

Çingiz Məmmədov*, Afət Məmmədova, Aysel Hacıyeva, Rövşən Xəlilov

Bakı Dövlət Universiteti

*m_chingiz@yahoo.com

Son illər ərzində nanotexnologiyaların sürətli inkişafı nanomaterialların biologiya, kimya, fizika kimi müxtəlif elm sahələrində, sənaye, kənd təsərrüfatı və tibdə tətbiq imkanlarını genişləndirir. Bu isə nanohissəciklərin təbiəti çirkləndirən və canlılar üçün təhlükəli ola biləcək önəmli antropogen faktorlardan birinə çevrilməsinə səbəb olur.

Nanohissəciklər su mühitində yayılmaqla ekosistemdə olan canlıların, o cümlədən vətəgə əhəmiyyətli balıqların orqanizmində toplanmaqla ətraf mühitə və insan sağlamlığına ciddi təhlükə yaradır. Adı çəki (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) akvakultura şəraitində asan artırılmaqla iqtisadi cəhətdən səmərəlidir və bir çox ölkələrdə, o cümlədən Azərbaycanda əmtəə məqsədilə yetişdirilən əsas balıq növlərindən biridir. Çəkilərin (*Cyprinidae*) yetişdirildiyi təsərrüfatlarda istifadə olunan suyun mənbəyini həmin ərazilərdə yerləşən çaylar, göllər, su anbarları və digər su hövzələri təşkil etdiyindən həmin su hövzələri antropogen təsirlərə məruz qalmaqla müəyyən qədər çirklənmiş olur.

Dəmir oksidin nanohissəcikləri maqnetik və katalitik xüsusiyyətlərə malikdir. Bundan əlavə, dəmir onurğalı heyvanların orqanizmində vacib komponentlərdən olmaqla, tənəffüs, oksigen və elektronların daşınması (transport), DNT-nin sintezi və immun sistemin formalaşmasında iştirak edir. Ancaq orqanizmdə miqdarı (konsentrasiya) normadan artıq olduqda müəyyən əks təsirlərə (hərəkətin və görmənin zəifliyi, hemoqlobinin, eritrositlərin, hemotokritin artması, leykositlərin səviyyəsinin enməsi, toxumaların zədələnməsi) səbəb ola bilər. Bu səbəbdən insanların qida obyektı kimi istifadə etdiyi çəkinin (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) Fe_3O_4 nanohissəciklərinin balıqlara təsirinin öyrənilməsində biomodel kimi seçilməsi məqsədəuyğun hesab edilib.

Tədqiqat işinin əsas məqsədi dəmir oksid (Fe_3O_4) nanohissəciklərinin yem obyektləri ilə birlikdə akvakultura şəraitində yetişdirilən adı çəki (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) körpələri tərəfindən mənimsənilməsinin və daxili orqanlarda mümkün bioakкумуляasiyasının öyrənilməsindən, həmçinin tədqiqat prosesində nanohissəciklərin lokalizasiya ərazilərində baş verən patomorfoloji dəyişikliklərin işıq və elektron mikroskopik metodların köməkliyi ilə ultrastruktur xüsusiyyətlərinin araşdırılmasından ibarətdir.

Balıqların müxtəlif orqanlarında, xüsusən də bağırsağında və qaraciyərində Fe_3O_4 nanohissəciklərin mümkün bioakкумуляasiyasını ultrastruktur səviyyədə araşdırmaq üçün 33 ədəd bırayşlı (0+) çəki körpələrindən istifadə olunub. Çəki körpələri Azərbaycan Respublikasının Neftçala rayonunda yerləşən balıqçılıq təsərrüfatında yetişdirilib və onların yemləndirilməsində qranulşəkilli süni nəmə yemlərindən istifadə edilib. Təcrübədə istifadə olunan körpələrin uzunluğu (L), kütləsi (P) və dolğunluq əmsalı (F) ixtiologiyada qəbul olunmuş qaydalara müvafiq olaraq təyin edilib (Pravdin, 1966; Najafov et al., 2019).

Təcrübələrin gedişində Skyspring Nanomaterials. Inc, USA, Houston TX. şirkətindən alınmış Fe_3O_4 (98+%, 10-30 nm, Product #: 3320DX) nanohissəciklərindən istifadə edilib.

2022-ci ilin sentyabr ayında Bakı şəhərinə gətirilmiş çəki körpələrinin uzunluğu və kütləsi ölçülərək hər birində 11 ədəd olmaqla 3 qrupa bölünüb və eyni həcmə (60 l) malik 3 akvariuma (1 ədəd kontrol, 2 ədəd sınaq) yerləşdirilib. Akvariumlarda yerləşdirilmiş bırayşlı çəki körpələrinin orta uzunluğu (L) 6,9 sm, orta kütləsi (P) isə 4,9 q təşkil edib. I qrupa aid olan çəki körpələri (kontrol) yalnız süni yemlə yemləndirilib, II və III qruplara aid olan çəki körpələrinin (təcrübə) yemləndirilməsində isə, müvafiq olaraq, gündəlik yem rasionuna 10 mq və 100 mq miqdarında Fe_3O_4 nanohissəcikləri qatılıb. Təcrübələrin ekspozisiyası 7 gün davam etmişdir. Daha sonra kontrol (I) və təcrübə (II, III) qruplarında istifadə olunan balıq körpələrinin

qarın nahiyyəsi neşlər vasitəsilə yarılarq, hər bir balığın qaraciyəri və bağırsağı götürülərək patomorfoloji dəyişikliklərin tədqiq olunması məqsədilə fiksə edilib.

Nümunələr 0,1M fosfat buferində hazırlanmış (pH=7,4) 2,5%-li qlutar-aldehid, 2%-li paraformal-aldehid, 4%-li surcosa, 0,1%-li pikrin turşusundan ibarət məhlulda fiksə olunub. Fiksə olunmuş materiallar Elektron Mikroskopik üsullarla öyrənilməsi üçün Azərbaycan Tibb Universitetinin Elektron mikroskopiya laboratoriyasına təqdim edilib. Materialdan elektron mikroskopiya qəbul olunmuş ümumi metodlarla Araldit-Epon blokları hazırlanıb. Bloklardan Leica EM UC7 (Leica, USA) ultramikrotomda alınmış yarımnazik (1-2 μ m) kəsiklər metilen abısı, azur II və əsası fiksində və ya toluoidin abısı ilə rənglənmiş, Primo Star (Zeiss, Germany) mikroskopunda baxılaraq lazımi hissələrin şəkilləri EOS D650 (Canon, Japan) rəqəmli fotokamerası ilə çəkilib. Eyni bloklardan alınmış 50-70 nm qalınlıqlı hazırlanmış və rənglənməmiş kəsiklər 80-120 kv gərginlik altında JEM-1400 (JEOL, Japan) transmission elektron mikroskopunda tədqiq olunaraq elektronogrammlar çəkilib.

Dəmir nanohissəcikləri akvakultura şəraitində yetişdirilən adi çəki körpələrinə qida ilə birlikdə 0,01% və 0,1% dozalarda verildikdən 7 sutka sonra onların qaraciyəri və nazik bağırsağı işıq və elektron mikroskopik üsullarla tədqiq olunaraq norma ilə müqayisə edilmişdir. İlk olaraq nanohissəciklərin 0,01% dozasının nazik bağırsağın müxtəlif qatlarına təsiri öyrənilmişdir. Bağırsağın selikli qatı, o cümlədən epitel də daxil olmaqla yarımnazik (1 mkm) kəsiklərdən alınan görüntülərə əsasən bağırsaq mənfəzinə doğru yönələn epitel hüceyrələrinin apikal hissələrində patomorfoloji dəyişikliklər izlənilmişdir. Belə ki, bağırsaq büküşlərinin yan hissələrində enterositlərin mikrovaxları izləniləndiyi halda, mənfəzə baxan hissədə olanlarda mikrovaxların tamlığı pozulmuş, dağılmış və hüceyrə sitoplazmasında olan strukturlar, o cümlədən piy danələri bağırsağın mənfəzinə səpələnmişlər. Qeyd olunan hissələrdən əldə olunan elektronogrammlarda adı çəkilən proseslər aydın şəkildə müşahidə olunmuşdur. Elektron mikroskopun böyük böyüdücülərində isə enterositin sitoplazmasında olan bəzi orqanellərdə, o cümlədən mitoxondrilərdə xarici membranların zədələndiyi və daxildə kristalların aydın seçilmədiyi və sitoplazmada ödəmin yarandığı müşahidə edilmişdir. Enterositlərin sitoplazmasında ödəm mayesinin əmələ gəldiyi müşahidə olunmuşdur. Təəssüf ki, aparılan tədqiqatlarda nanohissəciklərin 0,01% dozasının tətbiqindən sonra bağırsağın digər qatlarında ciddi patomorfoloji dəyişikliklər aşkar olunmamışdır.

Fe_3O_4 nanohissəciklərinin 0,01% dozada tətbiqinin 7-ci günündə adi çəkinin qaraciyərinin parenximasının əsasını təşkil edən hepatositlərdə və onların sitoplazmasında yerləşən orqanellərdə, qan damarlarının mənfəzində yerləşən eritrositlərdə, hepatositin membranlarının invaginasiyası nəticəsində əmələ gələn hüceyrədaxili kapilyarların mənfəzə baxan hissəsində olan mikrovaxlarda və öd axacaqlarının müxtəlif qatlarında destruktiv dəyişikliklər müşahidə edilmişdir.

Fe_3O_4 nanohissəciklərinin 0,1% dozasının təsirindən nazik bağırsağın divarının quruluşunda daha ciddi dəyişikliklər baş vermişdir. Belə ki, seroz, əzələli və orada olan sinir elementlərində, selikaltı qatda və orada yerləşən damarlarda patologiya izlənilmişdir. Əzələ hüceyrələrinin sitoplazmasında olan mitoxondrilər şişmiş, bəzilərinin kristalları dağılmışdır. Əzələli qatların arasında olan neyrolimfasitlərin nüvə örtüyünün qalınlaşması, sitoplazmasında vakuolizasiyanın baş verməsi, mitoxondrilərin kristallarının şişməsi, zarlı strukturların tamlığının pozulması nəticəsində müxtəlif formalı miyelinbənzər cisimciklərin əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Miyelinsiz sinir liflərinin bazal membranının tamlığı pozulmuşdur. Aksonlarda danəsiz endoplazmatik şəbəkənin genişlənməsi baş vermişdir. Selikaltı qatda birləşdirici toxuma elementləri arasında ödəm mayesi əmələ gəlmişdir. Adı qeyd olunan qatda qan damarlarının ultrastrukturunda da dəyişikliklər aşkar olunmuşdur. Damarın divarını mənfəzdən örtən endotelin deformasiyaya uğradığı və barmaqvarı çıxıntıların mənfəzə doğru qabarması izlənilmişdir. Selikli qatda isə yuxarıda olduğu kimi, enterositlərin tamlığı pozulmuş, mikrovaxlar parçalanmış və bir çox yerlərdə tamamilə dağılmışdır.

Fe_3O_4 nanohissəciklərinin 0,1% dozada tətbiqinin 7-ci günündə balığın qaraciyərində də daha ciddi patoloji dəyişikliklər müşahidə edilmişdir. Belə dəyişikliklərə qaraciyər kapsulunun zədələnməsi, hepatositlərin və sitoplazmatik orqanellərin dağılması, qan damarlarının divarının zədələnməsi, eritrositlərin nüvəsi ilə sitoplazması arasında ödəmin əmələ gəlməsi, biliar axacaqların divarının quruluşunun pozulması və s. aiddir. Tədqiqat işlərinə dair elektron mikroskopik şəkillərin və elektronogrammların prezentasiya prosesində təqdim olunması planlaşdırılır.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, nanohissəciklərin bioakkumulyasiya olunan hissələrinə aid təqdim olunan elektronogrammlarda nanohissəciklərin ölçülərinin 10-20 nm arasında dəyişdiyi təsdiq edilmişdir. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, istifadə olunan nanohissəciklərin dozaları artdıqca balıq orqanizmində baş verən

patologiyaların intensivliyi də artır və balıq orqanizmində yalnız 20 nm-ə qədər olan nanohissəciklərə təsadüf olunur.

Beləliklə, nanohissəciklərin ətraf mühitə yüksək konsentrasiyalarda daxil olması balıq və digər su orqanizmlərinin rifahına mənfi təsir göstərir. Bu araşdırmada adi çəkinin qaraciyərində bağırsağında müşahidə edilən dəyişikliklər ekosistemin digər elementləri və su həyatı üçün potensial təhlükələri qiymətləndirmək üçün dəyərli fikir söyləməyə imkan verir.

Alınmış nəticələr qida təhlükəsizliyi nöqtəyi-nəzərdən Azərbaycanda akvakultura şəraitində yetişdirilən vətəgə əhəmiyyətli balıq növlərinin ekoloji təmiz şəraitdə yetişdirilməsi, sanitariya normalara riayət edilməsi, həmçinin onların sağlam reproduktiv sürülərinin formalaşdırılması məqsədilə optimal biotexniki normativlərinin işlənib hazırlanmasında istifadə oluna bilər.