



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
“Yaşıl dünya naminə həmrəylik ili”nə həsr olunmuş
“Əsas Qrant Müsabiqəsi-2024” ün
(AEF-MGC-2024-2(50)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 1-ci mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Bentonit əsaslı nanokompozitlərin sintezi və struktur xüsusiyyətlərinin qanunauyğunluqlarının araşdırılması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Qəhrəmanova Zarema Osmanovna**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MGC-2024-2(50)-16/15/4-M-15**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **22 oktyabr 2024-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 noyabr 2024-cü il – 31 oktyabr 2026-cı il**

Layihənin **I mərhələ** üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər Gil mineralları, təbii mənbələrdən əldə edilən və incə dənəvər, təbəqələşmiş hissəciklərdən ibarət olub, bir və ya bir neçə fillosilikat mineralını ehtiva edir. Fillosilikat mineralları müxtəlif element tərkibləri və fiziki ölçülərə malik silikat kristal quruluşuna malikdir. Onların əsas oktaedrik və tetraedrik təbəqələrdən ibarət strukturuna baxmayaraq, gil mineralları spesifik strukturlarına və tərkiblərinə əsasən kaolinit, smektit (və ya bentonit) və paligorskit-sepiolit kimi fərqli ailələrə bölünür. Bundan əlavə, təbii mənbələrdən əldə edilən gil minerallarının tərkibi və xüsusiyyətləri onların geoloji mənşəyindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Təbii gil minerallarının daxilində mövcud olan müxtəlifliyi nəzərə alaraq, sintetik mineral gillər biotibbi təbiiqlərdə mühüm əhəmiyyət qazanmışdır. Bu sintetik gillər geniş miqyasda, dəqiq nəzarət edilən tərkib və xüsusiyyətlərlə istehsal edilə bilər. Gil mineralları geniş yayılması, böyük spesifik səth sahəsi, mənfi yük və hidrofilyar səthi sayəsində əhəmiyyətli adsorbentlər hesab olunur. Xüsusilə əsas komponenti montmorillonit olan bentonit, geniş tətbiq sahəsinə malik qeyri-üzvi gil kimi seçilir. Bentonitin populyarlığı onun kiçik hissəcik ölçüsü, yüksək məsaməlilik, geniş səth sahəsi və əhəmiyyətli kation mübadiləsi qabiliyyəti kimi fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri ilə izah olunur. Bu qeyri-üzvi gil – bentonit, adsorbsiya qabiliyyəti və potensialı baxımından üstünlük təşkil edir, çünki maddələri tutma və saxlama qabiliyyəti olduqca yüksəkdir. Onun tərkibində montmorillonitin daxili və xarici səthlərində dəyişdirilə bilən qeyri-üzvi kationlar mövcuddur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu qeyri-üzvi kationların üzvi kationlarla əvəz olunması, xüsusilə üzvi çirkəndiricilərin çıxarılması prosesində adsorbsiya qabiliyyətini artırır. Bentonit, çirkəb sularından çirkəndiricilərin adsorbsiyası ilə bağlı
---	--

müxtəlif tədqiqatlarda geniş istifadə olunur və effektivliyini nümayiş etdirir.

Bakterial dəri və dəri strukturlarının infeksiyaları (SSSİ), dərman çatdırılmasını çətinləşdirən, immun cavabı zəiflədən və ya sağalma prosesini ləngidən əsas xəstəlikləri olan pasiyentlərdə mürəkkəbdir. Bu infeksiyalar adətən bir neçə bakteriya növünü əhatə edir və venadaxili müalicə üçün xəstəxanaya yerləşdirilməni tələb edir.

Müxtəlif antibiotiklər, o cümlədən flüorxinolonlar, SSSİ-lərin müalicəsində effektiv olmuşdur. Flüorxinolon sinfinə aid olan levofloksasin, SSSİ-yə səbəb olan bakteriyalara qarşı aktivdir. 500 mq dozasında levofloksasin, qeyri-mürəkkəb SSSİ-lərin müalicəsində siprofloksasinslə müqayisə edilə bilən effektivlik göstərmişdir. Bundan əlavə, levofloksasin müəyyən anaerob bakteriyalara qarşı da aktivlik nümayiş etdirir.

Yüksək levofloksasin dozası (750 mq), xüsusilə qan dövrəni zəif olan pasiyentlərdə inyeksiya yerində yüksək dərman konsentrasiyasını təmin etmək üçün araşdırılmışdır. Bu dozanın daha aşağı dozalarla müqayisədə toxumalara daha yaxşı nüfuz etmə qabiliyyəti göstərdiyi və dəri toxumasında yüksək dərman səviyyəsinə nail olduğu sübut edilmişdir. Əvvəlki tədqiqatlar göstərmişdir ki, 750 mq dozasında levofloksasin yaxşı tolere edilir. Bu tədqiqatın məqsədi, mürəkkəb SSSİ-lərin müalicəsi üçün gündə bir dəfə tətbiq olunan 750 mq levofloksasinin effektivliyi və təhlükəsizliyini qiymətləndirməkdir.

Dəri travma, aşınmalar, cərrahi kəsiklər, diabetik xoralar və əsasən yanıq yaralanmaları kimi müxtəlif zədələrə qarşı həssasdır. Dəri zədələndikdən sonra bədən normal toxuma quruluşu və funksiyasını bərpa etmək üçün sağalma prosesini başladır. Bununla belə, hipertrofik çapıqlar, keloidlər, yara dehissansı və kontrakturalar kimi fəsadlar bu prosesi ləngidə bilər, xüsusilə də autoloji dəri transplantasiyalarının məhdud olduğu hallarda. İstilik, kimyəvi maddələr, elektrik və ya radiasiya ilə baş verən yanıq yaralanmaları sepsis və şok kimi ciddi fəsadlara səbəb ola bilər. Yanıq yaralanmalarında çapıq toxumaları geniş yayılmış fəsaddır və mövcud müalicə üsulları tez-tez orta nəticələr verir.

Biomaterial əsaslı skeletlər toxuma regenerasiyasını və yara sağlamlığını, o cümlədən yanıq yaralarını artırmaq üçün perspektivli terapeutik strategiya kimi meydana çıxmışdır. Bu skeletlər hüceyrədən kənar matriksi (ECM) təqlid edir və yara bərpası üçün uyğun mühit yaradır. İdeal yara örtükləri nəmliyi qoruyub saxlamaq, eksudatı udmaq və bakterial infeksiyanın qarşısını almaq qabiliyyətinə malik olmalıdır. Bu məqsədlərə nail olmaq üçün tədqiqatçılar həm təbii, həm də sintetik materiallardan istifadə edərək müxtəlif polimer skeletlər hazırlamışdır.

Poliviniliden flüorid (PVDF) yüksək mexaniki gücə, kimyəvi və termal dayanıqlığa, hidrofob xüsusiyyətlərə və piezoelektrik xassələrə malikdir və biomüalicə sahəsində geniş istifadə olunur. PVDF membranlarının daxili məsaməli quruluşu onları dərman rezervuarı kimi yararlı edir, səth məsamələri isə dərman buraxılışına imkan yaradır. Sintetik polimerlərin əla mexaniki xüsusiyyətlər təmin etməsinə baxmayaraq, onların aşağı biouyğunluğu hüceyrə yapışmasını, miqrasiyasını və proliferasiyasını azaldır.

Effektiv yara müalicəsinin əhəmiyyətini və nanoteknologiyanın potensialını nəzərə alaraq, biz yeni bir dərman çatdırılma sistemi inkişaf etdirmək üçün hərtərəfli bir araşdırmaya başladıq. Növbəti bölmələrdə bentonit nanopartikullarının sintezi və xarakterizasiyası, levofloksasinin inteqrasiyası, dərman yüklü patchın hazırlanması və onun həm in vitro, həm də in vivo modellərdə effektivliyinin qiymətləndirilməsi metodologiyasına toxunacağıq.

2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)
	100%

3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi
---	---

1. **Bentonit Nanostrukturlarının Hazırlanması və Saflaşdırılması:**

- İlk dəfə olaraq, AzRosPromInvest şirkətindən əldə edilən Daşsalahlı bentonitinin saflaşdırılması üçün effektiv metodologiya tətbiq edilmişdir. Maqnit vasitəsilə dəmir çirkələrinin tamamilə

	çıxarılması və yüksək təmizlik dərəcəsinə malik bentonit materialının əldə edilməsi təmin olunmuşdur. • Qatqıların aradan qaldırılması üçün tətbiq edilən metodun təkmilləşdirilməsi və təkrar istifadə imkanlarının yaradılması. 2. Nanokompozit Materialların Sintezi: • Bentonit nanopartikulları ilə Levofloksasinin sintezi həyata keçirilmişdir. Sintez prosesi zamanı nanostrukturların stabilliyi və dispersiyası ultrasəs vannası və maqnit qarışdırıcı ilə optimallaşdırılmışdır. • Bentonitin antibiotiklərlə modifikasiyasına dair mövcud tədqiqatlar mövcud olsa da, spesifik kompozisiyanın optimallaşdırılması mühüm addımdır. 3. PVDF Torların Modifikasiyası: • PVDF mesh səthinin bentonit və Levofloksasin nanostrukturları ilə modifikasiyası həyata keçirilmiş və beləliklə, antibakterial xüsusiyyətlərin artırılması təmin edilmişdir. • Bu yanaşma yeni bioaktiv materialların yaradılması üçün perspektivli bir üsul kimi qiymətləndirilir.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar Bu tədqiqat üçün xammal kimi "AzRosPromInvest" şirkətindən əldə edilən Daşsalahlı bentonitindən istifadə olunmuşdur. Bentonitin tərkibi təxminən 75% montmorillonit (Mt), 13% kvars (Q), və təxminən 10% kalsit (Cal) və dəmir çirkələri təşkil edir. Levofloksasin isə "Anfarm Hellas S. A." şirkətindən əldə edilmişdir. Materialın sonrakı analizlərə uyğunluğunu artırmaq üçün saflaşdırma protokolu tətbiq edilmişdir. Xüsusilə, 10 qram bərk maddə 0.4 litr distillə edilmiş suda həll edilmiş və 800 rpm sürətlə maqnit qarışdırıcıda 1 saat ərzində qarışdırılmışdır. Daha sonra supernatant dekantasiya yolu ilə çıxarılmış və eyni həcmdə distillə olunmuş su ilə yuyulmuşdur edilmişdir. Bu proses, maqnit vasitəsilə dəmir tərkibli qarışıqları çıxarmaq məqsədilə təkrarlanmış və maqnitin səthində qarışıqlar müşahidə edilmədikdə dayandırılmışdır. Nəticədə əldə edilən dispersiya sentrifugasiya olunmuş, 100 °C temperaturda 24 saat sobada qurudulmuş və otaq temperaturunda saxlanılmışdır. 1 mq bentonit nanohissəcikləri 50 ml deionizə olunmuş suda dispersiya edilmiş və ultrasəs vannasında 15 dəqiqə ərzində qarışdırılmışdır. Daha sonra, 3 mq Levofloksasin olan sulu məhlul bentonit məhluluna əlavə edilmişdir. Məhlul 150 rpm sürətlə 12 saat ərzində otaq temperaturunda maqnit qarışdırıcıda qarışdırılmışdır. Tor səthinin modifikasiyası üçün 1x1 sm ölçüsündə PVDF nümunələri hazırlanmış NB@LVF nanostruktur məhluluna batırılmışdır. Daha sonra nümunələr azot axını altında qurudulmuşdur. X-ray toz difraksiyası (PXRD) analizi X-ray toz difraksiyası (PXRD) analizi bərk-hall detektoru (X'Celerator) və fırlanan nümunə tutacağı ilə təchiz edilmiş difraktometr (X'Pert Pro modeli, Malvern Panalytical) vasitəsilə aparılmışdır. Difraktogram nümunələri təsadüfi yönümlü preparatlardan istifadə edərək, CuKα radiasiyası altında, 45 kV gərginlik və 40 mA cərəyan şərtlərində, 4–60 °2θ diapazonunda qeydə alınmışdır. Bentonit nümunəsinin XRD spektrində geniş piklər müşahidə olunur ki, bu da materialın aşağı kristallik dərəcəsinə göstərir. Əsas pik təxminən 2θ = 20-22° diapazonunda yerləşir və əlavə piklər daha yüksək bucaqlarda (təxminən 35° və 68°) aşkar edilir. Bu nəticələr bentonitin əsas gil mineralının montmorillonit olduğunu təsdiqləyir. Bəzən əyilmiş olması nümunədə amorf və ya zəif kristallik komponentlərin mövcudluğunu göstərir. XRD analizi bentonit nümunəsində montmorillonitin əsas mineral fazası olduğunu təsdiqləyir. Müşahidə olunan geniş piklər və əyilmiş baza heterogen mineral tərkibini, həm kristallik, həm də amorf komponentlərin mövcudluğunu nümayiş etdirir. Gil və nanokompozitin Zeta potensialı (ζ) 0.05% w/V konsentrisiyalı sulu məhlulda ölçülmüşdür. Ölçmələr Zetasizer Nano ZS90 cihazı (Malvern Panalytical, ABŞ) vasitəsilə həyata keçirilmişdir.

Zeta potensial ölçmələri (Şəkil 5-də göstərilmişdir) levofloksasinin bentonit nanopartikullarının səthinə uğurla adsorbsiyasını təsdiqləyir. Saf bentonit üçün -35 mV olan zeta potensialının levofloksasin yüklənmiş nanopartikullar üçün -30 mV-a azalması səthdəki ümumi yükün azaldığını göstərir. Bu azalmanın səbəbi, müsbət yüklü levofloksasin molekulalarının bentonitin mənfi səth yüklərinin bir qismini neytrallaşdırmasıdır. Levofloksasinin nanopartikulların səthinə adsorbsiyası hissəcik ölçüsü təhlili ilə də təsdiqlənmişdir. Təhlil nəticələri göstərmişdir ki, levofloksasin yüklənmiş nanopartikullar üçün ölçü paylanması təxminən 100 nm ətrafında mərkəzləşmiş unimodal paylanmaya malikdir. Bu nəticələr dərman molekulalarının bentonit nanopartikulları ilə uğurla qarşılıqlı təsirə girdiyini və stabil kompozit sistemin əmələ gəldiyini göstərir.

Yüksək həlli transmissiya elektron mikroskopiyası (HRTEM) FEI Titan G2 60–300 ultrayüksək həlli transmissiya elektron mikroskopu vasitəsilə aparılmışdır. Analitik elektron mikroskopiya (AEM) SUPER-X silisium drift pəncərəsiz enerji dispersiv X-ray spektroskopiyası detektoru ilə həyata keçirilmişdir. AEM spektrləri yüksək bucaqlı halqa qaranlıq sahə detektoru ilə skan edən transmissiya elektron mikroskopu rejimində qeydə alınmışdır. Həmçinin, kimyəvi elementlərin X-ray xəritələri də toplanmışdır. Nümunələr birbaşa mis torlara (300 mesh, farmvar/karbon örtüklü, Agar Scientific) yerləşdirilmişdir.

5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmalar, konfrans materialları, tezislər) (dərç olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(surətlərini əlavə etməli!)</i>
-	
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər <i>(burada doldurmalı)</i>
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər <i>(burada doldurmalı)</i>
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak <i>(burada doldurmalı)</i>
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak <i>(burada doldurmalı)</i>
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) <i>(burada doldurmalı)</i>
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar <i>(burada doldurmalı)</i>
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr <i>(burada doldurmalı)</i>
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>(burada doldurmalı)</i>
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı <i>(burada doldurmalı)</i>

15	Sərgilərdə iştirak (burada doldurmalı)
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (burada doldurmalı)
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (burada doldurmalı)

Layihə rəhbərinin imzası _____ Qəhrəmanova Zarema Osmanovna

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.