। এমন জুটির সংখ্যা ব্রহ্মাণ্ডে সহস্র, এবং তাদেরই 'ঘিরি-ঘিরি নাচের' ফলে ছড়িয়ে পড়তে থাকা মহাকর্ষীয় তরঙ্গ একত্রে মিলে মহাবিশ্বের স্থানকালে এক নিরন্তর আলোড়ন সৃষ্টি করে। ইন্ডিয়ান পালসার টাইমিং অ্যারে (InPTA) ও ইউরোপিয়ান পালসার টাইমিং অ্যারের (EPTA) বিজ্ঞানীরা অ্যাস্ট্রোনমি অ্যান্ড অ্যাস্ট্রোফিজিক্স পত্রিকায় সম্প্রতি প্রকাশিত যৌথ গবেষণাপত্রে এই মহাকর্ষীয় আলোড়নের প্রথম ইঙ্গিত দিয়েছেন।

এমন আলোকবর্ষব্যাপী মহাকর্ষীয় তরঙ্গ সনাক্ত করতে প্রয়োজন আমাদের গ্যালাক্সির বিভিন্ন প্রান্তে সাজিয়ে রাখা প্রাকৃতিক অতিসূক্ষ্ম ঘড়ি বা পালসার নক্ষত্র। এই মৃত নক্ষত্রগুলি এক সেকেন্ডে কয়েক হাজার বার নিজের অক্ষে আবর্তনের সময়ে প্রতিবার আমাদের দিকে বেতার তরঙ্গ নিষ্ক্ষেপ করে। ঠিক যেমন সমুদ্রের মাঝে কোনো দ্বীপের আলোকস্রষ্ট বা লাইটহাউস থেকে নির্দিষ্ট সময় অন্তর আলো এসে পড়ে নাবিকের চোখে। বিশ্বের সেরা রেডিও দূর্বিক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা এমন কিছু পালসার নক্ষত্রের ওপর নজরদারি চালান। পুণের কাছে অবস্থিত উচ্চমানের ভারতীয় রেডিওদূর্বিক্ষণ যন্ত্র uGMRT-র অবদান এ ক্ষেত্রে বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

পুনে শহরে অবস্থিত NCRA-TIFR-এর অধ্যাপক ও InPTA-র প্রতিষ্ঠাতা ভাল চন্দ্র যোশী ব্যাখ্যা করেন যে, “আইনস্টাইনের সাধারণ আপেক্ষিকতার সূত্র মতে এ জাতীয় মহাকর্ষীয় তরঙ্গ পালসার থেকে আসা বেতার তরঙ্গের আগমনের সময় পরিবর্তন করে। বিভিন্ন পালসার থেকে আসা বেতার তরঙ্গের সম্মিলিত পরিবর্তনের হার অতি ধীর যা মাপতে কয়েক দশকের পর্যবেক্ষণ প্রয়োজন। তার ওপর এই পরিবর্তন এতই ক্ষুদ্র যে আসার পথে অন্যান্য কোলাহল থেকে এদের আলাদা করতে uGMRT-র মতো সংবেদনশীল টেলিস্কোপের দরকার পড়ে।”

EPTA-এর বিজ্ঞানীরা InPTA-এর ইন্দো-জাপানী সহকর্মীদের সহযোগিতায় বিশ্বের ছয়টি বৃহত্তম রেডিওদূরবীনের সাহায্যে পঁচিশ বছরেরও বেশী সময় ধরে সংগৃহীত পালসারের তথ্য বিশ্লেষণের বিশদ ফলাফল জানিয়েছেন। এর মধ্যে রয়েছে অতি স্বল্প বেতার-কম্পাঙ্কের অনন্য পরিসীমা এবং uGMRT-র নমনীয়তা ব্যবহার করে সংগ্রহ করা অত্যন্ত সংবেদনশীল ডেটা। এই বিশ্লেষণ থেকে জানা যাচ্ছে যে পালসাররূপী মহাজাগতিক ঘড়িগুলির একত্রিত টিক-টিকের সাধারণ হারে কিছু বৈশিষ্ট্যগত অনিয়ম রয়েছে, যা নিম্ন-কম্পাঙ্কের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের কারণে তৈরী হওয়া অনিয়মের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।

uGMRT পরিচালনকারী সংস্থা NCRA-TIFR-এর কেন্দ্রীয় অধিকর্তা অধ্যাপক যশবন্ত গুপ্তা জানাচ্ছেন যে, “২০১৩ থেকে ২০১৯-এর মধ্যে GMRT-র যে উন্নয়ন হয়েছে, তার একটি গুরুত্বপূর্ণ লক্ষ্যমাত্রা ছিল এই ধরনের পালসার থেকে আসা সংকেতের সময় নির্ভুল ভাবে নির্ধারণ করা। প্রথম কয়েক বছরের মধ্যেই সে উদ্দেশ্য সফল হতে দেখে আমি অত্যন্ত আনন্দিত।”

কেবল অতিকায় কৃষ্ণগহ্বরই নয়, ব্রহ্মাণ্ডের জন্মরহস্যের প্রতিফলনও থাকতে পারে ক্ষীণ কম্পাঙ্কের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের মধ্যে। InPTA-র বর্তমান সভাপতি ও মুম্বাই TIFR-এর অধ্যাপক এ. গোপাকুমার বলছেন, “মহাবিশ্বের রহস্য উন্মোচনের ক্ষেত্রে এ এক নতুন যুগের সূত্রপাত। আরও গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো যে মহাকর্ষীয় তরঙ্গ সনাক্তকরণের জন্য কোন ভারতীয় টেলিস্কোপের এটিই প্রথম সফল ব্যবহার।” তিনি আরও জানান যে কয়েক কিলোমিটার ব্যাপী যন্ত্রের সাহায্যে যে ক্ষণস্থায়ী মহাকর্ষীয় তরঙ্গ আগেই ধরা পড়েছে, তার তুলনায় গ্যালাক্সী ব্যাপী প্রাকৃতিক কাঠামোতে ধরা দেয়া এই চিরস্থায়ী তরঙ্গের আন্দোলনের হার কয়েক হাজার কোটি গুন কম।

ভারতীয় uGMRT ছাড়া জার্মানির এফেলসবার্গ রেডিও টেলিস্কোপ, ইংল্যান্ডের জডরেল ব্যাংক লোভেল রেডিও টেলিস্কোপ, ফ্রান্সের ন্যানসে রেডিও টেলিস্কোপ, ইতালির সারডিনিয়া টেলিস্কোপ ও নেদারল্যান্ডের ওয়েস্টারবর্ক সিন্থেসিস রেডিও টেলিস্কোপের সম্মিলিত তথ্য থেকে বিজ্ঞানীরা ফলাফলগুলি পেয়েছেন। জার্মানির বন্ শহরে অবস্থিত ম্যাক্স প্লাঙ্ক

ইনস্টিটিউট ফর রেডিও অ্যাস্ট্রোনমির অধিকর্তা মাইকেল ক্রেমারের মতে, "ইউরোপ, ভারত ও জাপানের এই আন্তর্জাতিক কোলাবোরেশন শুধু এটুকু প্রমাণ করে না যে যৌথ উদ্যোগে গুরুত্বপূর্ণ বৈজ্ঞানিক সাফল্য মেলে, বরং বিশ্বব্যাপী অন্যান্য পালসার টাইমিং গোষ্ঠীর কাছেও এ এক উদাহরণ সাপেক্ষ।" জাপানী বৈজ্ঞানিকদের পক্ষ থেকে কুমামোতো ইউনিভার্সিটির অধ্যাপক কাইতারো তাকাহাশি জানান যে, "বহু দশকের সঞ্চিত ডেটায় এই মহাকর্ষীয় সংকেত সমান দৃশ্যমান। যে ইঙ্গিত আমাদের গবেষণায় পাওয়া যাচ্ছে, বিজ্ঞানীমহল এমনটাই আশা করেছিল।" ইন্দো-ইউরোপীয় দল ছাড়া মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের NANOGrav, অস্ট্রেলিয়ার PPTA ও চীনের CPTA দলগুলি নিজেদের ফল আলাদা ভাবে প্রকাশ করেছেন, এবং তাদের সকলের গবেষণাতেই নিম্ন-কম্পাঙ্কের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের অস্তিত্বের আভাস মিলেছে।

আইআইটি হায়দ্রাবাদের অধ্যাপক শান্তনু দেশাই বলছেন, "আমরা যে আবিষ্কারের দোরগোড়ায় এসে দাঁড়িয়েছি, তা প্রবীণ-নবীণ বৈজ্ঞানিক ও অনেক ছাত্র-ছাত্রীর অক্লান্ত পরিশ্রমের ফসল। আমরা ইনস্টিটিউটগুলির কাছেও কৃতজ্ঞ প্রয়োজনীয় পরিকাঠামো প্রদান করার জন্য।" যখন একদিকে পালসার টাইমিং গোষ্ঠীরা আলাদা ভাবে নিম্ন-কম্পাঙ্কের মহাকর্ষীয় তরঙ্গের ইঙ্গিতের কথা বলছেন, তখন অন্যদিকে ভারত, ইউরোপ, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ও অস্ট্রেলিয়ার গোষ্ঠীগুলি আন্তর্জাতিক পালসার টাইমিং অ্যারের আওতায় একশোরও বেশী পালসারের বেতার সংকেত আগমনের সময় একসাথে বিশ্লেষণ করে আরও জোরালো প্রমাণ খুঁজে চলেছেন, যা এই আবিষ্কারের ক্ষেত্রে চূড়ান্ত বৈজ্ঞানিক সিলমোহর হয়ে উঠবে।

ভারতীয় তথ্যের নেতৃত্বে থাকা চেন্নাইয়ের দি ইনস্টিটিউট অফ ম্যাথামেটিকাল সায়েন্সেসের (IMSc) বাঙালী গবেষক প্রতীক তরফদার জানিয়েছেন, "গোটা জগতের বিজ্ঞানীমহলের কাছে এ ভীষণ উত্তেজনার মুহূর্ত। আমরা এমন এক সন্ধিক্ষণের প্রায় সীমানায় পৌঁছেছি যেখানে ব্রহ্মাণ্ড জুড়ে নিরন্তর বেজে চলা মহাকর্ষীয় সিম্ফনির নীচু স্বরগুলি পরিষ্কার শোনা যাবে।" একই কেন্দ্রের অধ্যাপিকা মঞ্জরী বাগচির কথায়, "পালসারের মাধ্যমে মহাকর্ষীয় তরঙ্গ সনাক্তকরণ নিয়ে বৈজ্ঞানিক চিন্তাভাবনা শুরু হয় সত্তর দশকের শেষ দিকে। কিন্তু অতিসূক্ষ্ম পরিমাপের প্রযুক্তিগত পরিকাঠামো তখন ছিল না। সময়ের সঙ্গে আমাদের ডেটার গুণমানের উন্নতি ঘটেছে।" উল্লেখযোগ্য ভাবে InPPTA সদস্যদের মধ্যে রয়েছে এক ঝাঁক তরুণ বাঙালী গবেষক। IMSc থেকে দেবরত দেব, জ্যোতিষ্মল দেবনাথ এবং সুশোভন মণ্ডল, TIFR-এ কর্মরত শুভজিৎ দলুপাত ও ওয়েস্ট ভার্জিনিয়া ইউনিভার্সিটি থেকে লক্ষেশ্বর দে। দেবরত বলেন, "uGMRT টেলিস্কোপে একই সাথে নিম্ন ও উচ্চ রেডিও কম্পাঙ্কের তরঙ্গ পর্যবেক্ষণের অনন্য ও অতি সংবেদনশীল ক্ষমতা InPPTA ডেটাকে বিশ্বের দরবারে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ করে তুলেছে। অদূর ভবিষ্যতে, InPPTA যেহেতু আরও পর্যবেক্ষণমূলক তথ্য সংগ্রহ করতে থাকবে, আমাদের কাছে সাধারণ আপেক্ষিকতার

ভবিষ্যদ্বাণী পরীক্ষা করার পাশাপাশি বিকল্প আপেক্ষিকতার তত্ত্বের বৈধতা অন্বেষণ করার সুযোগ থাকবে।"

আগামী সময়ে আন্তর্জাতিক সমস্ত পালসার টাইমিং দলের সম্মিলিত পরীক্ষার মাধ্যমে অতিভারী কৃষ্ণগহ্বরের যে কোনো একটি জুটি থেকে নির্গত আরও ক্ষীণ তরঙ্গের সনাক্তকরণ করা সম্ভব হবে বলে বিজ্ঞানীরা আশা করছেন। এ ছাড়া ভারতের মাটিতে গড়ে উঠতে থাকা লাইগো-ইন্ডিয়া, আসন্ন ভবিষ্যতের অত্যন্ত শক্তিশালী রেডিওদূরবীন স্কেয়ার কিলোমিটার অ্যারে ও মহাকাশে স্থাপিত হতে চলা ডিটেক্টার লিসা-র একত্র সহযোগে মহাকর্ষীয় তরঙ্গ সংক্রান্ত গবেষণার দিগন্ত আরও বিস্তৃত হবে বলে অনেকে মনে করছেন।

InPTA সংগঠনে NCRA (পুণে), TIFR (মুম্বাই), IIT (রুড়কী), IISER (ভোপাল), IIT (হায়দ্রাবাদ), IMSc (চেন্নাই), RRI (বেঙ্গালুরু) এবং কুমামোতো ইউনিভার্সিটি (জাপান)-এর গবেষকরা যুক্ত রয়েছেন।

যোগাযোগ:

মঞ্জুরী বাগচি / IMSc, চেন্নাই; 9677146926

প্রতীক তরফদার / IMSc, চেন্নাই; 8334053682