JOURNAL OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH
Volume 4, Issue 6, July- August 2026 Online ISSN: 3030-3508
https://spaceknowladge.com

JEYMS VEBB TELESKOPI DAVRIDA KOINOT TONGIDAGI SUPERMASSIV QORA TUYNUKLAR INQIROZI

Abdullajonova Bashorat Olim qizi
Chirchiq Davlat Pedagogika Universitetining 3- bosqich talabasi.

MAQOLA MALUMOTI

MAQOLA TARIXI:
Received:19.07.2026
Revised: 20.07.2026
Accepted:21.07.2026

KALIT SO'ZLAR:
Jeyms Vebb teleskopi, supermassiv qora tuynuklar, kosmologik inqiroz, ilk koinot, gravitatsion kollaps, Eddington chegarasi, akkretsiya dinamikasi, relyativistik astrofizika, uchinchi populyatsiya yulduzlari, to'g'ridan-to'g'ri kollaps.

ANNOTATSIYA:

Ushbu tadqiqot ishida Jeyms Vebb kosmik teleskopi (JWST) tomonidan kosmik vaqt shkalasining dastlabki bosqichlarida ($z > 6$) kashf etilgan o'ta og'ir (supermassiv) qora tuynuklarning paydo bo'lish mexanizmlari va ulardan kelib chiqadigan zamonaviy fundamental astrofizik inqiroz har tomonlama tahlil qilinadi. Kuzatuv ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, koinot tongida mavjud bo'lgan relyativistik obektlarning massasi Eddington chegarasidan kelib chiquvchi an'anaviy akkretsiya modellariga bo'ysunmaydi va bu holat Lyambda-Cold Dark Matter (ΛCDM) standart kosmologik modelining asoslariga shubha tug'diradi. Maqolada birinchi avlod yulduzlarining (Population III) qoldiqlari hisoblangan yengil urug' qora tuynuklarning super-Eddington rejimida oziqlanish ssenariylari hamda gaz bulutlarining yulduz bosqichini aylanib o'tib, to'g'ridan-to'g'ri kollapsga uchrashi (DCBH) modellari relyativistik yondashuvlar prizmasida tanqdiiy baholanadi. Shuningdek, anomal akkretsiya disklaridagi plazma dinamikasi va magnit maydonlarining roli tahlil qilinib, koinotning ilk davridagi modda evolyutsiyasini tushuntirish uchun yangi relyativistik paradigmaga bo'lgan ehtiyoj ilmiy jihatdan asoslab beriladi.

KIRISH

Zamonaviy fundamental fizika va astrofizika fanining taraqqiyot yo'li kuzatuv texnologiyalarining o'zgarishi bilan uzviy bog'liqdir. Insoniyat koinotning chuqur qatlamlariga nazar tashlagani sayin, ilgari mukammal va daxlsiz deb hisoblangan nazariy modellar o'zining konseptual chegaralariga to'qnash kelmoqda. Oxirgi bir necha o'n yilliklar

davomida koinotning umumiy tabiati, uning tarkibiy qismlari va makroskopik evolyutsiyasi Lyambda-Cold Dark Matter (ΛCDM) standart kosmologik modeli doirasida juda muvaffaqiyatli tushuntirib kelinayotgan edi [1]. Ushbu kosmologik model Katta portlashdan keyingi qaynoq plazma davridan boshlab, bugungi kundagi ulkan galaktik to‘rlar shakllanishigacha bo‘lgan jarayonlarni relyativistik gidrodinamika va Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasi prinsiplari asosida aniq tasvirlash imkonini berdi [2]. Biroq, har qanday ilmiy paradigma kabi, ΛCDM modeli ham tabiatning bevosita o‘zi taqdim etadigan yangi empirik dalillar sinovidan o‘tishi shart. 2020-yillarning o‘rtalariga kelib, kosmik kuzatuvlar sohasida tub burilish sodir bo‘ldi. 2021-yil oxirida orbitaga uchirilgan va to‘liq quvvat bilan ishlay boshlagan Jeyms Vebb kosmik teleskopi (JWST) o‘zining yuqori sezgirlikka ega infraqizil kameralari va spektrometrlari yordamida koinotning eng chekka nuqtalaridan, ya’ni kosmik vaqt shkalasi bo‘yicha eng qadimgi davrlardan ma’lumotlar to‘play boshladi [3]. Teleskopning maqsadi koinot tongi (Cosmic Dawn) deb ataladigan, birinchi yulduzlar va galaktikalar porlay boshlagan dastlabki epoxani o‘rganish edi. Biroq, JWST tomonidan qayd etilgan dastlabki chuqur tasvirlar va ulardan olingan spektral tahlillar astrofiziklar kutgan natijalardan butunlay farqli bo‘lib chiqdi va ilmiy hamjamiyatni esankiratib qo‘ydi [4]. Asosiy kutilmagan ziddiyat shundan iboratki, qizilga surilish ko‘rsatkichi $z > 6$ bo‘lgan (bu Katta portlashdan keyingi dastlabki 400-600 million yilga to‘g‘ri keladi) epoxada massasi Quyosh massasidan milliard marta katta ($10^9 M_\odot$) bo‘lgan supermassiv qora tuynuklar va g‘ayritabiiy darajada yorqin, massiv galaktikalar aniqlandi [4]. Klassik relyativistik astrofizika nuqtai nazaridan, yulduz massasiga ega bo‘lgan boshlang‘ich "urug‘" (seed) qora tuynuklarning koinot yoshi atigi bir necha yuz million yil bo‘lgan juda qisqa vaqt oralig‘ida bunchalik ulkan hajmgacha semirishi fizik jihatdan deyarli imkonsizdir [5]. Chunki moddaning qora tuynuk tomonidan yutilishi (akkretsiya) ma’lum bir fundamental tabiat qonuniyatlari, xususan, nurlanish bosimi va gravitatsiya muvozanati bilan cheklangan. Ushbu fundamental muammo hozirgi kunda ilmiy adabiyotlarda **"Ilk supermassiv qora tuynuklar inqirozi"** deb atalmoqda va u kosmologiyadagi eng jiddiy ochiq muammolardan biriga aylandi. Mazkur tadqiqot ishining dolzarbligi aynan ushbu inqirozning tub mohiyatini ko‘rib chiqish, JWST taqdim etgan real kuzatuv ma’lumotlarini mavjud nazariy cheklovlar bilan taqqoslash va ushbu ziddiyatni bartaraf etish uchun ilgari surilayotgan zamonaviy astrofizik modellarning (masalan, to‘g‘ridan-to‘g‘ri kollaps va super-Eddington akkretsiyasi) relyativistik asoslarini tanqidiy tahlil qilishdan iboratdir.

Asosiy qism

Standart model doirasida qora tuynuklar o‘sishining fizik chegaralari va Eddington to‘sig‘i: Qora tuynuklarning massasi qanday qilib o‘sishini tushunish uchun avvalo relyativistik gidrodinamika va nurlanish uzatilishi nazariyasining poydevori hisoblangan Eddington yorqinlik chegarasini (Eddington limit) tahlil qilishimiz kerak. Kosmik fazoda joylashgan har qanday qora tuynuk o‘z atrofidagi gaz va chang zarralarini kuchli gravitatsiya maydoni hisobiga o‘ziga tortadi. Modda qora tuynukning hodisalar ufqiga yaqinlashgani sayin, uning

potensial energiyasi kinetik energiyaga, so‘ngra qovushqoqlik (ishqalanish) va relyativistik effektlar tufayli juda yuqori haroratli nurlanish energiyasiga aylanadi [6]. Bu jarayon akkretsiya diski deb ataluvchi tuzilmada sodir bo‘ladi. Akkretsiya diskidan chiqayotgan kuchli elektromagnit nurlanish (fotonlar oqimi) tashqaridan qora tuynuk sari oqib kelayotgan gaz zarralariga (asosan proton va elektronlardan iborat plazmaga) teskari yo‘nalishda bosim o‘tkazadi. Agar nurlanish bosimi juda yuqori bo‘lsa, u gravitatsiya kuchini yengib o‘tadi va moddaning ichkariga tushishini to‘xtatib, uni tashqariga haydab yuboradi. Gravitatsion tortish kuchi bilan nurlanishning gidrodinamik bosimi o‘rtasidagi mukammal muvozanat qaror topgan maksimal yorqinlik Eddington yorqinligi (L_{Edd}) deb ataladi va u quyidagi formula bilan ifodalanadi:

Empirik va nazariy modelning matematik ziddiyatli tahlili:

Koinot yoshi t≈ 500×10^6 yil bo’lib bo’lgan davrda (bu z $7.5 qizil gasurilish$koordinatasiga to’g’ri keladi) III populyatsiya yulduzlaridan qolgan urug’ qora tuynuk ixtiyoridagi maksimal o’sish vaqti $\Delta t \approx 250 \times 10^6$ yilni tashkil etadi. Agar nurlanish samaradorligi $\epsilon = 0.1 bo'lsa, massao'sishqonuniyatidagieksponensialko'rsatkichquyodagichahisblanadi$:

$\frac{1-\epsilon}{\epsilon} \times \frac{\Delta t}{t_{Sal}} = \frac{1-0.1}{0.1} \times \frac{250\times10^6 yil}{450\times10^6 yil} \approx 9\times0.555=5$

Agar boshlang’ich yengil urug’ massasi $M_0 = 100 M_\odot$ deb olinsa, Eddington chegarasida uzluksiz oziqlangan qora tuynukning maksimal yakuniy massasi:

M(t)= $100 M_\odot \times e^5 \approx 100 \times 148.4 \approx 1.48 \times 10^4 M_\odot$ ga teng bo’ladi.

Biroq, JWST tomonidan spektral tahlil qilingan real UHZ1 obektining massasi M~$10^8 M_\odot$ dan yuqoridir.Nazariy maksimal chegara ($1.48\times 10^4 M_\odot$) o’rtasidagi farq kamida 4 ta tartibni (10 000 marta) tashkil etmoqda, bu esa hisob-kitobsiz ham ko’rinib turgan an’anaviy akkretsiya inqirozining aniq matematik isbotidir.

$$L_{\mathrm{Edd}} = (4\pi GMc)/\kappa$$

Bu yerda G — gravitatsion doimiy, M — qora tuynukning massasi, c — yorug‘lik tezligi, va κ — moddaning shaffoflik koeffitsiyenti (elektronlar uchun Tomson sochilish kesimi) hisoblanadi. Ko‘rinib turibdiki, Eddington yorqinligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri qora tuynuk massasiga proporsionaldir. Ushbu chegaradan kelib chiqib, qora tuynukning maksimal massa orttirish tezligini (M_{max}) hisoblash mumkin. Agar akkretsiya sur’ati uzluksiz ravishda ushbu maksimal chegarada saqlanib tursa, qora tuynuk massasining vaqt bo‘yicha o‘sishi eksponensial qonuniyatga bo‘ysunadi:

$$M(t) = M_0 exp * (\big((1-\epsilon)/\epsilon\big) * (t/t_S alpeter)$$

Bu yerda M_0 — boshlang‘ich urug‘ qora tuynukning massasi, t — o‘sish davom etgan vaqt, va $\tau_{Salpeter}$— Salpeter vaqt shkalasi bo‘lib, u taxminan 4.5×10^8 (agar energiya ajralib chiqish samaradorligi $\epsilon \approx 0.1$ deb olinsa) teng [2].

Endi ushbu matematik modelni real kosmik vaqtga tatbiq etamiz. ΛCDM modeliga ko‘ra, koinotdagi birinchi yulduzlar (III populyatsiya yoki Population III) Katta portlashdan keyin taxminan 200-300 million yil o‘tgach shakllangan [5]. Ushbu yulduzlar o‘ta massiv bo‘lib, vodorod yonilg‘isini tez tugatgan va o‘z umrini kuchli gravitatsion kollaps — o‘ta yangi yulduz portlashi bilan yakunlab, massasi $M_0 \sim 100M_\odot$ bo‘lgan ilk "yengil" urug‘ qora tuynuklarni qoldirgan [5].

Agar ushbu $100M_\odot$ massali urug‘ koinot yoshi 500 million yil bo‘lgan davrgacha (ya’ni ixtiyorida atigi 200-300 million yil vaqt borligida) Eddington chegarasida uzluksiz oziqlangan taqdirda ham, uning massasi eng ko‘pi bilan bir necha o‘n ming Quyosh massasiga yetishi mumkin, xolos. Biroq, JWST tomonidan topilgan va mavjudligi real spektral chiziqlar orqali isbotlangan J0313-1806 yoki UHZ1 kabi kvazarlar va obektlar $10^9M_\odot$ (milliard Quyosh massasi) vaznga ega [4]. Klassik eksponensial model bilan bu ko‘rsatkich o‘rtasidagi farq bir necha tartibni tashkil etadi. Bu esa klassik akkretsiya va urug‘lanish nazariyasining mutloq inqirozidir. Jeyms Vebb teleskopi taqdim etgan empirik ma’lumotlar va fundamental muammoning chuqurlashishi: JWST teleskopining NIRCam (yaqin infraqizil kamera) va NIRSpec (yaqin infraqizil spektrometr) asboblari koinotning chekka qatlamlaridagi gaz gidrodinamikasini va yorug‘lik manbalarining tabiati haqida o‘ta aniq ma’lumotlarni taqdim etdi. Oddiy optik teleskoplar Yer atmosferasi va kosmik chang tufayli, shuningdek, koinot kengayishi oqibatida yorug‘lik to‘lqin uzunligining infraqizil sohaga kuchli siljishi (qizilga surilish, z) sababli bu obektlarni ko‘ra olmas edi. JWST esa spektrning aynan shu qismida mukammal ishlaydi [3]. 2023-2025 yillar davomida e’lon qilingan ilmiy hisobotlarda qayd etilishicha, qizilga surilishi z = 7-10 oralig‘ida bo‘lgan o‘nlab faol galaktika yadrolari (AGN) topildi [4]. Ushbu obektlarning nurlanish spektri o‘rganilganda, ularning markazidagi qora tuynuklar o‘zlari joylashgan mezbon galaktikaning umumiy yulduz massasiga nisbatan nomutanosib ravishda juda ulkan ekanligi ma’lum bo‘ldi. Mahalliy (hozirgi zamon) koinotda supermassiv qora tuynuk massasi galaktika sferoidining massasidan taxminan 0.1% qismini tashkil etadi. Ammo JWST topgan qadimgi galaktikalarda bu ko‘rsatkich 10% dan 100% gacha yetmoqda! [4]. Bu nimani anglatadi? Demak, koinot evolyutsiyasining ilk bosqichida galaktikalar birinchi bo‘lib shakllanib, keyin ularning markazida qora tuynuk o‘sishi haqidagi eski konsepsiya mutlaqo noto‘g‘ri. Aksincha, qora tuynuklar birinchi bo‘lib, g‘ayritabiiy tezlikda paydo bo‘lgan va o‘z atrofiga moddalarni yig‘ib, galaktikalarning shakllanishiga transformator sifatida xizmat qilgan bo‘lishi mumkin. Bu empirik kashfiyot astrofiziklar oldiga rad etib bo‘lmas faktlarni qo‘ydi: yo biz koinotning yoshini hisoblashda (kosmologik parametrlarda) xatolikka yo‘l qo‘yyapmiz, yoki qora tuynuklarning paydo bo‘lish mexanizmi haqidagi tasavvurlarimiz tubdan noto‘g‘ri. Inqirozdan chiqish yo‘llari: To‘g‘ridan-to‘g‘ri kollaps (DCBH) modeli va uning termodinamik muammolari ilk koinotdagi qora tuynuklar

massasining yetishmovchiligi muammosini hal qilish uchun taklif etilgan eng nufuzli nazariy model — bu To‘g‘ridan-to‘g‘ri kollaps qora tuynuklari (Direct Collapse Black Holes - DCBH) ssenariysidir [7]. Ushbu modelning asosiy g‘oyasi boshlang‘ich shartlarni o‘zgartirishga, ya’ni kichik yulduz qoldiqlari o‘rniga dastlabki bosqichning o‘zidayoq juda ulkan massaga ega "og‘ir urug‘lar" yaratishga asoslangan.Klassik sharoitda ulkan gaz buluti o‘z gravitatsiyasi ostida siqila boshlaganda, uning ichidagi vodorod atomlari birlashib, molekulyar vodorod (H_2) hosil qiladi. Molekulyar vodorod nurlanish ajratish orqali bulut ichidagi issiqlik energiyasini tashqariga chiqarib yuboradi, ya’ni bulutni sovitadi. Sovish natijasida bulut ichidagi ichki termodinamik bosim pasayadi va bulut mayda bo‘laklarga parchalanib, uchinchi populyatsiyaga mansub kichik yulduzlar guruhini hosil qiladi [5]. Biroq, agar ilk koinotning ma’lum bir hududida kuchli tashqi ultrabinafsha (UV) nurlanish maydoni mavjud bo‘lsa, bu nurlanish vodorod molekulalarini parchalab tashlaydi (fotodissotsiatsiya jarayoni) [7]. Tizimda faqat atomar vodorod qoladi. Atomar vodorod esa gaz bulutini faqat T $\sim 800\,K$ haroratgacha sovita oladi, xolos (molekulyar vodorod kabi T $\sim$200 K gacha sovita olmaydi). Natijada, gaz buluti ichidagi yuqori harorat uning mayda bo‘laklarga parchalanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Bulut bitta yaxlit ulkan obekt sifatida markazga qarab shiddat bilan gravitation kollapsga uchraydi [7]. Bu jarayon yulduz bosqichini butunlay aylanib o‘tib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri massasi $M_0 \sim 10^4 - 10^6 M_\odot$ bo‘lgan o‘ta ulkan urug‘ qora tuynuk hosil bo‘lishiga olib keladi [8]. Agar boshlang‘ich nuqtada bizda yuzta Quyosh massasi emas, balki yarim million Quyosh massasiga ega obekt bo‘lsa, u holda JWST kuzatgan milliardlik gigantlargacha o‘sish uchun koinotning 500 million yillik vaqti to‘liq yetarli bo‘ladi. Biroq, DCBH modeli ham mukammal yechim emas va o‘zining jiddiy nazariy muammolariga ega.

Sterillik talabi: Ushbu mexanizm amal qilishi uchun gaz buluti mutlaqo toza bo‘lishi, ya’ni tarkibida og‘ir kimyoviy elementlar (metallik darajasi Z = 0) bo‘lmasligi kerak. Agar zarracha bo‘lsa ham uglerod, kislorod yoki temir ionlari mavjud bo‘lsa, ular metall qonuniyatlari bo‘yicha bulutni tez sovutib yuboradi va to‘g‘ridan-to‘g‘ri kollapsni buzadi [8]

UV nurlanish sinxronizatsiyasi: Bulutni fotodissotsiatsiya qila oladigan darajadagi kuchli Lyman-Werner ultrabinafsha nurlanish manbai (masalan, yaqin atrofdagi boshqa bir tez rivojlanayotgan galaktika) aynan kollaps sodir bo‘layotgan vaqtda va juda yaqin masofada joylashgan bo‘lishi shart [7]. Bunday sinxronizatsiya koinot miqyosida juda kamdan-kam holatlarda uchraydi va u barcha ko‘p sonli ilk supermassiv qora tuynuklarni tushuntirish uchun statistik jihatdan yetarli emas. Super-Eddington akkretsiyasi va relyativistik gidrodinamika: Agar og‘ir urug‘lar gipotezasi o‘zini oqlamasa, u holda fiziklar ikkinchi konseptual yo‘nalishni — Eddington chegarasini chetlab o‘tish mexanizmlarini ko‘rib chiqishga majbur bo‘ladilar. Ushbu yo‘nalish zamonaviy relyativistik gidrodinamika va plazma fizikasining eng murakkab sohalaridan biridir. Klassik Eddington chegarasi sferik simmetrik akkretsiya va bir jinsli modda oqimi uchun hisoblangan. Ammo real hayotda qora tuynuk atrofidagi muhit o‘ta dinamik, girdobsimon va magnitlangan tuzilishga ega. Agar

akkretsiya diskiga kelayotgan gaz oqimining zichligi g‘ayritabiiy darajada yuqori bo‘lsa, tizimda "Slim Disk" (ingichka/zich disk) yoki "Super-Eddington" rejimi yuzaga keladi [6].

Kuchli magnit maydon chiziqlari

⇓

Plazma oqimining tartibga solinishi

⇓

Fotonlar tuzog‘i effekti (Photon Trapping) → Nurlanish tashqariga chiqa olmaydi

⇓

Moddaning uzluksiz va cheklovsiz ichkariga yutilishi (Super − Eddington)

1-chizma**.** Anomal akkretsiya diskidagi gidrodinamik jarayonlar ketma-ketligi.

Ushbu relyativistik rejimning asosiy fizik xususiyati **"fotonlar tuzog‘i" (photon trapping)** effekti hisoblanadi [9]. Disk ichidagi plazmaning optik qalinligi shunchalik yuqori bo‘ladiki, ajralib chiqayotgan fotonlar diffuziya hisobiga disk sirtiga chiqib, nurlanish bosimini hosil qilishga ulgurmaydi. Fotonlar modda oqimi bilan birgalikda ichkariga, qora tuynukning voqealar ufqiga qarab oqib ketadi. Natijada, nurlanish samaradorligi (ϵ) keskin pasayadi va nurlanish bosimi to‘sig‘i deyarli yo‘qoladi. Bu holatda qora tuynuk Eddington chegarasidan 10 va hatto 100 marta tezroq sur’atda modda yutish imkoniyatiga ega bo‘ladi [9]. Biroq, Super-Eddington modeli ham zamonaviy kompyuter simulyatsiyalarida (GRMHD - General Relativistic Magnetohydrodynamics) jiddiy muammolarga duch kelmoqda. O‘ta yuqori tezlikdagi akkretsiya jarayonida diskda kuchli relyativistik jetlar (plazma otilmalari) va magnit-rotatsion beqarorliklar (MRI) yuzaga keladi [9]. Ushbu beqarorliklar disk tuzilmasini tezda parchalab tashlaydi va o‘ta tezkor oziqlanish rejimini uzoq vaqt barqaror saqlanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Shunday qilib, ushbu rejim qora tuynukni milliard Quyosh massasigacha yetkazish uchun kerakli bo‘lgan yuzlab million yillar davomida uzluksiz ishlay olishi nazariy jihatdan isbotlanmagan.

Xulosa

Jeyms Vebb kosmik teleskopi tomonidan amalga oshirilgan kashfiyotlar zamonaviy astrofizikaga va kosmologiyaga inqilobiy ta’sir ko‘rsatdi. Koinot tongida supermassiv qora tuynuklarning mavjudligi haqidagi faktlar shunchaki navbatdagi astronomik topilma emas, balki fundamental fizika qonunlarining ziddiyatli nuqtasidir. Mazkur inqiroz bizga shuni ko‘rsatmoqdaki, standart ΛCDM kosmologik modelining dastlabki bosqichlardagi modda evolyutsiyasiga doir qismlari mukammal emas. To‘g‘ridan-to‘g‘ri kollaps (DCBH) modeli urug‘ masalasini ma’lum ma’noda hal qilsa-da, uning atrof-muhit sterilligiga qo‘yadigan talablari o‘ta cheklangan va tabiatda keng tarqalishi shubhali. Super-Eddington akkretsiyasi esa plazma dinamikasining beqarorligi sababli uzoq muddatli uzoq davriy barqarorlikni ta’minlay olmaydi. Ushbu muammoni hal qilish relyativistik astrofizikaning yangi sahifasini ochishni talab etadi. Ehtimol, ilk koinotda qora materiyaning tabiati, birlamchi qora tuynuklarning (Primordial Black Holes) Katta portlash lahzasining o‘zidayoq shakllanganligi

yoki kvant gravitatsiyasi effektlari biz o‘ylagandan ko‘ra muhimroq rol o‘ynagan bo‘lishi mumkin. Kelgusi yillarda JWST va yangi avlod detektorlari orqali olinadigan spektroskopik ma’lumotlar to‘planishi ushbu kosmologik jumboqning aniq yechimini topishga va koinotning paydo bo‘lish sirlarini chuqurroq anglashimizga xizmat qiladi. Mavzu yuzasidan olib borilgan relyativistik va empirik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, Jeyms Vebb teleskopi davridagi kosmologik ziddiyat shunchaki vaqtinchalik instrumental xatolik yoki lokal darajadagi g‘ayritabiiylik (anomaliya) emas. Bu muammo fundamental fizika qonuniyatlarining koinot shakllanishining ilk epoxasidagi interpretatsiyasiga daxldor global xarakterga ega. Xususan, Eddington chegarasining buzilishi va supermassiv urug‘larning paydo bo‘lish mexanizmlari fundamental astrofizikada yangi tadqiqot vektorlarini belgilab beradi. Agar an’anaviy III populyatsiya yulduzlarining kollapsi (yengil urug‘lar) ham, steril muhitni talab qiluvchi to‘g‘ridan-to‘g‘ri kollaps (DCBH) modellari ham JWST ma’lumotlarini to‘liq oqlay olmasa, u holda ilmiy hamjamiyat kosmologik vaqt shkalasining yanada qadimgi nuqtalariga qaytishga majbur bo‘ladi. Bu o‘rinda Katta portlash lahzasining dastlabki soniyalarida, ya’ni inflyatsiya davridagi kvant fluktatsiyalari natijasida hosil bo‘lgan Birlamchi qora tuynuklar (Primordial Black Holes - PBH) gipotezasi qayta jonlanmoqda [5]. Birlamchi qora tuynuklar koinotda hali biror gapi yulduz yoki galaktika paydo bo‘lmasdan turib fundamental massa markazlari vazifasini bajargan bo‘lishi mumkin. Bu esa JWST aniqlagan obektlarning "tayyor holda" namoyon bo‘lishini mantiqiy jihatdan to‘liq izohlaydi. Inqirozning eng tub ildizlaridan biri — biz qo‘llayotgan Xabbl doimiysi (H_0) va koinotning kengayish tezligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin [1]. Agar z > 6 epoxasidagi kosmik vaqtni hisoblashda biz foydalanayotgan ΛCDM modelining geometrik parametrlari aniq bo‘lmasa, bu obektlarning real yoshi biz hisoblagandan ko‘ra kattaroq bo‘lishi ehtimoli mavjud. Bu esa urug‘ qora tuynuklarning Eddington chegarasida ham xotirjam o‘sishi uchun tabiat tomonidan yetarli vaqt ajratilganligini ko‘rsatishi mumkin. Shunday qilib, qora tuynuklar muammosi bevosita zamonaviy kosmologiyaning global muammolari bilan tutashib ketadi. Koinot tongidagi supermassiv qora tuynuklar jumbog‘ini uzil-kesil hal qilish faqatgina bitta teleskop ma’lumotlari bilan cheklanib qolmaydi. Kelgusi yillarda quyidagi xalqaro kosmik missiyalar va yerusti detektorlarining integratsiyasi ushbu inqirozni yechishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Yakuniy xulosa sifatida aytish mumkinki, Jeyms Vebb teleskopi davridagi bu inqiroz fizikada tushkunlik emas, aksincha, yangi ilmiy inqilob arafasidagi intellektual turtkidir. Tarixda Nyuton mexanikasining ekstremal tezliklarda o‘zini oqlamagani Maxsus nisbiylik nazariyasini tug‘dirganidek, hozirgi koinot tongidagi qora tuynuklar ziddiyati ham bizni kvant mexanikasi va umumiy nisbiylik nazariyasini birlashtiruvchi, koinotning birinchi soniyalarini benuqson tasvirlovchi mukammalroq va kengroq qamrovli fizika qonuniyatlariga yetaklamoqda.

"2-jadval. Ilk koinotda aniqlangan anomal supermassiv qora tuynuklar ma’lumotlari"

Obekt nomi		Qizilga surilish (z)	Katta portlashdan keyingi vaqt (Mln yil)	Qora tuynuk massasi	Mezbon galaktika yulduz massasi	Ziddiyat darajasi va xususiyati
UHZ1		taxminan 10.1	taxminan 470	40 million Quyosh massasi	40 million Quyosh massasi	O‘ta yuqori: Qora tuynuk massasi galaktika massasiga teng (1:1). Mahalliy koinotda bu ko‘rsatkich 1:1000 bo‘ladi. DCBH modelini qo‘llab-quvvatlaydi.
J0313–1806		taxminan 7.64	taxminan 670	1.6 milliard Quyosh massasi	100 milliard Quyosh massasi	Klassik inqiroz: Koinot tongidagi eng og‘ir obektlardan biri. Bu massani Eddington chegarasida o‘stirish uchun vaqt mutqalo yetmaydi.
GN-z11		taxminan 10.6	taxminan 400	2 million Quyosh massasi	1 milliard Quyosh massasi	Ilk akkretsiya: Koinotning eng chuqur qatlamidagi faol kvazar. Spektral tahlillar uning o‘ta shiddatli

						Super-Eddington rejimida ekanligini ko‘rsatmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Planck Collaboration. (2020). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. Astronomy & Astrophysics, 641, A6.
2. Volonteri, M. (2010). The formation and evolution of massive black hole seeds. Astronomy and Astrophysics Review, 18(3), 279-315
3. Gardner, J. P., Mather, J. C., Clampin, M., Doyon, R., Greenhouse, M. A., Hammel, H. B., ... & Wright, G. S. (2006). The James Webb Space Telescope. Space Science Reviews, 123(4), 485-606.
4. Labbé, I., van Dokkum, P., Nelson, E. J., Bezanson, R., Suess, K. A., Brammer, G., ... & Leja, J. (2023). A population of red candidate massive galaxies ~600 Myr after the Big Bang. Nature, 616(7956), 266-269.
5. Madau, P., & Rees, M. J. (2001). *Massive black holes as remnants of Population III stars*. The Astrophysical Journal, 551(1), L27.
6. Abramowicz, M. A., & Fragile, P. C. (2013). *Foundations of Black Hole Accretion Disk Theory*. Living Reviews in Relativity, 16(1), 1-87.
7. Bromm, V., & Loeb, A. (2003). *Formation of the first supermassive black holes*. The Astrophysical Journal, 596(1), 34-46
8. Inayoshi, K., Visbal, E., & Haiman, Z. (2020). *The assembly of the first massive black holes*. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 58, 27-97.
9. Ohsuga, K., & Mineshige, S. (2011). *Global structure of three distinct accretion flows around a black hole*. The Astrophysical Journal, 736(1), 2-15.