RADIO AKTIVLIK. IONLASHTIRUVCHI NURLARNING ORGANIZMGA TASIRI.

Buzrukov To‘lqin Omonivich –Termiz Iqtisodiyot va Servis universiteti p.f.f.d PhD, dotsent.Email::tolqinbuzrukov5@gmail.com

Qòziyeva Munisa Muzaffarovna- Termiz Iqtisodiyot va Servis universiteti talabasi.Email: mmunisa305@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqola radioaktivlik tushunchasi va ionlashtiruvchi nurlanishning tirik organizmlarga ta'sirini atroflicha ko'rib chiqadi. Unda alfa, beta, gamma va rentgen nurlari kabi ionlashtiruvchi nurlanish turlari hamda ularning biologik tizimlar bilan o'zaro ta'sir mexanizmlari tahlil qilinadi. Maqolada DNK shikastlanishi, hujayra o'limi va mutatsiyalar kabi molekulyar va hujayraviy darajadagi o'zgarishlar yoritilgan. Shuningdek, radiatsiyaning inson salomatligiga ta'siri, jumladan, nur kasalligi, saraton va genetik kasalliklarning rivojlanish xavfi muhokama qilinadi. Tadqiqot radiatsiyadan himoya qilish choralarining ahamiyatini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Radioaktivlik, Ionlashtiruvchi nurlanish, Biologik ta'sir, Nur kasalligi, DNK shikastlanishi, Rak, Genetik mutatsiya, Radiatsiyadan himoya

Abstract

This article provides a comprehensive overview of radioactivity and the effects of ionizing radiation on living organisms. It analyzes various types of ionizing radiation, such as alpha, beta, gamma, and X-rays, along with their mechanisms of interaction with biological systems. The paper elucidates molecular and cellular changes, including DNA damage, cell death, and mutations. Furthermore, the health impacts of radiation on humans, including radiation

sickness, cancer, and the risk of developing genetic diseases, are discussed. The study emphasizes the critical importance of radiation protection measures.

Keywords: Radioactivity, Ionizing radiation, Biological effects, Radiation sickness, DNA damage, Cancer, Genetic mutation, Radiation protection

Аннотация

Данная статья представляет всесторонний обзор радиоактивности и воздействия ионизирующего излучения на живые организмы. В ней анализируются различные типы ионизирующего излучения, такие как альфа-, бета-, гамма- и рентгеновское излучение, а также механизмы их взаимодействия с биологическими системами. В работе освещаются молекулярные и клеточные изменения, включая повреждение ДНК, гибель клеток и мутации. Кроме того, обсуждаются последствия радиации для здоровья человека, в том числе лучевая болезнь, рак и риск развития генетических заболеваний. Исследование подчеркивает критическую важность мер радиационной защиты.

Ключевые слова: Радиоактивность, Ионизирующее излучение, Биологические эффекты, Лучевая болезнь, Повреждение ДНК, Рак, Генетические мутации, Радиационная защита

Kirish

Radioaktivlik va ionlashtiruvchi nurlanish tabiatda keng tarqalgan fundamental hodisalar bo‘lib, ularning insoniyat hayotidagi o‘rni ham ijobiy, ham salbiy jihatlari bilan ajralib turadi. Bir tomondan, bu nurlanishlar tibbiyotda diagnostika va terapiya, energetikada yadroviy texnologiyalar, sanoatda esa turli jarayonlarni optimallashtirish kabi sohalarda keng qo‘llaniladi. Ikkinchi tomondan, nazoratsiz yoki yuqori dozalarda ta’sir etganda, ionlashtiruvchi nurlanish tirik organizmlarga jiddiy va qaytarilmas zarar yetkazish qobiliyatiga ega. Ushbu muammo, ayniqsa, zamonaviy dunyoda texnologik taraqqiyot, yadroviy energetikaning rivojlanishi va atrof-muhitning o‘zgarishi fonida tobora dolzarb tus olmoqda.

Ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta’siri murakkab jarayon bo‘lib, molekulyar darajadan boshlab hujayra, to‘qima va butun organizm darajasigacha bo‘lgan keng spektrdagi o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi. DNK shikastlanishi, erkin radikallar hosil bo‘lishi, hujayra funksiyalarining buzilishi va genetik mutatsiyalar kabi oqibatlar saraton kasalliklari, irsiy kasalliklar va immunitet tizimining zaiflashishiga olib kelishi mumkin [1]. Shu sababli, ionlashtiruvchi nurlanishning organizmga ta’sir mexanizmlarini chuqur o‘rganish, uning oqibatlarini baholash va samarali himoya choralarini ishlab chiqish global miqyosdagi ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda bu boradagi tadqiqotlar yangi ma’lumotlar bilan boyitilmoqda, xususan, nurlanishning uzoq muddatli ta’siri va past dozalardagi xavflari bo‘yicha yangi yondashuvlar ilgari surilmoqda [2]. Mazkur muammoning ko‘p qirrali jihatlarini tahlil qilish va mavjud bilimlarni sintez qilish orqali ushbu sohadagi kelajakdagi tadqiqotlar uchun mustahkam asos yaratish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Ionlashtiruvchi nurlanishning tirik organizmlarga ta’siri bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar sohasi doimiy ravishda rivojlanib, yangi ma’lumotlar va yondashuvlar bilan boyitilmoqda. So‘nggi yillarda, ayniqsa 2020-yildan keyin chop etilgan adabiyotlar, nurlanishning molekulyar, hujayraviy va tizimli darajadagi ta’sir mexanizmlarini yanada chuqurroq tushunishga imkon berdi. Ushbu tahlil mavjud bilimlarni sintez qilish, muhim yangiliklarni ko‘rib chiqish va kelajakdagi tadqiqotlar uchun yo‘nalishlarni belgilashga qaratilgan.

Molekulyar darajadagi ta’sir mexanizmlarini o‘rganishda sezilarli yutuqlarga erishildi. An’anaviy ravishda, ionlashtiruvchi nurlanishning asosiy nishoni DNK hisoblanadi, uning shikastlanishi hujayra o‘limi, mutatsiya va saratonogenezga olib keladi. Biroq, so‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, nurlanishning DNKga bevosita ta’siridan tashqari, hujayra ichidagi signal uzatish yo‘llariga ham sezilarli ta’siri mavjud bo‘lib, bu hujayra siklining buzilishiga va apoptozning noto‘g‘ri faollashuviga olib keladi [1]. Masalan, 2021-yilda o‘tkazilgan bir tadqiqotda,

ionlashtiruvchi nurlanishning mitoxondriyalarga bevosita ta’siri natijasida oksidlovchi stressning kuchayishi va hujayra metabolizmining o‘zgarishi kuzatilgan, bu esa DNK shikastlanishidan mustaqil ravishda hujayra funksiyalarining buzilishiga olib kelishi mumkinligi ta’kidlangan [2]. Shuningdek, nurlanishning lipidlar va oqsillarga ta’siri natijasida ularning struktural o‘zgarishlari va funksional buzilishlari ham keng o‘rganilmoqda, bu esa hujayra membranalarining o‘tkazuvchanligini oshirib, hujayra ichidagi gomeostazni izdan chiqarishi mumkin [3].

Hujayraviy javoblar nuqtai nazaridan, nurlanishga qarshi javob mexanizmlari, jumladan, DNKni tiklash, apoptoz va hujayra qarishi (senesensiya) bo‘yicha yangi ma’lumotlar paydo bo‘ldi. 2022-yilda chop etilgan bir maqolada, nurlanish ta’sirida DNKni tiklash yo‘llarining murakkabligi va ularning genetik polimorfizmlar bilan bog‘liqligi chuqur tahlil qilingan. Tadqiqotchilar, ba’zi shaxslarda DNKni tiklash fermentlarining faolligi past bo‘lishi, ularni nurlanishning zararli ta’siriga nisbatan sezgirroq qilishini aniqlaganlar [4]. Bundan tashqari, nurlanishning hujayra qarishiga ta’siri bo‘yicha olib borilgan ishlar, qarigan hujayralarning atrof-muhitga yallig‘lanishga qarshi sitokinlar ajratishi orqali atrofdagi sog‘lom hujayralarga ham ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi (bystander effect), bu esa nurlanishning uzoq muddatli va bilvosita oqibatlarini tushunishda yangi istiqbollarni ochdi [5]. Epigenetik o‘zgarishlar, xususan, DNK metillanishi va gistone modifikatsiyalari ham nurlanishga hujayraviy javobda muhim rol o‘ynashi aniqlandi. 2023-yilgi bir tadqiqotda, past dozalardagi nurlanishning uzoq muddatli ta’siri natijasida hujayralarda epigenetik o‘zgarishlar yuzaga kelishi va bu o‘zgarishlar keyinchalik saraton rivojlanishiga moyillikni oshirishi mumkinligi ko‘rsatilgan [6].

Past dozalardagi va surunkali nurlanish ta’sirining oqibatlari bo‘yicha munozaralar so‘nggi yillarda yanada kuchaydi. An’anaviy "chiziqli-bo‘sag‘asiz" (linear no-threshold, LNT) modelga muvofiq, har qanday dozadagi ionlashtiruvchi nurlanish xavfli hisoblanadi. Biroq, ba’zi tadqiqotlar past dozalardagi

nurlanishning adaptiv javobni keltirib chiqarishi, ya’ni hujayralarning keyingi yuqori dozalarga nisbatan chidamliligini oshirishi mumkinligini ko‘rsatmoqda [7]. 2020-yilda chop etilgan bir meta-tahlil, past dozalardagi nurlanishning uzoq muddatli ta’siri bo‘yicha mavjud epidemiologik ma’lumotlarni qayta ko‘rib chiqib, LNT modelining ba’zi cheklovlarini ko‘rsatdi va nurlanishning individual sezgirlik va genetik fon bilan bog‘liq murakkab javoblarini hisobga olish zarurligini ta’kidladi [8]. Shuningdek, nurlanishning "bystander effect" va "abscopal effect" kabi bilvosita ta’sirlari ham chuqur o‘rganilmoqda. Bu effektlar nurlangan hujayralarning nurlanmagan qo‘shni hujayralarga yoki hatto uzoqdagi to‘qimalarga signal molekulalari orqali ta’sir ko‘rsatishini anglatadi, bu esa nurlanishning umumiy biologik ta’sirini baholashda yangi yondashuvlarni talab qiladi [9].

Tizimli darajadagi ta’sirlar, xususan, immun tizimi, yurak-qon tomir tizimi va asab tizimiga ta’siri bo‘yicha ham muhim yangiliklar mavjud. Immun tizimining nurlanishga javobi murakkab bo‘lib, dozaga va nurlanish turiga qarab farq qiladi. 2021-yilgi bir tadqiqotda, past dozalardagi nurlanishning immun hujayralarining faolligini oshirishi va ba’zi autoimmun kasalliklarning rivojlanishiga ta’sir qilishi mumkinligi ko‘rsatilgan [10]. Yuqori dozalarda esa, immun tizimining supressiyasi va infeksiyalarga qarshi kurashish qobiliyatining pasayishi kuzatiladi. Yurak-qon tomir kasalliklari xavfi ham nurlanish ta’siri bilan bog‘liq holda tobora ko‘proq o‘rganilmoqda. Ayniqsa, ko‘krak qafasi va mediastinumga radioterapiya olgan saraton bemorlarida yurak kasalliklari xavfining oshishi kuzatilgan [11]. 2023-yilda chop etilgan bir tadqiqotda, nurlanishning endotelial hujayralarga ta’siri natijasida qon tomirlarining yallig‘lanishi va ateroskleroz rivojlanishi mexanizmlari batafsil yoritilgan [12]. Asab tizimiga ta’siri bo‘yicha olib borilgan ishlar, nurlanishning kognitiv funksiyalarga, xususan, xotira va diqqatga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini ko‘rsatmoqda, ayniqsa bosh miya nurlangan hollarda [13].

Saratonogenez va nurlanish o‘rtasidagi bog‘liqlik doimiy tadqiqot mavzusi bo‘lib qolmoqda. So‘nggi yillarda, nurlanishga bog‘liq saraton turlari, ularning

latent davri va genetik moyilliklar bo‘yicha yangi ma’lumotlar paydo bo‘ldi. Masalan, Chernobil AESdagi avariya oqibatlarini o‘rganish bo‘yicha davom etayotgan tadqiqotlar, yod-131 ta’siriga uchragan bolalarda qalqonsimon bez saratoni xavfining uzoq muddatli oshishini tasdiqladi va bu xavfning yoshga bog‘liq xususiyatlarini aniqladi [14]. Shuningdek, tibbiy diagnostikada qo‘llaniladigan past dozalardagi nurlanishning (masalan, KT skanerlash) saraton xavfiga ta’siri bo‘yicha ham munozaralar davom etmoqda. Ba’zi tadqiqotlar, ayniqsa bolalarda, takroriy KT skanerlashning leykemiya va miya shishi xavfini oshirishi mumkinligini ko‘rsatsa-da, bu xavfning mutlaq qiymatlari past ekanligi va diagnostik foyda bilan solishtirish zarurligi ta’kidlanadi [15].

Radiatsiyadan himoyalanish choralari va tibbiy qo‘llanilishi sohasida ham sezilarli yutuqlarga erishildi. Radioprotektorlar va radiosensibilizatorlarni ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar davom etmoqda. Yangi peptid asosidagi radioprotektorlarning samaradorligi hayvonlar modellarida muvaffaqiyatli sinovdan o‘tkazildi, ular nurlanish ta’siridan keyin hujayralarni tiklash jarayonlarini tezlashtirishi mumkin [16]. Shuningdek, radioterapiyada nurlanish dozalarini aniqroq boshqarishga imkon beruvchi yangi texnologiyalar, masalan, proton terapiyasi va bor-neytron tutish terapiyasi (BNCT) saratonni davolashda samaradorlikni oshirish va sog‘lom to‘qimalarga zarar yetkazishni kamaytirish imkoniyatini bermoqda [17]. Tibbiy diagnostikada nurlanish dozasini optimallashtirish bo‘yicha ham standartlar takomillashtirilmoqda, ayniqsa bolalar va homilador ayollar uchun maxsus protokollar ishlab chiqilmoqda [18].

O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasida radioaktivlik va ionlashtiruvchi nurlanishning organizmga ta’siri bo‘yicha tadqiqotlar ham o‘ziga xos ahamiyatga ega. Mintaqadagi uran qazib olish hududlari va yadroviy sinov poligonlarining tarixiy merosi aholining surunkali past dozalardagi nurlanishga duchor bo‘lishi bilan bog‘liq muammolarni keltirib chiqaradi. 2022-yilda O‘zbekistonlik olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar, uran qazib olish hududlarida yashovchi aholida xromosoma aberratsiyalarining yuqori chastotasini aniqlagan, bu esa

genetik shikastlanishning biologik markerlari sifatida xizmat qilishi mumkin [19]. Shuningdek, mintaqadagi tabiiy radioaktiv fonning o‘ziga xos xususiyatlari va uning aholi salomatligiga ta’siri bo‘yicha ham tadqiqotlar olib borilmoqda, bu esa mahalliy sharoitlar uchun mos radiatsiyaviy himoya standartlarini ishlab chiqishda muhimdir [20].

Xulosa qilib aytganda, ionlashtiruvchi nurlanishning organizmga ta’siri bo‘yicha adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, bu soha jadal rivojlanmoqda. Molekulyar mexanizmlardan tortib, tizimli oqibatlarga qadar yangi ma’lumotlar paydo bo‘lmoqda. Ayniqsa, past dozalardagi nurlanishning uzoq muddatli ta’siri, epigenetik o‘zgarishlar va individual sezgirlik kabi masalalar kelajakdagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalishlar bo‘lib qolmoqda. Mavjud bilimlarni sintez qilish va yangi yondashuvlarni qo‘llash orqali ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta’sirini yanada chuqurroq tushunish, samaraliroq himoya choralarini ishlab chiqish va tibbiy qo‘llanilishini optimallashtirish mumkin. Ushbu maqola ushbu murakkab va dolzarb muammoning turli jihatlarini tahlil qilishga va sohadagi bilimlarni kengaytirishga hissa qo‘shishga intiladi.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu ilmiy maqola ionlashtiruvchi nurlanishning tirik organizmlarga ta’siri bo‘yicha mavjud bilimlarni chuqur tahlil qilish va sintez qilishga qaratilgan keng qamrovli adabiyotlar sharhi hisoblanadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – radioaktivlik va ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta’sir mexanizmlari, uning organizmga ta’siri va oqibatlari, shuningdek, radiatsiyadan himoyalanish choralari hamda tibbiy qo‘llanilishi bo‘yicha so‘nggi ilmiy yutuqlarni tizimlashtirish, tanqidiy baholash va kelajakdagi tadqiqotlar uchun asos yaratishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun bir qator vazifalar belgilandi: birinchidan, ionlashtiruvchi nurlanishning molekulyar, hujayraviy va tizimli darajadagi ta’sir mexanizmlarini, jumladan, DNK shikastlanishi, erkin radikallar hosil bo‘lishi, hujayra signalizatsiya yo‘llarining buzilishi va epigenetik o‘zgarishlarni tahlil qilish; ikkinchidan, past dozalardagi va surunkali nurlanish ta’sirining uzoq muddatli oqibatlarini, xususan,

saratonogenez, immun tizimi disfunksiyasi va yurak-qon tomir kasalliklari rivojlanishi bilan bog‘liqligini baholash; uchinchidan, radiatsiyadan himoyalanishning zamonaviy usullari, radioprotektorlar va radiosensibilizatorlarning rivojlanishi, shuningdek, tibbiyotda nurlanishni diagnostika va terapiya maqsadlarida xavfsiz va samarali qo‘llash amaliyotlarini ko‘rib chiqish; to‘rtinchidan, O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasidagi radioaktivlik bilan bog‘liq o‘ziga xos muammolar va bu boradagi mahalliy tadqiqotlarning ahamiyatini yoritish; va nihoyat, mavjud bilimlardagi bo‘shliqlarni aniqlash hamda kelajakdagi ilmiy izlanishlar uchun ustuvor yo‘nalishlarni belgilash.

Ushbu tadqiqot sifatli (qualitative) yondashuvga asoslangan bo‘lib, keng qamrovli adabiyotlar tahlili va tanqidiy sintez usulini qo‘llaydi. Bu turdagi metodologiya mavjud bilimlarni chuqur tushunish, turli tadqiqotlardan olingan natijalarni birlashtirish va muammoning murakkab jihatlarini kompleks tarzda baholash imkonini beradi. Maqola empirik ma’lumotlarni to‘plashga emas, balki mavjud ilmiy nashrlarni tizimli ravishda ko‘rib chiqish, ularning mazmunini tahlil qilish va umumiy xulosalar chiqarishga qaratilgan. Tanqidiy sintez yondashuvi, shuningdek, turli tadqiqotlar o‘rtasidagi farqlarni, qarama-qarshiliklarni va bilimlardagi bo‘shliqlarni aniqlashga yordam beradi, bu esa mavzuga oid chuqurroq tushuncha hosil qilishga xizmat qiladi.

Adabiyotlarni qidirish strategiyasi bir necha bosqichda amalga oshirildi. Dastlab, tegishli ilmiy ma’lumotlar bazalari aniqlandi. Bularga PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar kabi xalqaro miqyosdagi yetakchi akademik platformalar kiritildi. O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasiga oid tadqiqotlarni qamrab olish maqsadida, mahalliy ilmiy jurnallar va O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi (OAK) tomonidan tasdiqlangan ilmiy nashrlar bazalari ham ko‘rib chiqildi. Qidiruv jarayonida bir qator kalit so‘zlar va ularning kombinatsiyalari qo‘llanildi. Jumladan, "radioaktivlik", "ionlashtiruvchi nurlanish", "radiatsiya biologiyasi", "nurlanishning biologik ta’siri", "DNK

shikastlanishi", "hujayra javobi", "past dozali radiatsiya", "radioprotektorlar", "radioterapiya", "O‘zbekiston radiatsiya", "Markaziy Osiyo radiatsiya" kabi atamalar o‘zbek va ingliz tillarida ishlatildi. Qidiruv operatorlari (AND, OR, NOT) yordamida qidiruv so‘rovlari optimallashtirildi, bu esa tegishli va aniq natijalarni olishga imkon berdi. Masalan, ("ionlashtiruvchi nurlanish" AND "biologik ta’sir" AND "mexanizmlar") yoki ("low-dose radiation" OR "chronic radiation") AND ("health effects" OR "cancer").

Adabiyotlarni tanlashda qat’iy mezonlar qo‘llanildi. Kiritish mezonlariga ko‘ra, ionlashtiruvchi nurlanishning tirik organizmlarga ta’siri, uning molekulyar va hujayraviy mexanizmlari, tizimli oqibatlari, radiatsiyadan himoyalanish choralari va tibbiy qo‘llanilishi bo‘yicha original tadqiqotlar, meta-tahlillar, tizimli sharhlar va tanqidiy adabiyotlar sharhlari kiritildi. Ayniqsa, ilmiy jurnallarda chop etilgan, ekspertlar tomonidan ko‘rib chiqilgan (peer-reviewed) maqolalarga ustuvorlik berildi. Tadqiqotning dolzarbligini ta’minlash maqsadida, asosan 2020-yildan keyin chop etilgan nashrlarga e’tibor qaratildi, chunki bu davr mobaynida sohada sezilarli yangiliklar va yondashuvlar paydo bo‘ldi. Shu bilan birga, mavzuning fundamental jihatlarini tushunish uchun zarur bo‘lgan ba’zi klassik, ammo hali ham dolzarb bo‘lgan manbalar ham ko‘rib chiqildi, ammo ularga havola berishda 2020-yildan keyingi nashrlarga ustuvorlik berildi. O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasiga oid tadqiqotlar alohida ahamiyatga ega bo‘lib, ular mahalliy kontekstni tushunish uchun kiritildi. Chiqarish mezonlariga esa mavzuga bevosita aloqador bo‘lmagan ishlar, konferensiya tezislari (agar ular to‘liq ilmiy maqola sifatida nashr etilmagan bo‘lsa), dissertatsiyalar va kitob boblari (agar ularning asosiy ma’lumotlari ilmiy jurnallarda chop etilgan bo‘lsa) kiritilmadi. Shuningdek, metodologik jihatdan zaif yoki eskirgan ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan, yangi tadqiqotlar bilan tasdiqlanmagan ishlar ham chiqarib tashlandi, agar ular tarixiy kontekstni tushuntirish uchun muhim bo‘lmasa.

Tanlangan adabiyotlardan ma’lumotlarni tahlil qilish va sintez qilish jarayoni tizimli ravishda amalga oshirildi. Har bir tanlangan maqola diqqat bilan

o‘qib chiqildi va uning asosiy topilmalari, qo‘llanilgan metodologiyalar, xulosalar va tadqiqotning cheklovlari qayd etildi. Ma’lumotlar tematik tahlil usuli yordamida guruhlandi. Bu jarayon ionlashtiruvchi nurlanishning ta’sir mexanizmlari (molekulyar, hujayraviy, tizimli), nurlanish dozalari (past, yuqori, surunkali), oqibatlari (saraton, genetik, immunologik, yurak-qon tomir), himoya choralari (radioprotektorlar, texnologik yechimlar) va tibbiy qo‘llanilishi (diagnostika, terapiya) kabi asosiy mavzular bo‘yicha ma’lumotlarni tartiblashni o‘z ichiga oldi. Har bir tematik guruh ichida o‘xshashliklar va farqlar aniqlandi, bu esa turli tadqiqotlar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni va qarama-qarshiliklarni tushunishga yordam berdi.

Ma’lumotlarni tanqidiy baholash jarayoni muhim ahamiyatga ega bo‘ldi. Har bir tadqiqotning metodologik sifati, jumladan, namunalar hajmi, eksperimental dizayn, statistik tahlil usullari va natijalarning ishonchliligi baholandi. Qarama-qarshi natijalar va munozarali masalalar alohida e’tiborga olindi, ularning sabablari (masalan, turli metodologiyalar, tadqiqot populyatsiyalari, nurlanish dozalari) tahlil qilindi. Masalan, past dozalardagi nurlanishning adaptiv javobni keltirib chiqarishi mumkinligi haqidagi gipotezalar va an’anaviy "chiziqli-bo‘sag‘asiz" (linear no-threshold, LNT) model o‘rtasidagi munozaralar chuqur ko‘rib chiqildi, bunda har ikki yondashuvni qo‘llab-quvvatlovchi va inkor etuvchi dalillar tahlil qilindi [7, 8]. Shuningdek, nurlanishning "bystander effect" va "abscopal effect" kabi bilvosita ta’sirlari bo‘yicha yangi ma’lumotlar ham tanqidiy ko‘rib chiqildi, ularning umumiy biologik ta’sirni baholashdagi ahamiyati yoritildi [9].

Sintezlash bosqichida turli manbalardan olingan ma’lumotlar birlashtirildi va umumiy xulosalar chiqarildi. Bu jarayon nafaqat mavjud bilimlarni jamlash, balki ular o‘rtasidagi yangi bog‘liqliklarni aniqlash, umumiy tendensiyalarni belgilash va muammoning hozirgi holatini kompleks tarzda tushuntirishni o‘z ichiga oldi. Mavjud bilimlardagi bo‘shliqlar va javobsiz savollar aniqlandi, bu esa kelajakdagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalishlarni belgilashga xizmat qildi. Masalan, epigenetik o‘zgarishlarning nurlanishga hujayraviy javobda tutgan o‘rni va past

dozalardagi nurlanishning uzoq muddatli ta’siri natijasida saraton rivojlanishiga moyillikni oshirishi mumkinligi bo‘yicha tadqiqotlar sintez qilindi [6]. Immun tizimi, yurak-qon tomir tizimi va asab tizimiga ta’sir bo‘yicha yangi topilmalar ham umumlashtirildi, ularning klinik ahamiyati va patogenetik mexanizmlari yoritildi [10, 11, 12, 13].

Ushbu tadqiqotning bir qator cheklovlari mavjud. Birinchidan, tadqiqot faqat nashr etilgan adabiyotlarga tayanadi, bu esa nashr etilmagan yoki "kulrang adabiyotlar" (grey literature) deb ataladigan ma’lumotlarning e’tibordan chetda qolishiga olib kelishi mumkin (publication bias). Ikkinchidan, adabiyotlarni qidirish asosan ingliz va o‘zbek tillaridagi manbalar bilan cheklangan bo‘lib, boshqa tillardagi muhim tadqiqotlar e’tibordan chetda qolgan bo‘lishi mumkin (language bias). Uchinchidan, maqolaning hajmi cheklovlari tufayli ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta’sirining har bir jihatini to‘liq qamrab olish imkoniyati cheklangan. To‘rtinchidan, turli tadqiqotlarning metodologik sifati va dizayni har xil bo‘lishi mumkin, bu esa ularning natijalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri solishtirishda ma’lum qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Shunga qaramay, ushbu cheklovlar tadqiqotning umumiy xulosalarining asosliligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi, chunki tahlil jarayonida tanqidiy baholashga alohida e’tibor qaratilgan.

Etik jihatlarga kelsak, ushbu adabiyotlar sharhi ilmiy halollik va ob’ektivlik tamoyillariga qat’iy rioya qilgan holda amalga oshirildi. Barcha foydalanilgan manbalarga to‘g‘ri va aniq havola berildi, plagiatga yo‘l qo‘yilmadi. Tadqiqot jarayonida olingan ma’lumotlar xolislik bilan tahlil qilindi va taqdim etildi, sub’ektiv qarashlardan qochildi. Maqolada keltirilgan barcha ma’lumotlar ilmiy asoslangan va mavjud adabiyotlarga mos keladi.

Xulosa

Ushbu maqola radioaktivlik va ionlashtiruvchi nurlanishning tirik organizmlarga ta'sirini chuqur tahlil qilib, uning murakkab biologik mexanizmlarini, jumladan molekulyar, hujayraviy va tizimli darajadagi o'zgarishlarni sintez qildi. Nurlanishning DNK shikastlanishi, epigenetik

modifikatsiyalar, hujayra javoblari va uzoq muddatli oqibatlari, xususan saratonogenez va immun tizimi disfunksiyasi batafsil ko'rib chiqildi. Past dozalardagi nurlanishning xavflari va adaptiv javoblar bo'yicha davom etayotgan ilmiy munozaralar yoritildi. Shuningdek, radiatsiyadan himoyalanishning zamonaviy choralari, radioprotektorlar va tibbiy qo'llanilishdagi yangi yondashuvlar muhokama qilindi. O'zbekiston mintaqasidagi o'ziga xos muammolar va mahalliy tadqiqotlarning ahamiyati ta'kidlandi. Kelajakda individual sezgirlik va past dozalardagi nurlanishning uzoq muddatli ta'sirini chuqurroq o'rganish zarurati qayd etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Xolmatova M.A., Yuldasheva N.A. Ionlashtiruvchi nurlanishning tirik organizmlarga ta'siri va radiatsion xavfsizlik masalalari // Zamonaviy fan va ta'limning dolzarb muammolari. – 2023. – № 1-2. – B. 123-127. – https://science.i-edu.uz/index.php/science_edu/article/view/1000

[3] Qurbonov A.A., Eshmuratov B.B. Ionlashtiruvchi nurlanishning organizmga ta'siri va uning oqibatlari // Toshkent Tibbiyot Akademiyasi Axborotnomasi. – 2021. – № 3. – B. 156-160. – https://tma.uz/wp-content/uploads/2021/09/TMA-Axborotnomasi-3-2021.pdf

[4] Xudoyberdiyev S.R., G'aniyeva Z.M. Radioaktiv moddalarning atrof-muhitga va tirik organizmlarga ta'siri // O'zbekiston Milliy Universiteti Ilmiy Axborotnomasi. – 2020. – № 1/2. – B. 189-193. – https://nuu.uz/storage/journals/files/2020/01/2020-1-2.pdf