

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**

*Əlyazması hüququnda*

**İON MAYE KATALİZATORLARI İŞTİRAKINDA VƏ  
MİKRODALĞA ŞƏRAİTİNDƏ SİNTEZ EDİLMİŞ  
ƏVƏZOLUNMUŞ İMİDAZOLLARIN BİOLOJİ  
AKTİVLİKLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ**

İxtisas: **2314.01 – Neft kimyası**

Elm sahəsi: **Kimya**

İddiaçı: **Ayaz Müzəffər oğlu Məmmədov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim olunan dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**Bakı – 2021**

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda “Üzvi birləşmələrin və neft məhsullarının spektral üsullarla tədqiqi” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər:

kimya elmləri doktoru, professor  
**Rəna Ələkbər qızı Cəfərova**

kimya elmləri doktoru, dosent  
**Avtandil Hüseynəli oğlu Talıbov**

Rəsmi opponəntlər:

kimya elmləri doktoru, professor  
**İbrahim Qərib oğlu Məmmədov**

kimya elmləri doktoru, dosent  
**Hüseyn Namaz oğlu Qurbanov**

kimya elmləri doktoru, dosent  
**Afayət Xəlil qızı Məmmədova**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

kimya elmləri doktoru, akademik  
**Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

kimya elmləri doktoru, dosent  
**Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva**

Elmi seminarın sədri:

kimya elmləri doktoru, dosent  
**Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov**



## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Heterotsiklik birləşmələrin içərisində imidazol birləşmələri müxtəlif növ farmakoloji potensialına görə dərman kimyası sahəsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu birləşmələr son bir neçə ildən bəri dərman maddələrinin sintezi və müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində daha çox istifadə olunurlar<sup>1</sup>. İmidazol törəmələri analgetik, antibakterial, antimalyariya, anti-iltihab, xərçəng əleyhinə, anti-HIV, anti-allergik və s. kimi əhəmiyyətli bioloji aktivliyə malikdirlər.

İmidazol birləşmələri korroziya inhibitorları kimi də tətbiq edilirlər<sup>2</sup>. Mikrobioloji korroziya xüsusən neft və qaz sənayesində materialların dağılmasına səbəb olan əsas faktorlardan biridir. Mikrobioloji korroziyanın əsas törədiciləri sulfat reduksiyaedici bakteriyalardır. Mikrobioloji korroziyadan qorunmanın ən səmərəli üsulu inhibitor-bakterisidlərin istifadəsidir. İmidazol birləşmələrinin sulfat reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi tətbiqi son onilliklərdə geniş vüsət almışdır. Lakin bərk substrat üzərində sulfat reduksiyaedici bakteriyaların məskunlaşmasına qarşı mübarizə mövzusu hələ də aktual problem olaraq qalır.

Hazırda imidazolların sintezində istifadə olunan üsullarda reaksiya şəraitinin sərt və uzunmüddətli olması, məhsulların az çıxımla alınması səbəbindən tədqiqatçılar yüksək çıxımlı, iqtisadi cəhətdən səmərəli, ekoloji təmiz üsulların tapılması və tətbiqini gündəmdə saxlayırlar. İmidazolların ion maye katalizatorlarının iştirakında sintezi mühüm praktiki əhəmiyyət kəsb edən kimyəvi proseslərdən biridir. Bu katalizatorların əsas üstün cəhətləri reaksiyanı yüksək çıxımla aparması və reaksiyanın sonunda suda yaxşı həll olaraq məhsullardan asanlıqla ayrılmasıdır.

<sup>1</sup>Arunkumar, S. S. Imidazole and its derivatives and Importance in the Synthesis of Pharmaceuticals: A Review // Research Journal of Chemical Sciences, -Indore: -2015, V. 5 (10), -p. 67-72

<sup>2</sup>Mihajlovic, M. P. Imidazole based compounds as copper corrosion inhibitors in seawater / M. P. Mihajlovic, M. B. Radovanovic, Z. Z. Tasic [et .al.] // Journal of Molecular Liquids, -Amsterdam, Elseiver: -2017, V. 225, - p. 127-136

Məlumdur ki, mikrodalğa şəraitində aparılan üzvi sintezlər tibbin inkişaf prosesi üçün əhəmiyyətli bir texnologiyadır. Son bir neçə il ərzində yüksək sürətlə inkişaf edən mikrodalğalı sintez üsulu öz aktuallığı ilə üzvi sintez proseslərində uğurla tətbiq olunmaqdadır. Bu üsul reaksiyanı qısa müddətdə aparması və son dərəcə ekoloji təmizliyi ilə üstünlük təşkil edir.

Bu baxımdan, təqdim olunan dissertasiya işi aktual problemə – ion maye katalizatorlarının iştirakında və mikrodalğa şəraitində fenantrenxinon, ammonium asetat, birli aminlər və aromatik aldehidlərdən müxtəlif aromatik fraqmentlər saxlayan üç və dörd əvəzli imidazolların və onların müxtəlif turşularla komplekslərinin sintezi və bioloji aktivliklərinin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Yerinə yetirilmiş tədqiqatların obyektı fenantren-9.10-dion, ammonium asetat, müxtəlif funksional qrup saxlayan aromatik aminlər və aromatik aldehidlərdir. Tədqiqatın predmeti isə sintez edilmiş üç və dördəvəzli imidazollar və onların komplekslərinin səmərəli istifadə sahələrinin müəyyən edilməsidir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** İşin əsas məqsədi mikrodalğa şəraitində və ion maye katalizatorları olan 1,4-dimetilpiperaziniumdihidrosulfat (1.4-DMPDHS) və N-metilpirrolidonhidrosulfatın (N-MPHS) iştirakında fenantrenxinon, ammonium asetat, birli aminlər və aromatik aldehidlərdən müxtəlif əvəzli aromatik fraqmentlər saxlayan üç və dördəvəzli imidazolların, həmçinin onların müxtəlif turşularla komplekslərinin sintezi və sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi, eləcə də *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Genus Candida* göbələklərinə qarşı antimikrob kimi sınaqdan keçirilməsindən ibarətdir.

Məqsədə nail olmaq üçün aşağıda sadalanan tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:

- 1.4-DMPDHS, N-MPHS katalizatorlarının iştirakında və mikrodalğa şəraitində fenantrenxinon, ammonium asetat, birli aminlər və aromatik aldehidlərdən müxtəlif əvəzli aromatik fraqmentlər saxlayan üç və dörd əvəzli imidazolların sintezi;

- Alınmış üçəvəzli imidazolların müxtəlif turşularla komplekslərinin alınması;
- Tərkibində müxtəlif aromatik fraqmentlər saxlayan üç və dörd əvəzli imidazolların quruluşlarının müxtəlif fiziki – kimyəvi üsullarla tədqiqi;
- Alınmış imidazolların lüminessent xassələrinin tədqiqi;
- Sintez edilmiş maddələrin sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi, eləcə də *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Genus Candida* göbələklərinə qarşı antimikrob preparat kimi sınaqdan keçirilməsi.

**Tədqiqat metodları.** Kvant kimyəvi hesablama əsasında reaksiyanın mexanizmi və sintez edilmiş birləşmələrin quruluşunun struktur optimallaşdırılması GAUSSIAN-16 proqramında DFT üsulu ilə həyata keçirilmişdir.

Birləşmələrin SRB-yə qarşı bakterisid xassələri OCT 39-234-89-dan istifadə etməklə müəyyən edilmiş, H<sub>2</sub>S-in əmələ gəlməsi isə yodometrik titrləmə üsulu ilə təyin edilmişdir.

**Nəticələrin dürüstlüyü.** Alınmış nəticələrin dürüstlüyü İQ, <sup>1</sup>H və <sup>13</sup>C NMR, element analiz, UB və lüminessensiya kimi müasir fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları ilə müəyyən edilmişdir.

#### **Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.**

- 1,4-DMPDHS, N-MPHS katalizatorlarının iştirakında və mikrodalğa şəraitində müxtəlif aromatik fraqmentlər saxlayan üç və dörd əvəzli imidazollar sintez edilmişdir;
- Alınmış üçəvəzli imidazolların müxtəlif turşularla kompleksləri alınmışdır;
- 1,4-DMPDHS katalizatorunun iştirakında 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol birləşməsinin sintezi reaksiyasının kvant-kimyəvi hesablamaları aparılmışdır;
- Alınmış imidazolların lüminessent xassələri tədqiq edilmişdir;
- Sintez edilmiş maddələrin sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid xassələri, eləcə də *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Genus Candida* göbələklərinə qarşı antimikrob aktivlikləri yoxlanmış və yüksək nəticələr alınmışdır.

### **Tədqiqatın elmi yeniliyi.**

- üç və dörd əvəzli imidazolların sintezində ion maye tipli 1,4-DMPDHS katalizatorundan istifadə edilmişdir. Katalizatorların reaksiyaya təsir mexanizmi öyrənilmiş, nəticələr N-MPHS və mikrodalğa şəraiti ilə müqayisə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 1,4-DMPDHS katalizatoru məhsulların çıxımının çox olması ilə, mikrodalğa şəraiti isə reaksiyanın bitmə vaxtının qısa olması ilə üstünlük təşkil edir;

- 9,10-fenantrenxinon, ammonium asetat, p-aminoazobenzol və əvəz olunmuş aromatik aldehidlərdən ion tipli 1,4-DMPDHS katalizatorundan istifadə edilməklə yeni azo qrup saxlayan 2-aril-1H-fenantro[9,10-d]imidazol törəmələri sintez edilmiş, birləşmələrin İQ, NMR, UB və s. spektroskopik analiz üsulları vasitəsilə quruluşları təyin edilmişdir.

- 1,4-DMPDHS katalizatorunun iştirakında 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol birləşməsinin sintezi reaksiyasının kvant-kimyəvi hesablamaları DFT üsuluna əsaslanan kompüter proqramı vasitəsilə öyrənilmişdir;

- Alınmış dördəvəzli imidazolların flüoressent xassələri tədqiq edilmişdir.

- Sintez edilmiş birləşmələr sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi, eləcə də *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Genus Candida* göbələklərinə qarşı antimikrob kimi sınaqdan keçirilmişdir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** Alınmış dördəvəzli imidazolların lüminessent analizləri aparılmış, 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun flüoressent xassəyə malik olduğu müəyyən edilmişdir. Nümunənin kvant çıxımı 0.42, YTMO və ASMO enerji fərqi isə 2.41 eV olaraq hesablanmışdır.

- Sintez edilmiş imidazollar və onların müxtəlif turşularla kompleksləri sulfat reduksiyaedici bakteriyalara (SRB) qarşı bakterisid preparat kimi yoxlanılmış, yüksək nəticəni 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun 15 mq/l qatılıqlı məhlulu bakteriyaları 100 % məhv etməklə göstərmişdir.

- Sintez edilmiş 2-aril-1H-fenantro[9,10-d]imidazol törəmələri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Genus Candida* göbələklərinə qarşı antimikrob preparat kimi sınaqdan keçirilmişdir. Nümunə 2-(2,4-dixlorfenil)-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol *Staphylococcus aureus* bakteriyalarını 40 mm, *Escherichia coli* bakteriyalarını 24 mm, *Candida albicans* göbələklərini isə 37 mm diametrində məhv etməklə yüksək bakterisid təsir nümayiş etdirmişdir.

**Müəllifin şəxsi iştirakı.** Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində məsələnin qoyuluşu, işin yerinə yetirilməsi zamanı əsas ideyaların formalaşdırılması, tədqiqatların istiqamətləri, təcrübələrin yerinə yetirilməsi, alınan nəticələrin izahı və ümumiləşdirilməsi zamanı əsas aparıcı rol müəllifə məxsusdur.

**Dərc edilmiş elmi əsərlər:** Dissertasiya işi üzrə 15 elmi əsər, o cümlədən 1 patent, 2-si təkmüəllifli olmaqla 6 məqalə və 8 Beynəlxalq və Respublika səviyyəli konfranslarda məruzələrin tezisləri çap olunmuşdur.

**İşin aprobasiyası və tətbiqi.** Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı konfranslarda müzakirə olunmuşdur: “Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi konfrans (Gəncə, 2017), Международная научно-техническая конференции «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденцированных системах», посвященной 100-летию юбилею академика Б.К.Зейналова (Баку, 2017), Professor S.Ə.Sultanovun 90 illiyinə həsr olunmuş “Yanacaq, yanacaq komponentləri, xüsusi təyinatlı mayelər, yağlar və aşqarlar” adlı Respublika elmi-texniki konfrans (Bakı, 2017), Akademik Murtuza Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev Qıraətləri” elmi konfransının materialları (Bakı, 2018), Международная научно-практическая конференция “Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии”, посвященная 110-летию академика В.С.Алиева (Баку, 2018), IV Всероссийский научный симпозиум (с международным участием) "Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов" (Суздаль, 2019), The International Scientific

Conference “Actual Problems of Modern Chemistry” Dedicated to the 90th Anniversary of the academician Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes (Baku, 2019), «Российская наука в современном мире» XXXIX Международная научно-практическая конференция, Научно-издательский центр «АКТУАЛЬНОСТЬ.РФ» (Москва, 2021).

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilat:** Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akad. Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimyə Prosesləri İnstitutu.

**İşin həcmi və quruluşu.** Dissertasiya işi 180 səhifə həcmində olub girişdən, 4 fəsildən, nəticələrdən, 157 ədəbiyyat mənbəyindən, 13 cədvəl və 101 şəkildən ibarətdir. Dissertasiyanın strukturu mündəricat 4299 işarədən, giriş 11324 işarədən, birinci fəsil 39951 işarədən, ikinci fəsil 9931 işarədən, üçüncü fəsil 101343 işarədən, dördüncü fəsil 11372 işarədən, nəticə 2352 işarədən, ədəbiyyat siyahısı 33192 işarədən, ixtisarlara siyahısı 494 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın ümumi həcmi 181440 (şəkillər, cədvəllər, qrafiklər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə) işarəni təşkil edir.

**Girişdə** dissertasiya mövzusunun aktuallığı, tədqiqatın obyektinə və predmetinə, məqsəd və vəzifələri, üsulları, elmi yeniliyi, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, işin aprobeşiyası və tətbiqi, quruluşu və həcmi haqqında məlumatlar verilmiş və əsaslandırılmışdır.

**Birinci fəsildə** mövzuya uyğun olaraq dionlar, ammonium asetat, müxtəlif aminlər və müxtəlif əvəzli aromatik aldehidlərdən üç və dördəvəzli imidazolların və onların komplekslərinin alınma üsulları və tətbiq sahələrinin tədqiqinə dair ədəbiyyat materiallarının icmalı verilmişdir. Eyni zamanda mövcud elmi-tədqiqat işlərinin tənqidi analizi verilmiş və elmi istiqamətləri əsaslandırılmışdır.

**İkinci fəsil** təcrübi hissəyə həsr edilmişdir. Bu fəsildə ilkin xammallar, katalizatorlar, onların fiziki-kimyəvi xassələri, təcrübələrin aparılma qaydası, üç və dördkomponentli reaksiyalar nəticəsində alınan imidazolların və onların komplekslərinin quruluşlarının və foto-fiziki xassələrinin müəyyən edilməsində istifadə olunan müasir analiz üsulları haqqında məlumat verilmişdir.



**Üçüncü fəsildə** 1,4-DMPDHS, N-MPHS katalizatorlarının iştirakında və mikrodalğa şəraitində üç və dördəvəzli imidazolların sintezləri, üçəvəzli imidazolların müxtəlif turşularla komplekslərinin sintezləri, katalizatorların reaksiyaya təsir mexanizmi və 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol birləşməsinin sintezi əsasında kvant-kimyəvi hesablamaları verilmişdir. Sintez edilmiş birləşmələrin quruluşlarının müxtəlif analiz üsulları ilə tədqiqinin nəticələri və lüminessent xassələrinin tədqiqi də üçüncü fəsildə əks edilmişdir.

**Dördüncü fəsildə** sintez edilmiş üç və dördəvəzli fenantroimidazol birləşmələrinin və onların komplekslərinin sulfat reduksiyaedici bakteriyalara (SRB) qarşı inhibitor-bakterisid kimi, eləcə də imidazolların *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Genus Candida* göbələklərinə qarşı antimikrob kimi sınaqlarından bəhs edilir.

## **İŞİN ƏSAS MƏZMUNU**

### **Xammallar, katalizatorlar, təcrübələrin və tədqiqatların aparılma qaydaları**

Sintez edilmiş birləşmələrin ərimə temperaturları DSK-Q-20 aparatında təyin edilmişdir.

Alınmış birləşmələrin  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ , COSY-NMR və HSQC-NMR spektrləri  $20^\circ\text{C}$ -də BRUKER – Fourier (300 MHz) spektrometrində çəkilmiş, daxili standart kimi tetrametilsilan (TMS), həlledici kimi isə deuteriumlu xloroform, deuteriumlu aseton və deuteriumlu dimetilsulfoksiddən istifadə edilmişdir.

Birləşmələrin İQ spektrləri “LUMOS FT-IR Microscope” (BRUKER) spektrometrində  $600\text{-}4000\text{ sm}^{-1}$  dalğa uzunluğu diapazonunda əldə edilmişdir.

Element analiz “LECO” firmasının istehsalı olan “TRUSPEC MICRO” cihazında ölçülmüşdür.

Birləşmələrin struktur tərkibini keyfiyyət baxımından öyrənmək məqsədilə JENWAY firmasının istehsalı olan UV/Vis 6850 spektrofotometrindən istifadə edilmişdir. Yüksək həssaslıqlı, ikişüalı

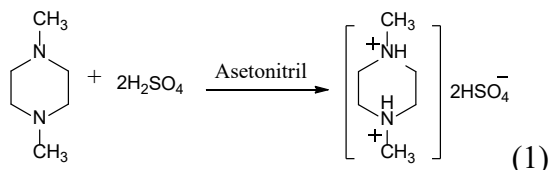
spektrofotometrin işlək diapozonu 190-1100 nm, cihazın optiki buraxma qabiliyyəti isə 0.1 nm-dir. Həyəcanlanma mənbəyi kimi civə və közərmə (nakal) lampalarından istifadə edilir. Tədqiqatlar həlledici mühitində otaq temperaturunda aparılmışdır. Alınmış məhlul və etalon həlledici 1sm-lik düzbucaqlı kvars küvetlərə tökülmüş və UB-spektrofotometrə uyğun pəncərələrin qarşısında yerləşdirilərək, nümunələrin spektrləri çəkilmişdir.

Alınmış birləşmələrin fotofiziki xassələri proqram təminatlı “Cary Eclipse” spektroflüorimetrində tədqiq edilmişdir. Lüminessent həyəcanlanma və fotolüminessensiya spektrləri 190-1100 nm dalğa uzunluğu intervalında, otaq temperaturunda çəkilmişdir. Tədqiqat işində birləşmələrin müxtəlif qatılıqlı nümunələrindən istifadə edilmişdir.

Təcrübələrin aparılması üçün xammal kimi fenantren-9,10-dion, ammonium asetat, benzaldehyd, p-xlorbenzaldehyd, 2,4-dixlorbenzaldehyd, p-hidroksibenzaldehyd, 2-hidroksibenzaldehyd, 4-metoksibenzaldehyd, 3-metoksibenzaldehyd, 2-hidroksi-1-naftaldehyd, 4-dimetilaminobenzaldehyd, anilin, 2-bromanilin, 4-hidroksianilin, p-aminoazobenzol, 2-aminpiridin, benzidin, hidrogen xlorid, asetat turşusu, TNT, həlledici kimi isə etanol və asetonitrildən istifadə edilmişdir.

**1,4-DMPDHS katalizatorunun sintezi.** Ədəbiyyata uyğun olaraq<sup>3</sup> reaksiya kolbasına 50 ml asetonitril və 11.4 q (100 mmol) 1,4-dimetilpiperazin tökülmüşdür. Qarışıq üzərinə 0°C-də 98%-li sulfat turşusu 1 saat ərzində damcı halda əlavə olunmuşdur (reaksiya ekzotermikdir). Sonra reaksiya qarışığı otaq temperaturunda 24 saat ərzində qarışdırılır. Reaksiya zamanı kristal maddənin əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Reaksiyanın sonunda alınan kristallar filtrlə süzülür və ionlaşmayan qalıqları ayırmaq üçün etilasetatla yuyulur. Əldə edilən kütlə 3 saat ərzində 50°C temperaturda 2 mm civə sütunu təzyiqdə vakuumda qurudulur. Təmiz maddə 27.6 q, çıxım 89% təşkil etmişdir. Alınan birləşmənin turşu ədədi 696 mq KOH/q, 30.1 °C-də elektrik keçiriciliyi 33.7 S/m, Mr=310.12 (1).

<sup>3</sup> Wang, C. Preparation of simple ammonium ionic liquids and their application in the cracking of dialkoxypropanes / C. Wang, L. Guo, H. Li [et .al.] // Green Chemistry, -London: -2006, 8 (7), -p. 603-607.



**N-MPHS katalizatorunun sintezi.** Sintez üçün 250 ml-lik yuvarlaq kolbaya 50 ml asetonitril və 19.8 q (200 mmol) N-metilpirrolidon əlavə edilir. Reaksiya qarışığı üzərinə 0°C temperaturda (reaksiyada temperatur müşahidə edilir) damcı-damcı qatı sulfat turşusu (98%) əlavə edilir. Turşunun əlavə edilməsi 2 saat davam etdirilir. Əlavə olaraq reaksiyanın qarışığının qarışdırılması 24 saat davam etdirilir. Vakumda reaksiya məhsulundan 70°C və 2 mm civə sütunu təzyiqdə həlledici qovulur. 33.8q ion mayesi əldə edilmiş, çıxım 86% təşkil etmişdir. Turşu ədədi 547 mq KOH/q. 30.1°C temperaturda elektrik keçiriciliyi 16.62 S/m. Mr=197.13

### **1,4-DMPDHS, N-MPHS katalizatorlarının iştirakında və mikrodalğa şəraitində üçvəzli 2-aril-1H-fenantro[9,10-d]imidazol törəmələrinin sintezi**

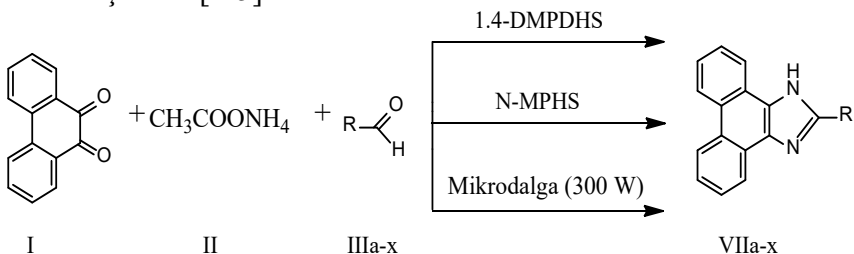
2-aril-1H-fenantro[9,10-d]imidazol törəmələri üç şəraitdə sintez edilmişdir (2).

Təcrübə 1. Termometr və əks-soyuducu ilə təmin olunmuş üçboğazlı kolbaya etanol, fenantren-9,10-dion (1 mol), ammonium asetat (5 mol), aromatik aldehyd (1 mol) və 3% (mol) 1,4-DMPDHS katalizatoru doldurulur. Reaksiya qarışığı etanolun qaynama temperaturunda qarışdırmaqla qızdırılır. Alınmış bərk kütlə xırdalanaraq buzlu suya tökülür və qarışdırılır. Suda həll olmayan bərk kütlə süzülür və etanol mühitində yenidən kristallaşdırılır.

Təcrübə 2. Reaksiya 1 sayılı təcrübə ilə analoji olaraq aparılır. Reaksiya qarışığına 3% (mol) N-MPHS katalizatoru əlavə edilir. Reaksiya nəticəsində alınmış bərk kütlə xırdalanaraq buzlu suya tökülür və qarışdırılır. Suda həll olmayan bərk kütlə süzülür və etanol mühitində yenidən kristallaşdırılır.

Təcrübə 3. İlk maddələrin miqdarı və reaksiya şəraiti 1 sayılı təcrübədə olduğu kimi götürülür. Reaksiya qarışığı etanolun qaynama temperaturunda 300W gücə malik mikrodalğalı sobada

şüalandırılır. Bərk kütlə süzülür və etanol mühitində yenidən kristallaşdırılır [1-5].



R = Ph, VIIa; p-Cl-Ph, VIIb; 3-OCH<sub>3</sub>-Ph, VIIc; 2,4-Cl-Ph, VIId; 4-(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N-Ph, VIIe; o-NO<sub>2</sub>-Ph, VIIf; 2-OH-Ph, VIIg; 4-OH-Ph, VIIh; 2-OH-1-naftil-, VIIx

(2)

### 1,4-DMPDHS katalizatorunun iştirakında üçəvəzli fenantro[9,10-d]-imidazolların sintezi reaksiyasının optimal şəraitinin tapılması

1,4-DMPDHS katalizatorunun iştirakında üçəvəzli fenantro[9,10-d]imidazolların sintezi reaksiyalarının optimal şəraitini tapmaq üçün, reaksiya temperaturunun və katalizatorun miqdarının məqsədli məhsulun çıxımına təsiri 2-fenil-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun sintezi reaksiyasında araşdırılmışdır. Reagent kimi istifadə olunan fenantren-9,10-dion, benzaldehyd və ammonium asetatın mol nisbətləri uyğun olaraq 1:1:5 kimi götürülmüşdür.

Reaksiyanın temperaturu 78°C, müddəti 12 dəqiqə, katalizatorun miqdarı 1-4 mol% (götürülən fenantren-9,10-diona görə) intervalında öyrənilmişdir. Katalizatorun miqdarından asılı olaraq məhsulun çıxımı 67.5%-dən 95.0%-ə qədər artırılmışdır (cədvəl 1).

**Cədvəl 1.**

#### 1H-fenantro[9,10-d]imidazolun sintezi reaksiyasında 1,4-DMPDHS katalizatorunun optimal miqdarının tapılması

Təcrübə	1	2	3	4
Katalizatorun miqdarı (mol,%)	1	2	3	4
Məhsulun çıxımı (%)	67.5	82.4	95.0	95.0

Cədvəldən görüldüyü kimi katalizatorun optimal miqdarı 3% (mol) təşkil etmişdir.

Reaksiyanın optimal temperaturu 12 dəqiqə müddətində, katalizatorun 3% (mol) miqdarında, temperaturun 40-90 °C həddində yoxlanmışdır. Temperaturdan asılı olaraq məqsədli məhsul 47.6-95.0 % çıxımla alınmışdır (cədvəl 2).

### Cədvəl 2.

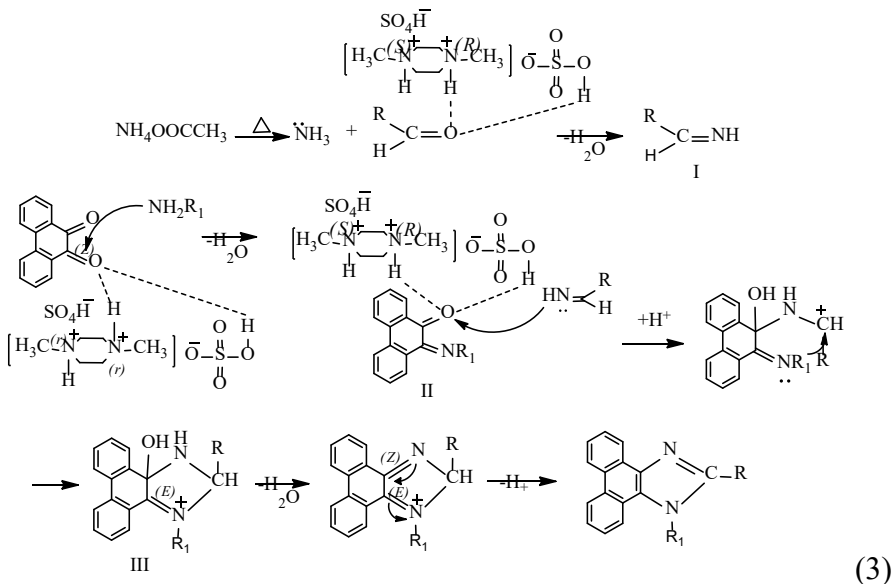
### 2-fenil-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun sintezi reaksiyasında optimal temperaturun tapılması

Təcrübə	1	2	3	4	5	6
Temperatur, °C	40	50	60	70	78	90
Məhsulun çıxımı (%)	47.6	59.3	74.5	87.7	95.0	95.0

Cədvəldən görüldüyü kimi reaksiyanın optimal temperaturu 78°C olmuşdur.

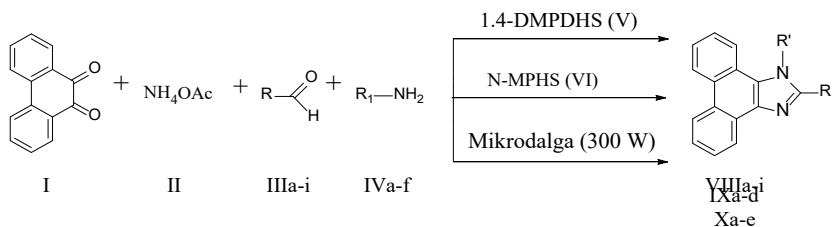
### 1.4-DMPDHS katalizatorunun 1.2.4.5-dördəvzli fenantro[9,10-d]imidazolların sintezi reaksiyasına təsir mexanizmi

İon tipli 1.4-DMPDHS katalizatorunun fenantren-9,10-dion, ammonium asetat, aromatik aminlər və aromatik aldehidlərin dördkomponentli tsiklokondensasiyasından 1,2,4,5-dördəvzli imidazolların sintezi reaksiyasına ehtimal edilən təsir mexanizmi tərəfimizdən nəzəri olaraq öyrənilmişdir (3).



Tərəfimizdən irəli sürülmüş mexanizmdə qeyd olunur ki, reaksiyanın I mərhələsində 1.4-DMPDHS katalizatoru reaksiyada iştirak edən fenantren-9,10-dion və əvəzlənmiş aromatik aldehidin karbonil qrupunu aktivləşdirərək imin-I və imin-II mərhələlər arası birləşmələrini əmələ gətirir. Bu birləşmələr sonrakı mərhələdə qarşılıqlı təsir və tsiklləşmə nəticəsində aralıq məhsul olan III birləşməyə çevrilir ki, bu birləşmə növbəti tsiklləşmə ilə su molekulunu itirərək reaksiyanın gedişinə uyğun olan 1,2,4,5-dördəvəzli imidazolu əmələ gətirir. N-MPHS katalizatorunun da üç və dördəvəzli imidazolların sintezi reaksiyasına təsir mexanizmi 1.4-DMPDHS katalizatoru ilə anolojiidir.

1,2,4,5-dördəvəzli imidazollar üç şəraitdə: 1.4-DMPDHS, N-MPHS ion maye katalizatorlarının iştirakında və mikrodalğa (300W) şəraitində sintez edilmişdir. Reaksiyalarda reagentlər kimi istifadə edilən fenantren-9,10-dion, aromatik aldehid, aromatik amin və ammonium asetat uyğun olaraq 1:1:1:1 mol nisbətində, katalizatorlar isə 3% (mol) miqdarında götürülmüşdür (4).



R = Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIa; R = 4-Cl-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIb;  
R = 3-OCH<sub>3</sub>-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIc; R = 2,4-Cl-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIId;  
R = 4-(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIe; R = 2-NO<sub>2</sub>-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIf;  
R = 2-OH-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIg; R = 4-OH-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIh;  
R = 4-OCH<sub>3</sub>-Ph, R' = Ph-N=N-Ph, VIIIi; R = Ph, R' = 2-Br-Ph, IXa;  
R = Ph, R' = 4-OH-Ph, IXb; R = Ph, R' = Ph, IXc; R = Ph, R' = Piridin IXd;  
R = Ph, R' = 4-NH<sub>2</sub>-bifenil, Xa; R = 4-Cl-Ph, R' = 4-NH<sub>2</sub>-bifenil, Xb;  
R = 3-OCH<sub>3</sub>-Ph, R' = 4-NH<sub>2</sub>-bifenil, Xc; R = 2,4-Cl-Ph, R' = 4-NH<sub>2</sub>-bifenil, Xd;  
R = (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N-Ph, R' = 4-NH<sub>2</sub>-bifenil, Xe

(4)

Şəraitlərin müqayisəli xarakteristikası cədvəl 3-də əks edilmişdir.

Cədvəl 3-dən görüldüyü kimi sintezlərdə götürülən şəraitlər reaksiyanın bitmə müddəti və məhsulların çıxımına görə fərqli nəticələr göstərmişlər. Belə ki, 1.4-DMPDHS katalizatoru

məhsulların çıxımının yüksəkliyi ilə, mikrodalğa şəraiti isə reaksiya vaxtının qısa olması ilə üstünlük təşkil edir [11,12].

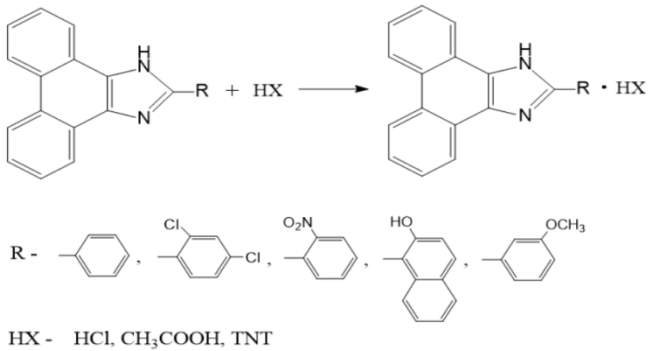
**Cədvəl 3.**  
**Şəraitlərin müqayisəli xarakteristikası**

Birləşmə	Şərait	t, dəq.	çıxım,%
VIIa	1.4-DMPDHS	12	95.0
	N-MPHS	14	87.7
	Mikrodalğa	5	85.8
VIIc	1.4-DMPDHS	7	96.7
	N-MPHS	10	90.7
	Mikrodalğa	3	88.5
VIIIc	1.4-DMPDHS	9	79.4
	N-MPHS	12	71.3
	Mikrodalğa	8	70.3
VIIId	1.4-DMPDHS	13	83.5
	N-MPHS	18	77.8
	Mikrodalğa	10	72.2
Xa	1.4-DMPDHS	15	75.6
	N-MPHS	21	71.5
	Mikrodalğa	12	66.2

### **İmidazol əsaslı duzların sintezi**

Üçəvəzli imidazolların xlorid, asetat və təbii neft turşusu ilə reaksiyalarından imidazol əsaslı ammonium kompleksləri alınmışdır.

Reaksiya kolbasına 50 ml asetonitril, 1:1 nisbətində üçəvəzli imidazol və turşu əlavə edilir. Sonra reaksiya qarışığı 50-60°C-də 1 saat ərzində qarışdırılır. Reaksiya zamanı kristal maddənin əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Reaksiyanın sonunda alınan kristallar filtrlə süzülür və ionlaşmayan qalıqları ayırmaq üçün etilasetatla yuyulur. Əldə edilən kütlə 3 saat ərzində 50°C temperaturda 2 mm civə sütunu təzyiqdə vakuumda qurudulur (5).

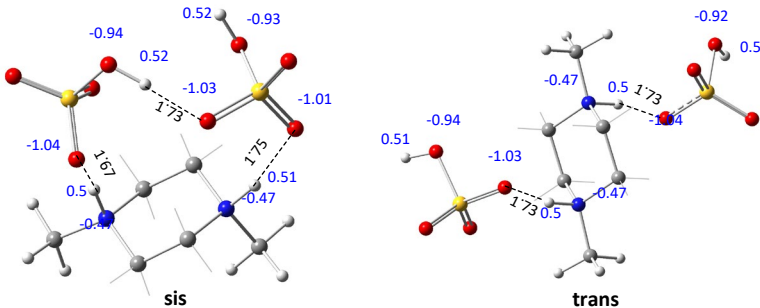


(5)

### Kvant-kimyəvi hesablamalar

Elektron quruluşun modelləşdirilməsi üçün bütün hesablamalar “Gaussian 16” proqramında aparılmışdır. Birləşmədə H, C, N və O üçün hesablamalar M06L funksionalları və 6-31G\* əsas standartlarından istifadə etməklə DFT (funksional sıxlıq nəzəriyyəsi) üsuluna əsasən həyata keçirilmişdir. Məlum ədəbiyyatlara əsaslanaraq 1,4-DMPDHS katalizatorunda kükürd üçün 6-31 G (d, p) əsas kimi istifadə edilmişdir. Təcrübi reaksiya şəraiti üçün reaksiyanın gedişatı hesablanmışdır (1atm, 351.15 K, etanol mühitində). Bütün quruluşların optimallaşdırılmış Karteziya koordinatları, ümumi enerjiləri, Gibbs enerjiləri və entalpiyaları verilmişdir.

1,4-DMPDHS ion mayesinin struktur analizi göstərir ki, iki HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> ionunun (anion hissəsi) kation hissəsinə nəzərən vəziyyətindən asılı olaraq birləşmə *sis* və *trans* formada mövcud ola bilər (şəkil 1).



Şəkil 1. 1,4-DMPDHS-ın *sis* və *trans*-konformasiyaları

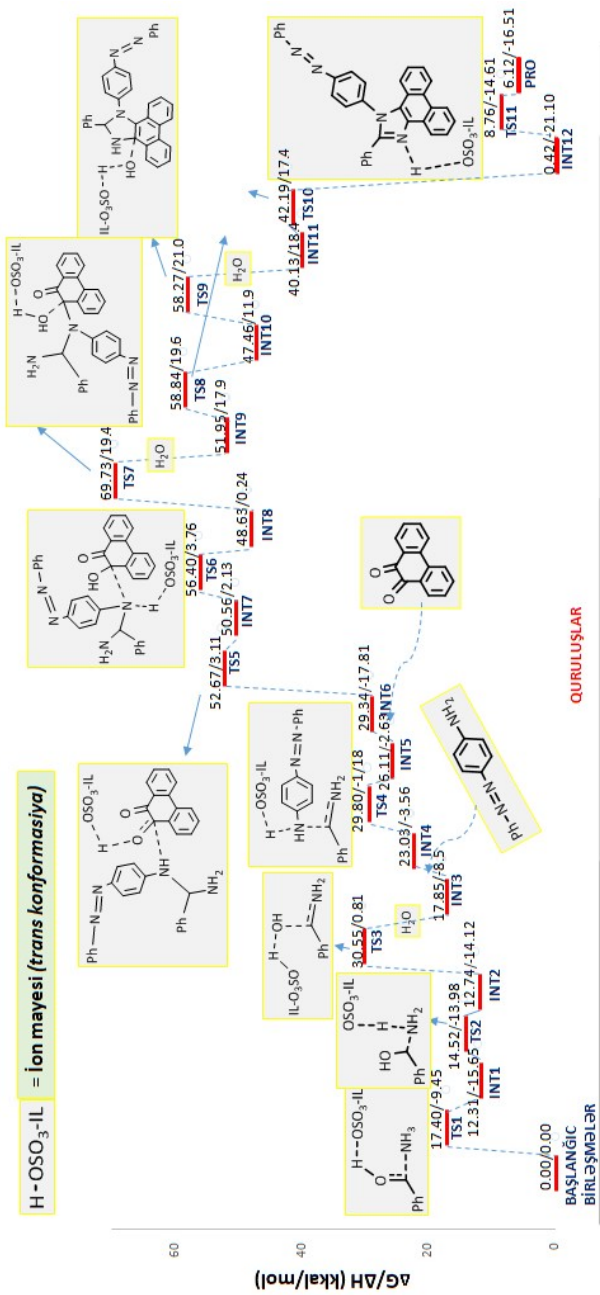


Şəkildə rabitə uzunluqları qara rəngdə, təbii yüklər mavi rəngdə verilmişdir. Aydınlıq üçün bəzi hidrogen atomları verilməmişdir.

Analiz göstərir ki, turşu protonları, oksigen və azot atomları hər iki konformasiyalarda nisbətən eyni yük daşıyır (elektromənfilik fərqi yoxdur). Bu iki konformasiyalar arasındakı əsas fərq, ion mayesinin anion hissəsinin oriyentasiyasındadır. Sis konformasiyada, iki anion hissəsi arasındakı elektrostatik qarşılıqlı təsir ( $H\cdots O=1.73 \text{ \AA}$ ) turşu protonunun reaktivliyini azaldır. Trans konformasiyalı quruluşda isə turşu protonları substrat molekulu ilə asanlıqla əvəz olunur. Həmçinin konformasiyalar üçün Gibbs sərbəst enerji fərqi  $\Delta G(\text{trans-sis})=0.3 \text{ kkal/mol}$  hesablanmışdır. Bu da konformasiyalar arasında əhəmiyyətli dərəcədə enerji fərqi olmadığını göstərir. Katalizatorun struktur təhlilinə əsaslanaraq, reaksiya gedişinin kvant-kimyəvi hesablanması üçün trans konformasiya götürülmüşdür.

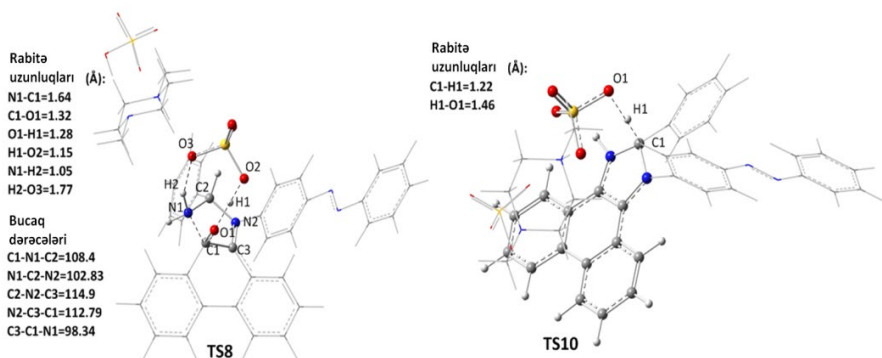
Hesablama tədqiqatları fenantren-9,10-dion, ammonium asetat, benzaldehyd, p-aminoazobenzoldan 2-fenil-1-(4-(fenildiazetil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol birləşməsinin sintezi əsasında aparılmışdır. Reaksiyanın Gibbs sərbəst enerji profili göstərir ki, INT5 (diamin) aşağı energetik bariyer mərhələsində əmələ gəlmişdir.

1-ci keçiddə (TS1) benzaldehydin ammoniyakla qarşılıqlı təsiri INT1 aralığı birləşməsinə verir. Daha sonra INT1 deprotonlaşma nəticəsində aminospirtə (INT2) çevrilir. Növbəti keçid mərhələsində (TS3) isə aminospirt dehidratlaşaraq imin (INT3) əmələ gətirir. INT3 aralığı birləşməsinin p-aminoazobenzol ilə qarşılıqlı təsiri isə INT5-i əmələ gətirir. Ən yüksək energetik bariyer (26.56 kkal/mol) fenantren-9,10-dion molekulu INT5-ə birləşməsi mərhələsində qeydə alınmışdır ki, həmin mərhələ reaksiyanın sürəti mərhələsi (limit mərhələsi) hesab edilə bilər. Məhsula çatmaq üçün olan sonrakı addımlar olduqca sadədir. INT7->INT8 çevrilməsinin energetik bariyeri 5.8 kkal/mol hesablanmışdır. Növbəti keçid 21,1 kkal/mol energetik bariyerə malik olan dehidratlaşma mərhələsidir. Son karbonil qrupunun (əvvəlcə fenantren-9,10-dionda yerləşmişdir) protonlaşması və amin qrupunun karbona hücumu eyni anda baş verir, bu mərhələ (TS8) kiçik enerji bariyeri keçərək (6.9 kkal/mol) həlqənin qapanması ilə nəticələnir (şəkil 2).



**Şəkil 2. 1,4-DMPDHS katalizatorunun iştirakında tsiklokondensasiya reaksiyasının Gibbs sərbəst enerji profili (Bəzi quruluşlar aydınlıq üçün tam verilməmişdir).**

Daha sonra protonlaşmış karbonil qrupu hidroksil qrupuna çevrilir və növbəti protonlaşma nəticəsində (TS9, 10.81 kkal/mol) quruluşdan su molekulu çıxır. Maraqlıdır ki, hesablamalarda C(sp<sup>3</sup>)-H rabitəsinin aktivləşmə enerjisi (TS10, 2.06 kkal/mol) istifadə olunan ion maye katalizatorunun (trans konformasiya) iştirakında çox aşağı energetik bariyer göstərmişdir. Əvvəlki bənzər tədqiqatlarda C(sp<sup>3</sup>)-H rabitəsinin aktivləşmə enerjisi başqa ion maye katalizatoru iştirakında nisbətən yüksək energetik bariyer göstərmişdir. Energetik bariyerlərin aşağı qiymət göstərmələrini molekulun (INT 11) quruluşunun tsiklik formaya keçməsi ilə izah etmək olar.



**Şəkil 3. Həlqənin qapanması (TS8) və C(sp<sup>3</sup>)-H aktivləşmə (TS10) mərhələlərinin optimallaşdırılmış quruluşları (1.4-DMPDHS katalizatorunun kation hissəsi və aromatik nüvələr aydınlıq üçün verilməmişdir).**

INT12-nin son məhsula çevrilməsinə səbəb olan yekun protonun qopması mərhələsinin (TS11) aktivləşmə enerjisi 8.34 kkal/mol təşkil edir. Ümumi reaksiyanın Gibbs sərbəst enerjisi ( $\Delta_rG$ ) 6,12 kkal enerji udulması olaraq hesablanmışdır. Həlqənin bağlanması (TS8) keçid mərhələsinin struktur təhlili göstərir ki, H1-O2 rabitəsinin 1,15 Å-yə qədər uzanması ilə karbonilin protonlaşması baş verir və azotun (N1) karbonil karbonuna (C1) 1,64 Å rabitə uzunluğu ilə nukleofil hücumu nəticəsində həlqə qapanır. C (sp<sup>3</sup>)-H aktivləşmə mərhələsi (TS10) optimallaşdırılmış, hidrogenin rabitə uzunluğu 1,46 Å, ion

mayesinə keçdikdən sonra isə H1-O1 rabitə uzunluğu 1,22 Å hesablanmışdır (şəkil 3) [13].

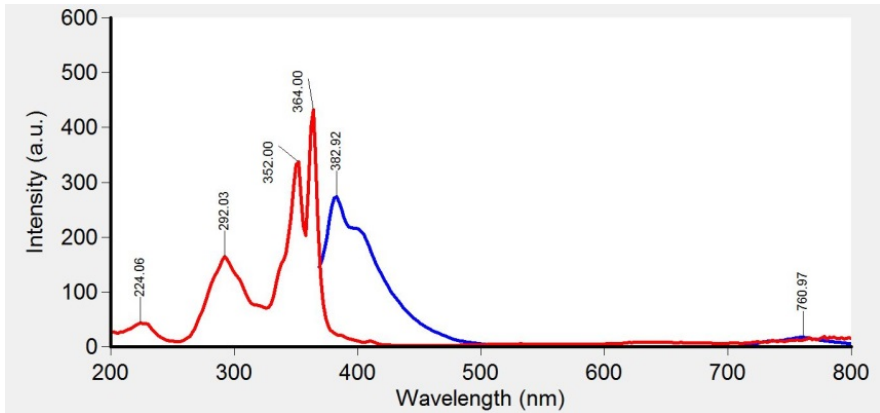
### Lüminessent tədqiqatları

Tərəfimizdən sintez edilmiş 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol birləşməsinin flüorescent xassəyə malik olduğu müəyyən edilmişdir. Belə ki, nümunə UB işığına məruz qaldıqda parlaq göy rəngə malik olur (şəkil 4).



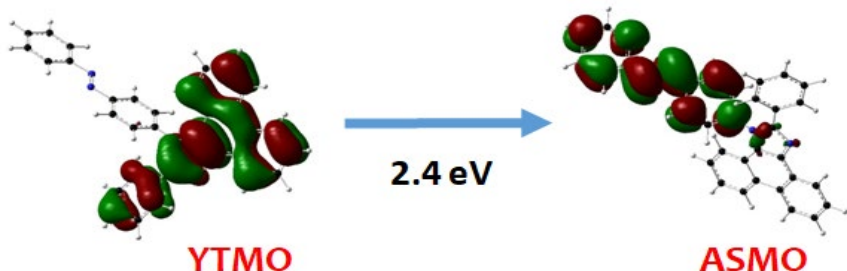
**Şəkil 4. Nümunə 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun UB şüası altında görüntüsü**

Nümunənin xloroform mühitində lüminessensiya spektri çəkilmişdir.



**Şəkil 5. Nümunə 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol lüminessensiya spektri**

Lüminessensiya spektrinə (şəkil 5) görə, maddənin həyəcanlanma zolaqları 220-380 nm dalğa uzunluğu aralığındadır.  $\pi$ - $\pi^*$  elektron keçidləri ilə əlaqədar udulma zolaqları 224, 292, 352 və 364 nm dalğa uzunluğunda müşahidə olunur. Maddənin şüalanma siqnalları 360-500 nm və 710-780 nm olmaqla iki geniş diapozonda qeydə alınır. Görünən (qırmızı) sahədə udulan siqnal çox aşağı intensivliyə malik olduğu üçün, maddənin rəngini gözlə ayırd etmək olmur.



**Şəkil 6. YTMO və ASMO molekulyar orbitallar**

Şəkil 6 YTMO (Y) və ASMO (A) molekulyar orbitallar və  $\pi$ - $\pi^*$  keçid enerjilərini göstərir. YTMO molekulyar orbitallar  $\pi$  orbitalları ilə birləşərək fenantren, imidazol və fenil fraqmentləri üzərində delokallaşır. ASMO molekulyar orbitallar isə  $\pi^*$  orbitallarının iştirakı ilə birləşmənin əsasən  $-C_6H_4-N=N-C_6H_5$  hissəsində müşahidə edilir. Cədvəldən də görüldüyü kimi Y-2-A keçidinə məxsus  $\lambda_{max}$  udma zolağı təcrübi (364 nm) və nəzəri (361 nm,  $f=1.23$ ) olaraq yaxındır. Y-2 imidazol halqasına məxsus azot atomu və politsiklik həlqənin karbon atomu ilə əlaqəli olan  $\pi$  orbitallarının əsasında meydana gəlir. 352 nm-də müşahidə olunan həyəcanlanma zolağı  $Y \rightarrow A+1$  elektron keçidləri ilə əlaqədardır. A+1 diazo qrupuna ( $-N=N-$ ) bağlanmış fenil qrupunun tam delokallaşmış  $\pi^*$  molekulyar orbitallarına aiddir.

#### Cədvəl 4.

#### Təcrübi və nəzəri (TDDFT) həyəcanlanma və lüminessensiya dalğa uzunluqları

Həyəcanlanma (təcrübi) $\lambda$ (nm)	Həyəcanlanma (nəzəri) $\lambda$ (nm)	f	Lümines. (təcrübi) $\lambda$ (nm)	Lümines. (nəzəri) $\lambda$ (nm)	f	Orbital təsvir
Zəif siqnal	513	0.01	761	720	0.00	Y→A
364	361	1.23	382	420	1.31	Y-2→A
352	336	0.53	410	368	0.92	Y→A+1

Cədvəldə 4-də təcrübi və nəzəri (TDDFT) həyəcanlanma və lüminessensiya dalğa uzunluqları göstərilmişdir.  $f$  nəzəri olaraq hesablanmış osilyator gücdür.

TDDFT analizinə görə, 292 və 224 nm-də qeydə alınan zəif udma siqnalları  $Y \rightarrow A+4$  və  $Y-4 \rightarrow A+3$  keçidlərinə aid edilir.  $H-4$ , diazo qrupunun ( $-N=N-$ ) p-orbitalı ilə örtülən molekulyar orbitaldir. Ədəbiyyat mənbələrinə uyğun olaraq YTMO və ASMO enerji fərqi 2.41 eV hesablanmışdır ki, bu da birləşmənin nisbətən bahalı və ekoloji cəhətdən təmiz olmayan yarımkeçirici materialların alternativini kimi istifadə oluna biləcəyini göstərir. Nisbi kvant çıxımı ədəbiyyat mənbələrinə uyğun hesablanmışdır. Təcrübədə istinad birləşməsi olaraq Etanolda Rodamin 101 istifadə edilmişdir. Nümunənin kvant çıxımı 0.42 olaraq təyin olunmuşdur ki, bu da maddənin yaxşı flüorofor xassəyə malik olduğunu göstərir.

## **Sintez edilmiş birləşmələrin bioloji aktivlikləri**

### **Sulfat reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi**

VIIIf, VIIh, VIIIf, VIIIg nümunələrinin sulfat reduksiyaedici bakteriyalara qarşı bakterisid kimi sınaqlarının nəticələri cədvəl 5-də verilir:

Sintez edilmiş birləşmələrin laboratoriya şəraitində anti-bakterial təsirinin öyrənilməsi üçün Postqeyt B mühitindən istifadə olunmuşdur.

Birləşmələrin bakterisid xassələri OCT 39-234-89-dan istifadə etməklə müəyyən edilmişdir. Təcrübədə SRB-nin 1143 ştam olan *Desulfovibrio Desulfuricans* növündən istifadə edilmişdir. Nümunələrin bakterisid təsiri, 14 sutka ərzində müşahidə edilməklə, sonda hidrogen sulfidın əmələ gələn miqdarının hesablanması əsasında öyrənilmişdir.  $H_2S$ -in əmələ gəlməsi yodometrik titrləmə üsulu ilə təyin edilmişdir.

Birləşmələrin keyfiyyət göstəriciləri SRB-ə qarşı yoxlanma zamanı bakteriyaların miqdarının dəyişməsi ilə dəyərləndirilmişdir. Təcrübədə imidazolların xloroform (VIIIf, VIIh, VIIIg) və dimetilformamiddə (VIIIf, VIIh), duzların isə izopropil spirtində

məhlulları götürülmüşdür.

Cədvəl 5-dən göründüyü kimi, nümunə VIIIa-nın 150, 75 və 15 mq/l qatılıqlı məhlulları 100 % mühafizə effekti ilə SRB-yə qarşı ən yüksək bakterisidlik xassə göstərmişdir. Dördəvəzli imidazollardan OH qrupu saxlayan VIIIg birləşməsinin 5%-li nümunəsi 150 və 75 mq/l qatılıqda 100% mühafizə effekti göstərməklə nisbətən yüksək bakterisidlik xassə nümayiş etdirmişdir. Lakin nümunə (VIIIg) 15 mq/l qatılıqda 88.7% mühafizə effekti göstərməklə bakterisidlik xassəsinə görə VIIIa birləşməsindən geri qalır.

**Cədvəl 5.**

**Nümunə VIIf, VIIh, VIIIa, VIIIf, VIIIg-nin SRB-yə qarşı bakterisid kimi sınaqlarının nəticələri**

Nümunə	Nümunənin qatılığı, mq/l	H <sub>2</sub> S-in miqdarı, mq/l	Mühafizə effekti, Z-%
VIIf (2%)	150	28	89.8
	75	29.4	89.3
	15	45	83.6
VIIh (2%)	150	54	80.3
	75	62	77.4
	15	68.2	75.2
VIIIa (2%)	150	–	100
	75	–	100
	15	–	100
	5	58	79
VIIIf (2%)	150	69	74.9
	75	72	73.8
	15	98	65
VIIIg (5%)	150	–	100
	75	–	100
	15	31	88.7
VIIIg (2%)	150	27	90.1
	75	29	89.4
	15	45	83.6
Nəzarət-I, SRB-siz mühitdə H <sub>2</sub> S-in miqdarı			24-32 mq/l
Nəzarət-II, SRB-li mühitdə H <sub>2</sub> S-in miqdarı			275 mq/l

Eyni zamanda VIIIg birləşməsinin 2%-li nümunəsi 150, 75 və 15 mq/l qatılıqlarda bakteriyaları uyğun olaraq 90.1, 89.4 və 83.6% məhv etmişdir.

**Cədvəl 6.**

**İmidazol tərkibli komplekslərin SRB-yə qarşı bakterisid kimi sınaqlarının nəticələri**

Nümunə izopropanolda (2%)	Nümunənin qatılığı, mq/l	Bakteriyaların sayı (hüceyrə sayı/ml)	H <sub>2</sub> S-in miqdarı, mq/l	Bakterisid effekti, Z-%
VIIa+TNT	150	10 <sup>1</sup>	28	90
	75	10 <sup>1</sup>	31.8	88.4
	15	10 <sup>1</sup>	38.4	86
VIIa+HCl	150	10 <sup>1</sup>	22	92
	75	10 <sup>1</sup>	26.6	90
	15	10 <sup>1</sup>	31.2	88.6
VIIc+CH <sub>3</sub> COOH	150	10 <sup>1</sup>	19.2	93
	75	10 <sup>1</sup>	20.8	92.4
	15	10 <sup>1</sup>	23.7	91.3
VIIId+HCl	150	10 <sup>1</sup>	22	92
	75	10 <sup>1</sup>	26.8	90.2
	15	10 <sup>1</sup>	34.2	87.5
VIIIf+TNT	150	10 <sup>1</sup>	28.2	89.7
	75	10 <sup>1</sup>	35	87.2
	15	10 <sup>2</sup>	44	84
VIIIf+HCl	150	10 <sup>1</sup>	13.4	95.1
	75	10 <sup>1</sup>	19	93
	15	10 <sup>1</sup>	25.1	90.9
VIIx+CH <sub>3</sub> COOH	150	10 <sup>1</sup>	15	94.5
	75	10 <sup>1</sup>	24.5	91
	15	10 <sup>1</sup>	27	90.1
VIIx+HCl	150	10 <sup>1</sup>	13.9	95
	75	10 <sup>1</sup>	19.2	93
	15	10 <sup>1</sup>	24.8	90.9
Nəzarət-I SRB-siz mühidə H <sub>2</sub> S		24-32 mq/l		
Nəzarət-II SRB-li mühidə H <sub>2</sub> S		275 mq/l		
Nəzarət-III, Qidalı mühidə bakteriyaların sayı		10 <sup>8</sup> hüceyrə sayı/ml		



Üçəvəzli imidazollar SRB-yə qarşı dördəvəzli imidazollara nisbətən zəif bakterisid xassə göstərmişlər. Bunun səbəbini dördəvəzli imidazollarda diazo qrupunun mövcudluğu ilə izah etmək olar. Belə ki, NO<sub>2</sub> saxlayan VIIf birləşməsi 15 mq/l qatılıqda 83.6%, OH qrupu saxlayan VIIh birləşməsi isə 75.2% mühafizə effekti göstərmişdir. Xloroformun 15 mq/l qatılıqlı məhlulu isə bakteriyaları 56% (H<sub>2</sub>S=120 mq/l) məhv etmişdir.

SRB-yə qarşı sınaqdan keçirilən nümunələr içərisində NO<sub>2</sub> saxlayan VIIIf birləşməsi daha zəif bakterisidlik nümayiş etdirmişdir. Belə ki, nümunənin 15 mq/l qatılıqlı məhlulu 65% mühafizə effekti göstərmişdir [6,7,8,9,14].

Üçəvəzli imidazolların HCl, CH<sub>3</sub>COOH və TNT ilə kompleksləri izopropil mühitində müxtəlif qatılıqlı məhlulları SRB-yə qarşı bakterisid kimi sınaqdan keçirilmiş və nəticələr cədvəl 6-da əks edilmişdir [15]. Nəticələrlə bağlı sınaq aktı alınmışdır.

Cədvəl 6-dan görüldüyü kimi komplekslər müxtəlif dərəcədə bakterisid təsir göstərmiş, bakteriyaları 10<sup>8</sup>-dən 10<sup>1</sup> və 10<sup>2</sup>-ə qədər azaltmışlar. Tərkibində NO<sub>2</sub> qrupu saxlayan VIIf+HCl kompleksi 150 mq/l qatılıqlı məhlulda bakteriyaları 95.1 % məhv etməklə ən yüksək bakterisid təsir nümayiş etdirmişdir. OH qrupu saxlayan VIIx+HCl duzu isə 150 mq/l qatılıqlı məhlulda 95% bakterisid effektivlə nisbətən yüksək təsir göstərmişdir. VIIa birləşməsinin TNT və HCl ilə komplekslərini müqayisə etsək, VIIa+HCl kompleksi daha yüksək bakterisid təsir nümayiş etdirmişdir. Eyni hal VIIf birləşməsinin komplekslərində də qeydə alınmışdır. VIIx birləşməsinin turşularla (HCl, CH<sub>3</sub>COOH) komplekslərini də müqayisə etdikdə VIIx+HCl duzunun daha yüksək bakterisid təsir göstərdiyi görünür. Ümumilikdə cədvəldən görünür ki, TNT ilə komplekslər nisbətən zəif, HCl ilə komplekslər isə daha yüksək bakterisid təsire malikdirlər.

Bakterisid kimi yüksək nəticə göstərmiş reagentlərin xarici analoqları ilə müqayisəsi aparılmışdır. Cədvəl 7-dən görüldüyü kimi, götürülən VIIa, VIIg və VIIf+HCl nümunələri SRB-nin həyat fəaliyyətinin qarşısını alma dərəcəsinə görə eyni qatılıqda (100, 150, 250, 300 mq/l) analoqlarını (BKX və İMD) geridə qoyur.

**Cədvəl 7.**

**Bakterisid kimi yüksək nəticə göstərmiş reagentlərin xarici analoqları ilə müqayisəsi**

Reagentlər	Müxtəlif qatılıqlarda-mq/l, SRB-in həyat fəaliyyətinin qarşısının alma dərəcəsi %			
	100	150	250	300
VIIIa	100	100	100	100
VIIIg	100	100	100	100
VIIIf+HCl	93.6	95.1	100	100
BKX <sup>4</sup>	84.60	88.78	93.35	95.63
İMD	23.76	52.66	51.90	62.74

VIIIa - 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol

VIIIg - 2-(1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol-2-il)fenol

VIIIf+HCl - 2-(2-nitrofenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazolium xlorid

BKX – Benzalkonium xlorid

İMD – İmidazol

### **Antimikrob aktivlikləri**

Sintez edilmiş birləşmələrin antimikrob aktivlikləri disk-diffuziya üsulu ilə öyrənilmişdir. Alınmış birləşmələrin antimikrob aktivliklərinin yoxlanması üçün qrammüsbət bakteriya nümayəndələrindən *Staphylococcus aureus* (qızılı stafilokoklar), qrammənfi bakteriya nümayəndələrindən *Escherichia coli* (bağırsağ çöpləri), antibiotiklərə qarşı yüksək təbii davamlılığa malik olan *Pseudomonas aeruginosa* (göy-yaşıl irin çöpləri), kapsulaya malik *Klebsiella spp.*, eləcə də mikoz törədicilərindən olan *Candida albicans* göbələyinin laboratoriya şammları götürülmüşdür.

<sup>4</sup>Mahat, N. A. The effectiveness of benzalkonium chloride and imidazole as biocide and corrosion inhibitor on carbon steel by the consortium SRB / N. A. Mahat, N. K. Othman, F. K. Sahrani [et .al.] // Journal of Science and Technology, -2015, V. 53 (4A), -p. 38-45.

**Cədvəl 8.**

**VIIIa, VIIIc, VIIId, VIIIg, IXa, IXb birləşmələrinin  
antimikrob aktivlikləri**

Birləşmə	Qatılıq µ/ml	<i>S.aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>K.spp</i>	<i>C.albicans</i>
		Steril zonanın diametri (mm)				
VIIIa	10	28	-	-	-	30
	5	27	-	-	-	30
	3,33	25	-	-	-	26
	2	23	-	-	-	18
VIIIc	10	22	-	-	-	28
	5	29	-	-	-	27
	3,33	27	-	-	-	21
	2	24	-	-	-	18
VIIId	10	40	24	-	-	37
	5	31	20	-	-	32
	3,33	27	13	-	-	29
	2	25	8	-	-	23
VIIIg	10	26	-	-	-	30
	5	25	-	-	-	27
	3,33	24	-	-	-	21
	2	22	-	-	-	17
IXa	10	28	-	-	-	30
	5	27	-	-	-	29
	3,33	25	-	-	-	26
	2	23	-	-	-	20
IXb	10	27	-	-	-	30
	5	25	-	-	-	27
	3,33	24	-	-	-	21
	2	22	-	-	-	16
CHCl <sub>3</sub>	10	19	-	-	-	14
	5	17	-	-	-	13
	3,33	14	-	-	-	11
	2	12	-	-	-	-
<i>Ciprofloxacin</i>	100	30	29			
	50	29	28			
<i>Fluconazole</i>	100					32
	50					31

Bakteriyalar ətli-peptonlu aqarda, göbələk isə Saburo mühitində əkilmişdir. Bioloji təcrübədə bir sutkalıq test-kulturaların, fizioloji məhlulda 1 ml-də 500 mln. mikrob hüceyrəsi olmaqla suspenziyalarından istifadə edilmişdir. Təcrübə üçün hazırlanmış hər bir mikroorqanizm suspenziyası müvafiq qidalı mühitlərin səthinə tamponlar vasitəsilə bərabər yayılmış, eləcə də onların 10, 5, 3.33 və 2  $\mu$ /ml qatılıqlı məhlulları 6 mm diametri olan steril kağız disklərə hopdurulmuş, inokulyasiya edilmiş qidalı mühitlərin səthinə qoyulmuşdur. 37°C temperaturda əkildikdən sonra maddə hopdurulmuş disklərin ətrafında mikroorqanizmlərin inkişafına görə nəticələr 18-24 saat sonra qeyd edilmişdir. Maddə mikroorqanizmə təsir etdikdə diskin ətrafında mikroorqanizmin inkişafı müşahidə edilmir və müxtəlif diametrlə steril zonalar əmələ gəlir. Steril zonaların diametri maddənin mikroorqanizmə həssaslıq dərəcəsini göstərir.

Cədvəl 8-dən göründüyü kimi yoxlanılan birləşmələr *S.aureus* bakteriyalarına qarşı bu və ya digər dərəcədə təsir etmişlər. Daha yüksək təsiri nümunə VIII-din 10  $\mu$ /ml qatılıqlı məhlulu göstərmişdir. Belə ki, maddə hopdurulmuş diskin ətrafında *S.aureus* bakteriyaları 40 mm diametrində inkişaf etməmişdir. Nisbətən yüksək bakterisid təsiri nümunə VIIIa və IXa nümayiş etdirmişlər. Belə ki, hər iki bakterisid 10 mq/ml qatılıqda bu bakteriyaların inkişafını 28 mm diametrində ləngitmişdir.

VIIIg birləşməsi 2  $\mu$ /ml qatılıqlı məhlulda *S.aureus* bakteriyalarının inkişafını 22 mm diametrində ləngitməklə nisbətən zəif bakterisid təsir nümayiş etdirmişdir.

Öyrənilən maddələrdən yalnız VIII-d birləşməsi *E.coli* bakteriyalarının inkişafını müəyyən dərəcədə ləngitmişdir. Götürülən digər nümunələr bu bakteriyaların inkişafına təsir etməmişlər.

Qrammənfi bakteriya nümayəndələrindən *Pseudomonas aeruginosa* və kapsullu *Klebsiella spp.* öyrənilən maddələrə qarşı yüksək davamlılıq göstərmişlər.

Götürülən imidazollar *C.albicans*-a qarşı müəyyən dərəcədə təsir etmişlər. Daha yüksək təsiri VIII-d birləşməsi göstərmişdir. Beləki maddənin 10  $\mu$ /ml qatılıqlı məhlulu *C.albicans* mikroorqanizmlərini 37 mm diametrində məhv etmişdir. Yoxlanılan digər maddələr (VIIIa, VIIIc, VIIIg, IXa, IXb) 10  $\mu$ /ml qatılıqda bu

mikroorqanizmlərin inkişafını 30 mm diametrində ləngitmişlər. Xloroform 2  $\mu$ /ml qatılıqda *C.albicans*-a təsir etməmişdir [10].

Nümunələrin antimikrob aktivlikləri *Ciprofloxacin* və *Fluconazole* standartları ilə müqayisə edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, VII-d birləşməsi 10 dəfə kiçik qatılıqda *S.aureus* bakteriyaları və *C.albicans* göbələklərini məhv etmə dərəcəsinə görə standartları geridə qoyur. *E.coli* bakteriyalarını məhv etmə dərəcəsinə görə isə standarta yaxın nəticə nümayiş etdirmişdir.

## NƏTİCƏLƏR

1. 1.4-dimetilpiperaziniumdihidrosulfat və N-metilpirrolidon-hidrosulfat ion birləşmələrinin katalizator kimi iştirakında həmçinin mikrodalğa şəraitində, fenantren 9,10-dion, ammonium asetat, müxtəlif aromatik aldehid və aromatik aminlərdən üç və dördəvəzli 1H-fenantro[9,10-d]imidazol birləşmələri sintez edilmişdir. Birləşmələrin quruluşları  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR və İQ spektroskopik üsullar vasitəsilə təyin edilmişdir [1,2,3,4,5,11].

2. Katalizatorların reaksiyaya təsir mexanizmi öyrənilmiş, katalizatorların miqdarı və temperaturdan asılı olaraq reaksiyaların optimallaşdırılması aparılmışdır. Katalizatorların optimal miqdarının 3% (mol), optimal temperaturun isə 78°C olduğu müəyyən edilmişdir [10,11].

3. Reaksiyalarda istifadə olunan şəraitlərin (mikrodalğa, 1.4-DMPDHS, N-MPHS) nəticələri müqayisə edilərək müəyyən edilmişdir ki, 1.4-DMPDHS katalizatoru çıxımın yüksəkliyi ilə (67.0-96.7%), mikrodalğa şəraiti isə reaksiya vaxtının qısa olması ilə (3-17 dəq.) üstünlük təşkil edir [4,11].

4. Alınmış üçəvəzli imidazolların HCl, CH<sub>3</sub>COOH və TNT ilə kompleksləri sintez edilmiş, onların quruluşları İQ spektroskopiya vasitəsilə təsdiq edilmişdir [15].

5. 1.4-dimetilpiperaziniumdihidrosulfat katalizatorunun iştirakında 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun sintezi reaksiyasının mexanizmi DFT üsulu ilə kvant-kimyəvi komputer proqramı (GAUSSIAN 16) vasitəsilə araşdırılmış və enerji bariyerləri hesablanmışdır. Ən yüksək enerji bariyeri

( $\Delta G^\ddagger=26.56$  kkal/mol) 5-ci keçid mərhələsində qeydə alınmışdır. Ümumilikdə reaksiya 6.12 kkal enerjinin udulması ilə başa çatmışdır [13].

6. Sintez edilmiş birləşmələrin flüoresent xassələri tədqiq edilmişdir. 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol nümunəsi UB şuaası altında parlaq mavi rəngə malik olmuşdur. Nümunənin kvant çıxımı 0.42, YTMO və ASMO enerji fərqi isə 2.41 eV olaraq hesablanmışdır [13].

7. Alınmış imidazollar və onların müxtəlif turşularla kompleksləri SRB-yə qarşı inhibitor-bakterisid kimi sınaqdan keçirilmişdir. 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun 15 mq/l qatılıqlı məhlulu bakteriyaları 100% məhv etməklə yüksək bakterisid təsir göstərmişdir [6,7,8,9,14,15].

8. Alınmış birləşmələrin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.* bakteriyalarına və *Candida albicans* göbələklərinə qarşı antimikrob aktivlikləri yoxlanmışdır. Nümunə 2-(2,4-dixlorfenil)-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol *Staphylococcus aureus* bakteriyalarını 40 mm, *Escherichia coli* bakteriyalarını 24 mm, *Candida albicans* göbələklərini isə 37 mm diametrində məhv etməklə yüksək bakterisid təsir nümayiş etdirmişdir [10].

### **Dissertasiya materialları üzrə aşağıdakı elmi əsərlər çap edilmişdir**

1. Məmmədov, A.M., Cəfərova, R.Ə., Əhmədbəyova, S.F., Əliyev, B.M., Yolçuyeva, Ü.C. Mikroalğa və ion tipli 1,4-dimetilpiperaziniumdihidrosulfat katalizatorunun təsiri ilə 2-fenil-1H-fenantro[9,10-d]imidazol, 2-(2-nitrofenil)-1H-fenantro-[9,10-d]imidazol və 2-(4-xlorfenil)-1H-fenantro[9,10-d]-imidazolun sintezi və tədqiqi // Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri Beynəlxalq elmi konferans, -Gəncə: -4-5 may, -2017, s. 295-296.

2. Məmmədov, A.M., Talıbov, A.H., Cəfərova, R.Ə., Hüseynova, M.B., Əzizbəyli, E.İ. Mikroalğa və ion tipli 1,4-dimetilpiperaziniumdihidrosulfat katalizatorunun təsiri ilə 2-fenil-1H-fenantro[9,10-d]imidazolun sintezi və tədqiqi // Международная

научно-техническая конференции «Нефтехимический синтез и катализ в сложных конденсированных системах», посвященной 100-летию юбилею академика Б.К.Зейналова, -Баку: -29-30 июня, -2017, -с.154.

3. Məmmədov, A.M., Talıbov, A.H., Cəfərova, R.Ə., Əzizbəyli, E.İ., Bayramlı, R.R. Mikrodalğa və ion tipli 1,4-dimetilpiperaziniumdihidrosulfat katalizatorunun təsirlə N,N-dimetil-4-(1H-fenantro[9,10-d]imidazol-2-il)anilinini sintezi və tədqiqi // Professor S.Ə.Sultanovun 90 illiyinə həsr olunmuş “Yanacaq, yanacaq komponentləri, xüsusi təyinatlı mayelər, yağlar və aşqarlar” adlı Respublika elmi-texniki konfrans, -Bakı: -3 oktyabr, -2017, s. 20.

4. Mammadov, A.M. Synthesis of 2-aryl-1H-phenanthro[9,10-d]imidazole derivatives in the presence of microwave or ionic type 1,4-dimethylpiperaziniumdihydrogensulfate catalyst / A.M.Mammadov, A.H.Talybov, R.A.Jafarova, B.M.Aliyev, E.İ.Azizbayli // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, -Baku: -2018, V. 19 (1), -p. 41-47.

5. Məmmədov, A.M., Talıbov, A.H., Cəfərova, R.Ə., Əhmədbəyova, S.F. Mikrodalğa və ya ion tipli 1,4-dimetilpiperazinium dihidrosulfat katalizatorunun iştiraki ilə 2 və 4-(1H-fenantro[9,10-d]imidazol-2-il)fenolların sintezi // Akademik Murtuza Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev Qıraətləri” elmi konfransının materialları, -Bakı: -2018, s. 132.

6. Məmmədov, A.M., Cəfərova, R.Ə., Talıbov, A.H., Ağamaliyeva, D.B. 2-(2-nitrofenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi // Международная научно-практическая конференция “Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии”, посвященная 110-летию академика В.С.Алиева, Баку: -9-10 октября, -2018 г, с. 120.

7. Məmmədov, A.M. 2-aryl-1H-fenantro[9,10-d]imidazol törəmələri sulfat reduksiyaedici bakteriyalara qarşı bakterisid kimi / A.M.Məmmədov, R.Ə.Cəfərova, A.H.Talıbov, Ü.C.Yolçuyeva // Gənc Tədqiqatçı, -Bakı: -2018, IV cild, №2, s. 49-54.

8. Mammadov, A.M., Jafarova, R.A., Talybov, A.H., Aqamaliyeva, D.B., Yolchuyeva, U.J. 2-phenyl-1-(4-

(phenyldiazenyl)phenyl)-1H-phenanthro[9,10-d]imidazole as inhibitor-bactericide against sulfate-reducing bacteria // IV Всероссийский научный симпозиум (с международным участием) "Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов", -Суздаль: -1-3 июля, -2019, -с. 208-209.

9. Mammadov, A.M., Jafarova, R.A., Talybov, A.H., Aliyev, B.M., Aqamaliyeva, D.B. 2-(1-(4-(phenyldiazenyl)phenyl)-1H-phenanthro[9,10-d]imidazol-2-yl)phenol against sulfate-reducing bacteria as inhibitor-bactericide // The International Scientific Conference "Actual Problems of Modern Chemistry" Dedicated to the 90th Anniversary of the academician Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, -Baku: -2-4 October, -2019, -p. 170.

10. Mammadov, A.M. Synthesis of 1,2,4,5-tetrasubstituted imidazoles in the presence of 1,4-dimethylpiperaziniumdihydrosulfate catalyst and their antimicrobial activity // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, -Baku: -2019, V. 20 (3), -p. 256-264.

11. Мамедов, А.М. Синтез производных 1,2,4,5-четырёхзамещенного фенантро[9,10d]имидазола с участием микроволн и ионной жидкости катализатора [NMP]<sup>+</sup> HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> и изучение их бактерицидных свойств против СББ // Polish Journal of Science, Warszawa: -2020, V.1 (23), -p. 9-15.

12. Məmmədov, A.M. Üç və dördəvəzli imidazolların sintezi / A.M.Məmmədov, R.Ə.Cəfərova, B.M.Əliyev, R.R.Məmmədova, N.S.Orucova // Gənc tədqiqatçı, -Bakı: -2020, V. 4 (1), -s. 27-37.

13. Abdullayev, Y. Construction of New Azo-group Containing Polycyclic Imidazole Derivatives: Computational Mechanistic, Structural, and Fluorescence Studies / Y.Abdullayev, A.Mammadov, N.Karimova, A.Talybov, U.Yolchuyeva, J.Autschbach // Chemistry Select, -New York: -2020, V. 5, -p. 6224–6229.

14. Abbasov, V.M. 2-fenil-1-(4-(fenildiazenil)fenil)-1H-fenantro[9,10-d]imidazol korroziyaya qarşı inhibitor-bakterisid kimi, İxtira İ 20210049, Azərbaycan Respublikası / V.M.Abbasov, A.M.Məmmədov, R.Ə.Cəfərova, A.H.Talıbov, D.B.Ağamaliyeva.



15. Мамедов, А.М., Талыбов, А.Г., Агамалиева, Д.Б., Бадалова, Г.Н., Мамедова, Р.Р. Имидазол содержащие аммониевые соли против сульфатвосстанавливающих бактерий в качестве ингибиторбактерицидов // «Российская наука в современном мире» XXXIX Международная научно-практическая конференция, -Moscow: -15 июля, -2021, -с. 21-22.



Dissertasiyanın müdafiəsi 10 yanvar 2022-ci il tarixində saat 10<sup>00</sup> Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı ş., Xocalı pr., 30

Dissertasiya ilə AMEA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları [www.nkpi.az](http://www.nkpi.az) rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 19 noyabr 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 18.11.2021

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39252

Tiraj: 100