

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## **BENZOİLASETON ƏSASINDA SİNTEZ EDİLMİŞ ÜZVİ REAKTİVLƏRİN ANALİTİK İMKANLARININ ÖYRƏNİLMƏSİ**

İxtisas: 2301.01 – Analitik Kimya  
Elm sahəsi: Kimya  
İddiaçı: **Arzu Vaqif qızı Ayvazova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş  
dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**Bakı – 2024**

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Analitik kimya kafedrasında yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbərlər:

-akademik Rəfiqə Əlirza qızı Əliyeva

- kimya elmləri doktoru, professor  
Famil Musa oğlu Çıraqov

Rəsmi opponəntlər:

- kimya elmləri doktoru, professor  
Əli Zal oğlu Zalov

- kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
Ülviyyə Nuşirəvan qızı Rüstəмова

- kimya üzrə fəlsəfə doktoru  
Gülü Qənimət qızı Abbasova



Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.16 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya Şurasının sədri:

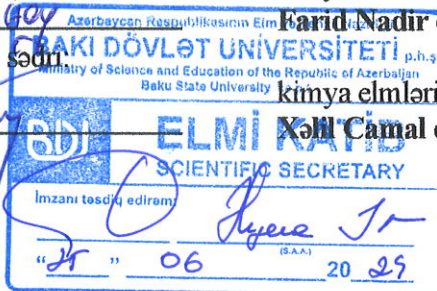
kimya elmləri doktoru, professor  
İbrahim Qərib oğlu Məmmədov

Dissertasiya Şurasının elmi katibi:

kimya elmləri doktoru, dosent  
Fərid Nadir oğlu Nağıyev

Elmi seminarın sədri:

kimya elmləri doktoru, professor  
Kəlim Camal oğlu Nağıyev



## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Xelat əmələgətirmə qabiliyyətinə malik olduqlarına görə,  $\beta$ -diketonlar və onların törəmələri metallarla davamlı kompleks birləşmələr əmələ gətirir. Onların bu xassələrinə əsasən analitik kimyada perspektivli üzvi reaktivlər hesab olunur.

$\beta$ -Diketonların alkil-, Şiff- və azotörəmələrindən metal ionlarının ayrılmasında, qatılaştırılmasında, metallarla rəngli kompleks birləşmələrindən fotometrik və ekstraksiyalı-fotometrik təyində istifadə edilir<sup>1</sup>. Tərkibində flüor olan  $\beta$ -diketonlardan qaz xromatoqrafiyasında metalların ayrılmasında tətbiq olunur.

Bu sinif reaktivlərin dəmir (III), mis (II), vanadium (V) və bir çox nadir torpaq elementləri ilə əmələ gətirdiyi rəngli kompleks birləşmələr fotometrik metodla tədqiq edilmiş və bu birləşmələrin seçicilik və həssaslıq kimi analitik parametrlərini artırmaq üçün üçüncü komponentlərin təsiri öyrənilmişdir<sup>2</sup>.

Bu reaktivlər əsasında alınmış kompleks birləşmələrdən tibdə oksigen daşıyıcısı, antibiotik, bir sıra kimyəvi reaksiyalarda katalizator olaraq, həmçinin mikro və optielektronikada istifadə edilir.

Bir çox metallar təbii və sənaye obyektlərində təyin etmək üçün bu reaktivlərdən istifadə etməklə fotometrik təyini metodikaları işlənilmişdir.

Bütün bunları əsas götürərək qeyd etmək lazımdır ki, benzoilaseton əsasında azobirləşmələrin sintezi onların metallarla əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin tədqiqi və analitik imkanlarının öyrənilməsi aktual problemdir.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Benzoilaseton əsasında üzvi reaktivlərin sintezi. Bu reaktivlərlə dəmir (III) və misin (II) təbii

---

<sup>1</sup> Tahani, I.K. Synthesis, characterization and biological activity of some metal complexes of benzoylacetone schiff base // European Chemical Bulletin, - 2014. 3(9), - p.878-882.

<sup>2</sup> Kopylovich, M.N. (E)-2-(2-(2-hydroxyphenyl) hydrazono)-1-phenylbutane-1,3-dione: Tautomerism and coordination to copper (II) / Maximilian Kopylovich, Kamran Mahmudov, Matti Haukka [et al.] // Inorganica Chimica Acta, - 2011. - p.175–180.

obyektlərdə təyini üçün yüksək selektivliyə malik fotometrik təyinat metodikalarının işlənməsi.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Sintez edilmiş reaktivlərin bir sıra metallarla əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin qatılaşdırma metodikalarının işlənilməsi və bu reaktivlərdən istifadə etməklə dəmir (III) və misin (II) təbii obyektlərdə təyini üçün yüksək seçiciliyə malik fotometrik təyinat metodikalarının işlənilib hazırlanmasından ibarətdir.

Qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- Benzoilasetonun Şiff- və azotörəmələrinin sintezi;
- Sintez edilmiş reaktivlərin quruluş və xassələrinin müəyyən edilməsi;
- Bir sıra metalların bu reaktivlərlə ( $R_1$ - $R_4$ ) əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin ekstraksiya imkanlarının öyrənilməsi;
  - Kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitinin və xüsusi elektrik keçiriciliyinin öyrənilməsi;
- Bu reaktivlərin Fe (III) və Cu (II) ionları ilə əmələ gətirdiyi rəngli kompleks birləşmələrin spektrofotometrik tədqiqi: optimal əmələgəlmə şəraitinin, Ber qanununa tabeçilik intervalının, kompleksin tərkibində komponentlər nisbətinin müəyyən edilməsi;
- Dəmir (III) və misin (II) yüksək seçiciliyə malik fotometrik təyinat metodikalarının işlənilməsi və onların təbii obyektlərdə təyini üçün tətbiq edilməsi;

**Tədqiqat metodları.** Tədqiqat işini yerinə yetirərkən Rentgen quruluş analizi (RQA), Nüvə maqnit rezonans (NMR), İnfraqırmızı spektroskopiyaya (İQ), potensiometrik, konduktometrik, termiki və spektrofotometrik analiz metodlarından istifadə edilmişdir.

#### **Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:**

- Benzoilaseton əsasında azobirləşmələr və Şiff əsaslarının sintezi, onların NMR və İQ-spektroskopiyaya metodu ilə tədqiq edilməsi.

Reaktivlərin quruluşunun Rentgen quruluş analiz metodu ilə öyrənilməsi;

- pH-metrik titrləmə metodu ilə sintez edilmiş reaktivlərin dissosiasiya sabitlərinin və onların bir sıra metallarla əmələgətirdikləri kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitlərinin, konduktometrik titrləmə metodu ilə xüsusi elektrik keçiriciklərinin müəyyən edilməsi;

- R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> reaktivlərinin bəzi metallarla əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin müxtəlif həlledicilərdə ekstraksiya imkanlarının öyrənilməsi və daha yüksək ekstraksiya çıxımına malik olan həlledicinin müəyyən edilməsi;

- Tədqiq olunan reaktivlərin Fe (III) və Cu (II) ionları ilə əmələ gətirdiyi binar və müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələrin tədqiq edilməsi və əsas spektrofotometrik xarakteristikalarının öyrənilməsi;

- Fe (III) və Cu (II)-in tədqiq olunan kompleks əmələgəlmə reaksiyalarına kənar ionların və pərdələyici maddələrin təsirinin araşdırılması;

- Fe (III) və Cu (II)-in təyini üçün işlənmiş fotometrik metodikalar içərisində seçiciliyi daha yüksək olan metodikaların seçilərək onların mürəkkəb tərkibli obyektlərdə təyini üçün tətbiq edilməsi;

### **Tədqiqatın elmi yeniliyi.**

- İlk dəfə olaraq, benzoilaseton əsasında sintez edilmiş üzvi reaktivlərdən istifadə edilərək mürəkkəb obyektlərdə Fe (III) və Cu (II) ionlarının spektrofotometrik təyini metodikaları işlənilib hazırlanmışdır.
- Benzoilaseton əsasında 13 reaktiv sintez edilmiş və bu reaktivlərdən beşinin kristallik quruluşu Rentgen quruluş analiz üsulu ilə tədqiq edilmiş və alınmış reaktivlərin hidrazo tautomer formada olduğu müəyyən edilmişdir.
- R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> reaktivlərinin bir sıra keçid metalları ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin müxtəlif üzvi həlledicilərdə (CCl<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CH<sub>3</sub>Cl, izobutanol) ekstraksiya imkanları öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, Fe (III) kompleksləri CCl<sub>4</sub> həlledicisi mühitində daha yüksək ekstraksiya çıxımına malik olur. Alınan nəticələrə əsasən, reaktivlərlə dəmiri (III) başqa metallar qarışıqından ayırmaq mümkün olmuşdur.
- R<sub>1</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>11</sub> və R<sub>12</sub> reaktivlərinin Fe (III) və Cu (II) ionları ilə əmələ gətirdiyi bərk komplekslər infraqırmızı spektroskopiyaya və termiki analiz metodları ilə tədqiq edilmişdir. İQ-spektroskopik analiz metodu ilə reaktivlərin tərkibindəki hansı qrupların metal ionları ilə reaksiyada iştirak etdiyi, termoqravimetrik analiz metodu ilə isə kompleks birləşmələrin 2 mərhələdə parçalandığı: - birinci mərhələdə, komplekslərin tərkibindən su molekullarının ayrıldığı,

ikinci mərhələdə isə komplekslərin özünün parçalandığı müəyyən edilmişdir.

- Fe (III) ( $R_5$ ,  $R_{11}$ - $R_{13}$ ) və Cu (II) ionlarının ( $R_9$ - $R_{12}$ ) reaktivləri ilə əmələ gətirdiyi binar və aminlər, səthi aktiv maddələr iştirakında əmələ gətirdiyi müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələrin əsas analitik parametrlərini (həssaslıq, seçicilik, dəqiqlik) xarakterizə edən spektrofotometrik kəmiyyətlər hesablanmışdır.
- Kompleks birləşmələrin tədqiqinin nəticələrinə əsasən müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələrin spektrofotometrik təyinat zamanı yüksək analitik parametərə - seçiciliyə malik olması aşkarlanmışdır.

**Tədqiqatın nəzəri və praktik əhəmiyyəti.** Sintez edilmiş reaktivlərdən istifadə etməklə Fe (III) və Cu (II)-in təbii obyektlərdə fotometrik təyini metodikaları işlənmişdir. Bu metodikalar dəniz suyu, mis əsaslı ərinti, dağ süxuru, qarabaşaq, noxud, göbələk, soğan, banan, alma, sortlarında onların təyini üçün tətbiq edilmişdir.

**İşin aprobeiasyası və tətbiqi.** Dissertasiyanın mövzusunə aid 19 tezis və 8 məqalə nəşr edilmiş, 1 ixtiraya patent alınmışdır. Dissertasiya işinin materialları aşağıdakı konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir: “Analitik kimya” kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş “Koordinasion birləşmələr kimyası” VI Respublika elmi konfransı (Bakı, 2015), Gənc alimlərin I beynəlxalq elmi konfransı (Gəncə, 2016), “Müasir Təbiət Elmlərinin aktual problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransı (Gəncə, 2017), Baykal Məktəbi-Kimya Konfransı-2017 (İrkutsk, 2017), V Beynəlxalq Berqman konfransı, “Təhsil, elm və texnologiyada fiziki və kimyəvi analiz” (Mahaçqala, 2017), “Kimya elminin və əczaçılığın müasir problemləri” Beynəlxalq VI Ümumrusiya konfransı (Çeboksar, 2017), Akademik Rəfiqə Əliyevanın 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Koordinasion birləşmələr kimyası”: Analitik kimyanın aktual problemləri Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 2017), Akademik M.Nağıyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” elmi konfransı (Bakı, 2018), Akademik Givi Vasilyeviç Tsintsadzenin 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kimya – nailiyyətlər və perspektivlər” Beynəlxalq elmi-metodiki konfransı (Tbilisi, 2018), “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” Beynəlxalq

elmi konfransı (Gəncə, 2018), Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 96-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XIII Beynəlxalq elmi konfransı (Bakı, 2019), Ətraf mühit obyektlərinin analizinə dair “Ekoanalitika-2019” XI Ümumrusiya elmi konfransı (Perm, 2019), Naxçıvan Dövlət Universiteti “Kimya elminə müasir baxış” adlı Respublika elmi konfransı (Naxçıvan, 2019), “Analitik kimya” kafedrasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Koordinasion birləşmələr kimyası” VIII Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı, 2020), Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual Problemləri” XIV Beynəlxalq Elmi Konfransı (Bakı-2021).

### **Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.**

Təqdim olunan iş Bakı Dövlət Universitetinin Kimya fakültəsinin Analitik kimya kafedrasının apardığı elmi tədqiqat planına uyğun olaraq “Yeni üzvi reaktivlərin sintez və onların qeyri-üzvi ionlarla qarşılıqlı təsirinin öyrənilməsi istiqaməti üzrə (Dövlət qeydiyyatı 01870009955) yerinə yetirilmişdir.

**Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi.** Dissertasiya giriş, beş fəsil, nəticə və istifadə edilmiş ədəbiyyatdan ibarət olmaqla A4 formatında yazılmış 176 səhifədən ibarətdir. Dissertasiya işi 171699 işarədən ibarətdir. Aparılmış tədqiqatın nəticələri 63 şəkil və 41 cədvəldə verilmişdir. İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısına 169 mənbə daxildir.

*Giriş* hissəsində (9552 işarə) mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi, tədqiqatın obyekti, predmeti, məqsəd və vəzifələri, tədqiqat metodları, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, tədqiqatın elmi yeniliyi, tədqiqatın nəzəri və praktik əhəmiyyəti, işin aprobeşiyası və tətbiqi, aparılan tədqiqatlarda iddiaçının şəxsi töhfəsi haqqında məlumat verilmişdir.

*Birinci fəsildə* (57112 işarə) son 10 ilin ədəbiyyat məlumatları və ədəbiyyat məlumatlarının təhlili verilmişdir.

*İkinci fəsildə* (22795 işarə) məhlulların hazırlanması, cihazlar, reaktivlərin sintezi və onların fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə tədqiqi verilmişdir.

*Üçüncü fəsildə* (25353 işarə) benzoilasetonun azotörəmələrinin bir sıra metallarla əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrinin tədqiqi verilmişdir.

*Dördüncü fəsildə* (27690 işarə) dəmir (III) və misin (II) benzoilaseton əsasında sintez edilmiş üzvi reaktivlərlə əmələ gətirdiyi binar və müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələrin spektrofotometrik tədqiqi verilmişdir.

*Beşinci fəsildə* (17674 işarə) dəmirin(III) və misin(II) müxtəlif təbii obyektlərdə fotometrik təyini metodikalarının işlənilməsi verilmişdir.

**Aparılan tədqiqatlarda iddiaçının şəxsi töhfəsi.** İddiaçı dəmir (III) və misin (II) təyininə dair ədəbiyyat məlumatlarının toplanması, təhlili, benzoilaseton əsaslı reaktivlərin sintezi və onların Fe (III) və Cu (II) metalları ilə eyni və müxtəlifliqandlı komplekslərinin tədqiqində, təbii obyektlərin analizə hazırlanmasında, təyinat metodikalarının işlənilməsində bilavasitə iştirak etmişdir. Tədqiqat işinə aid təkmüəllifli və digər məqalələrində öz mülahizələrini irəli sürmüşdür.



# İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

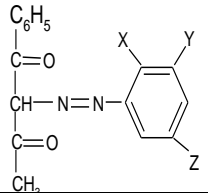
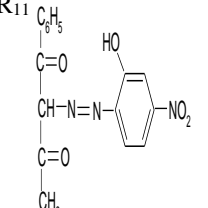
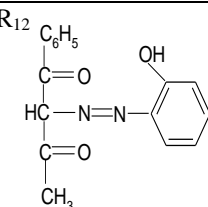
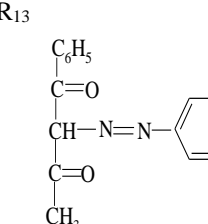
## Reaktivlərin sintezi, identifikasiyası və fiziki–kimyəvi sabitlərinin təyini

Tədqiqat zamanı benzoilaseton əsasında sintez edilmiş 13 reaktivdən istifadə edilmişdir. Təcrübədə R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> reaktivləri suda, digər reaktivlər isə etanolda həll edilmişdir. İstifadə olunan reaktivlərin formulu, şərti işarəsi, adı və nisbi molekulyar kütləsi cədvəl 1-də verilmişdir.

### Cədvəl 1.

Reaktivlərin quruluş formulu, adı və nisbi molekulyar kütləsi.

Reaktivlərin formulu və şərti işarəsi	Adı	Nisbi molekulyar kütləsi
R <sub>1</sub> -R <sub>4</sub> (X=F, Cl, Br, I) 	2-(2-(4-Flüorfenil)hidraziniliden)-1-fenilbutan-1,3-dion (R <sub>1</sub> ) 2-(2-(4-Xlorfenil)hidraziniliden)-1-fenilbutan-1,3-dion (R <sub>2</sub> ) 2-(2-(4-Bromfenil)hidraziniliden)-1-fenilbutan-1,3-dion (R <sub>3</sub> ) 2-(2-(4-Yodfenil)hidraziniliden)-1-fenilbutan-1,3-dion (R <sub>4</sub> )	284 300,5 345 392
R <sub>5</sub> :X= F R <sub>6</sub> :X= Cl R <sub>7</sub> :X= Br R <sub>8</sub> :X= OH 	(Z)-3-((4-flüorfenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on (R <sub>5</sub> ) (Z)-3-((4-xlorfenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on (R <sub>6</sub> ) (Z)-3-((4-fenil)amino)-1-bromfenilbuten-2-1-on (R <sub>7</sub> ) (Z)-3-((4-hidroksifenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on (R <sub>8</sub> )	255 271,5 316 253

<p>R<sub>9</sub>: X=OH, Y=SO<sub>3</sub>H, Z=NO<sub>2</sub>  R<sub>10</sub>: X=OH, Y=SO<sub>3</sub>H, Z=Cl</p> 	<p>1-fenil-2-[2-hidroksi-3-sulfo-5-nitro-fenilazo]butadion-1,3 (R<sub>9</sub>)  1-fenil-2-[2-hidroksi-3-sulfo-5-xlorofenilazo]butadion-1,3(R<sub>10</sub>)</p>	<p>407  320,5</p>
<p>R<sub>11</sub></p> 	<p>1-fenil-2-(2-hidroksi-4-nitrofenilhidrazo)butadion-1,3</p>	<p>295</p>
<p>R<sub>12</sub></p> 	<p>1-fenil-2-[2-hidroksi-fenilazo]butadion-1,3</p>	<p>282</p>
<p>R<sub>13</sub></p> 	<p>1-fenil-2-(3-hidroksi-4-karboksifenilazo)-butadion 1,3</p>	<p>326</p>

Üçüncü komponent kimi kation tip səthi-aktiv maddələr – setiltrimetilammonium bromid (STMABr), setilpiridin bromid (SPBr), setilpiridin xlorid (SPCl); tərkibində azot olan üzvi birləşmələr - 1,10-fenantrolin (Fen), 2,2'-dipiridil (Dip), diantipirilmetan (DAM), diantipirilfenilmetan (DAPFM), diantipiril-o-oksifenilmetan (DAOFM) və etilendiamin (ED) istifadə edilmişdir.

İşdə istifadə olunan duzların məhlulları ədəbiyyatda məlum olan metodikalar əsasında hazırlanmışdır.

Reaktivlər ədəbiyyatda məlum olan metodika əsasında sintez edilmişdir.

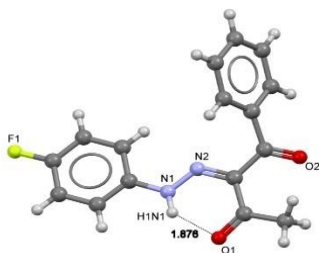
**Reaktivlərin identifikasiyası.** Reaktivlərin identifikasiyası Rentgen quruluş analizi (RQA), Nüvə maqnit rezonansı (NMR), İnfraqırmızı spektroskopiya (İQ) və spektrofotometrik analiz metodu ilə aparılmışdır. Reaktivlər yenidən kristallaşdırmaqla təmizlənmiş və təmizliyi kağız xromatoqrafiyası metodu ilə yoxlanılmışdır.

Reaktivlərin etanol məhlulundan yenidən kristallaşdırılmaqla monokristalları yetişdirilmişdir. Yeni sintez edilmiş birləşmələrin quruluşu haqqında düzgün informasiya almaq üçün Rentgen quruluş analiz üsulu ilə tədqiq olunan reaktivlərdən beşinin 2-(2-(4-Flüorfenil)hidraziniliden)-1-fenilbutan-1,3-dion ( $R_1$ ), (Z)-3-((4-Flüorfenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on ( $R_5$ ), (Z)-3-((4-Xlorfenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on ( $R_6$ ), (Z)-3-((4-Fenil)amino)-1-bromfenilbuten-2-1-on ( $R_7$ ), (Z)-3-((4-Hidroksifenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on ( $R_8$ ) quruluşu öyrənilmişdir.

Rentgen quruluş analizi BRUKER SMART APEX II CCD ( $MoK_{\alpha}$ -şüalanma qrafit monoxramator,  $\varphi$  və  $\omega$  skaynerləşmə) difraktometrində aparılmışdır.  $C_{16}H_{13}FN_2O_2$  ( $R_1$ ) kristalının kristalloqrafik parametrləri:  $a=6,0571(3)$  Å,  $b=15,9031(7)$  Å,  $c=14,8651(7)$  Å,  $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=94,386(2)^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$ , monoklinik sinqoniya,  $V=1427,71(12)$  Å<sup>3</sup>,  $P_{21}/n$ ,  $Z=4$ ,  $d_{hes}=1,323$  mq/m<sup>3</sup>, adsorbsiya əmsalı  $0,097$  mm<sup>-1</sup>, kristalın ölçüsü  $0,30 \cdot 0,20 \cdot 0,20$  mm<sup>3</sup>,  $R_1=0,1261$ ,  $wR_2=0,2667$ .

Molekulda atomlararası rabitələrin uzunluqları kristalloqrafiyanın Beynəlxalq cədvəlində olan uyğun rabitələrlə müqayisə edilmiş, birqat və ikiqat rabitələrin qiymətlərinin uyğunluğu müəyyən edilmişdir.

RQA metodu ilə müəyyən olunmuşdur ki,  $R_1$  reaktivi 2 aromatik həlqədən, metil, karbonil və -NH-N= qruplarından ibarətdir. Kristallik qəfəsdə molekullarası və molekul daxili hidrogen rabitəsi mövcuddur. Kristalda molekul daxili hidrogen rabitəsi -NH-qrupu ilə CO qrupu arasında yaranır və uzunluğu  $1,876$  Å təşkil edir. Molekullarası hidrogen rabitəsi isə birləşmədəki F atomu ilə -CH<sub>3</sub> qrupunun H atomu arasında mövcuddur və uzunluğu  $2,630$  Å təşkil edir.



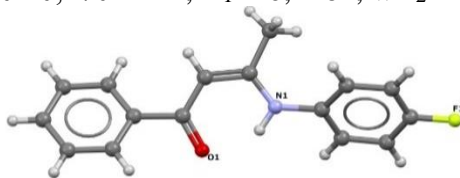
**Şəkil 1.** 2-(2-(4-Flüorfenil) hidraziniliden)-1-fenilbutan-1,3-dion ( $R_1$ ) reaktivinin molekulyar quruluşu.

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, bu sinif reaktivlər üç tautomer formada keto-azo, enol-azo və hidro-azo formada olur. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, birləşmə bərk halda hidrazo formadadır

**Benzoilasetonun sintez edilmiş Şiff əsaslı törəmələrinin molekulyar quruluşu.** Anilin halogenli və hidroksi törəmələrindən istifadə etməklə sintez edilmiş dörd reaktivin kristallik quruluşu öyrənilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu reaktivlər ədəbiyyatda məlumdur və İQ-spektroskopik metodla tədqiq edilmiş və quruluşları haqqında müəyyən fikirlər irəli sürülmüşdür. Bu reaktivlər müxtəlif tautomer formada olduqlarına görə onların quruluşları haqqında dəqiq məlumat almaq üçün monokristalları yetişdirilmiş və Rentgen quruluş analiz metodu ilə quruluşları müəyyən edilmişdir.

Onlardan  $R_5$ - $R_8$  reaktivləri haqqında aşağıda məlumat verilmişdir.

$C_{16}H_{14}FNO$  ( $R_5$ ) kristalının kristalloqrafik parametrləri:  $a=6,4596(13)$  Å,  $b=28,676(4)$  Å,  $c=7,2110(14)$  Å,  $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=91,231(8)^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$ , monoklinik sinqoniya  $V=1335,4(4)$  Å<sup>3</sup>,  $P2_1/n$ ,  $Z=4$ ,  $d_{hes}=1,270$  mq/m<sup>3</sup>, adsorbsiya əmsalı  $0,089$  mm<sup>-1</sup>, kristalın ölçüsü  $0,320 \cdot 0,230 \cdot 0,170$  mm<sup>3</sup>,  $R_1 = 0,2161$ ,  $wR_2 = 0,3052$ .



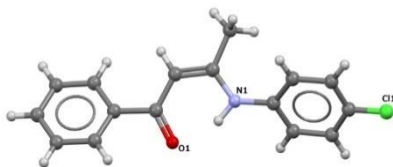
**Şəkil 2.** (Z)-3-((4-Flüorfenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on reaktivinin molekulyar quruluşu.

R<sub>5</sub> kristalında molekullar eyni istiqamətdə laylarla yerləşir (Şəkil 2). Kristalda həm molekul daxili, həm də molekullararası hidrogen rabitəsi mövcuddur. Kristal monoklinik sinqoniyaya malikdir. Molekul daxili hidrogen rabitəsinin uzunluğu N(1)-H(1N1)...O(1) 2,642(4) Å, molekullararası hidrogen rabitəsi isə C(10)-H(10C)...O(1) 3,405(4) Å təşkil edir. Bu tip reaktivlərin hamısı oxşar quruluşa malikdir.

Tədqiq olunan reaktivlərdən fərqli metodikalarla sintez edilmiş (Z)-3-((4-Xlorfenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on (R<sub>6</sub>) reaktivinin ədəbiyyatda kristallıq quruluşu məlumdur<sup>3</sup>.

C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>ClNO (R<sub>6</sub>) kristalının parametrləri: (0,180 · 0,130 · 0,17 mm<sup>3</sup>), a=6,4192(12) Å, b = 7,185(4) Å, c = 30,1840(14) Å, α=90°, β=90,830(8)°, γ=90°, monoklinik sinqoniya, V=1371,4(4), Z=4, adsorbsiya əmsalı 0,276 mm<sup>-1</sup> kristalın ölçüsü (0,180 · 0,130 · 0,17 mm<sup>3</sup>), R<sub>1</sub> = 0,1034, wR<sub>2</sub> = 0,2306.

(Z)-3-((4-xlorfenil) amino)-1-fenilbuten-2-1-on (R<sub>6</sub>) reaktivinin molekulyar quruluşu aşağıdakı kimidir (Şəkil 3):



**Şəkil 3.** (Z)-3-((4-Xlorfenil)amino)-fenilbuten-2-1-on reaktivinin molekulyar quruluşu.

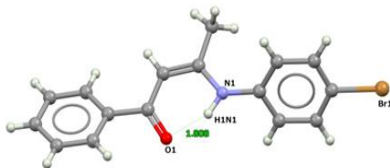
Sintez edilmiş (R<sub>7</sub>) reaktivini də RQA metodu ilə tədqiq edilmişdir (Şəkil 4).

C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>BrNO (R<sub>7</sub>) kristalının parametrləri: (0,120 · 0,160 · 0,200 mm<sup>3</sup>) a = 6,4676(13) Å, b = 28,652(4) Å, c = 7,217(14) Å, α=90°, β=91,15(8)°, γ=90° monoklinik sinqoniya, V=1396,4(4) Z=4, d<sub>hes</sub>=1,573

<sup>3</sup> Ziller, J. W. Synthesis, Characterization and Crystal Structure of (Z)-3-(4-Chlorophenylamino)-1-Phenylbut-2-En-1-One / Joseph Ziller, Patil Siddappa, Diego Gonzalez-Flores [et al.] // Journal of Chemical Crystallography, - 2012. - p.543-548.

$\text{mq/m}^3$ , adsorbsiya əmsalı  $3,069 \text{ mm}^{-1}$ , kristalın ölçüsü ( $0,120 \cdot 0,160 \cdot 0,200 \text{ mm}^3$ ),  $R_1 = 0,1123$ ,  $wR_2 = 0,2118$ .

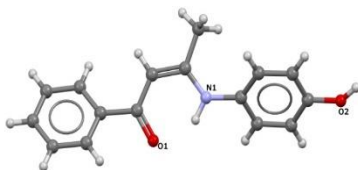
(Z)-3-((4-Fenil)amino)-1-bromfenilbuten-2-1-on reaktivinin molekulyar quruluşu aşağıdakı kimidir:



**Şəkil 4.** (Z)-3-((4-Fenil)amino)-1-bromfenilbuten-2-1-on reaktivinin molekulyar quruluşu

$\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{NO}_2$  ( $R_8$ ) kristalının parametrləri:  $a = 6,451(11) \text{ \AA}$ ,  $b = 28,669(4) \text{ \AA}$ ,  $c = 7,209(14) \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 91,21(2)^\circ$ ,  $\gamma = 90^\circ$  monoklinik sinqoniya  $V = 1328,4(4) \text{ \AA}^3$ ,  $P21/n$ ,  $Z = 4$ ,  $d_{\text{hes}} = 1,260 \text{ mq/m}^3$ , adsorbsiya əmsalı  $0,083 \text{ mm}^{-1}$ , kristalın ölçüsü ( $0,190 \cdot 0,160 \cdot 0,15 \text{ mm}^3$ ),  $R_1 = 0,0758$ ,  $wR_2 = 0,1196$ .

(Z)-3-((4-Hidroksifenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on reaktivinin molekulyar quruluşu aşağıdakı kimidir (Şəkil 5):



**Şəkil 5.** (Z)-3-((4-Hidroksifenil)amino)-1-fenilbuten-2-1-on reaktivinin molekulyar quruluşu.

$R_{11}$  reaktivinin kristal quruluşu Bakı Dövlət Universitetinin əməkdaşları tərəfindən öyrənilmişdir və ədəbiyyatda məlumdur.

Sintez edilmiş reaktivlər eyni zamanda NMR və İQ spektroskopiyaya metodları ilə identifikasiya edilmişdir.

$\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{FN}_2\text{O}_2$  ( $R_1$ ),  $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{FNO}$  ( $R_5$ ) reaktivlərinin NMR spektroskopiyası ilə tədqiqinin nəticələri göstərilmişdir.

$\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{FN}_2\text{O}_2$  ( $R_1$ ) reaktivinin  $^1\text{H}$  NMR spektri: 2,31 (s, 3H,  $\text{CH}_3$ ), 6,77–7,86 (5H,  $\text{C}_6\text{H}_5$  və 4H,  $\text{C}_6\text{H}_4$ ), 13,27 (s, 1H, HN).  $\delta$ : 2,24

(s, 3H, CH<sub>3</sub>), 6,77–7,86 (5H, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> və 4H, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>), 14,44 (s, 1H, NH). <sup>13</sup>C {<sup>1</sup>H} NMR (100,61 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>). δ: 26,4 (CH<sub>3</sub>), 112,3 (Ar-NH-N), 128,4, 128,6, 133,1, 133,7 və 135,5 (Ar-H), 137,8 (C = N), 139,7 (Ar-C = O), 141,8 (Ar - F), 191,7 və 194,9 (C = O). δ: 31,1 (CH<sub>3</sub>), 114,6 (Ar - NH - N), 126,5, 128,8, 134,4, 135,2 və 135,9 (Ar-H), 139,2 (C = N), 141,2 (Ar - C = O), 145,1 (Ar-F), 196,1 və 198,2(C=O).

C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>FNO (R<sub>5</sub>) reaktivinin <sup>1</sup>H NMR analizi: (DMSO-d<sub>6</sub>-da, daxili standart kimi TMS, δ (ppm)): 2,18 (s, 3H, CH<sub>3</sub>), 5,61 (s, 1H, CH), 6,94–7,82 (5H, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> və 4H, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>). <sup>13</sup>C <sup>1</sup>H NMR (100,61 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>). δ: 28,5 (CH<sub>3</sub>), 82,4 (CH = C), 116,4, 122,3, 127,3, 129,2 və 130,7 (Ar - H), 135,2 (Ar - C = C), 144,1 (Ar - N = C) və 147,9 (Ar - F).

Sintez edilmiş reaktivlərin Rentgen quruluş analiz metodu ilə molekulyar quruluşları öyrənildiyinə görə, onlardan bir neçəsinin (R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>) İQ spektroskopik analizləri də aparılmışdır.

Bu reaktivlərin quruluşu haqqında müəyyən məlumat əldə etmək üçün onların İQ spektrləri çəkilmiş və sintez üçün götürülən ilkin maddələr-benzoilaseton və aminlərin spektrləri ilə müqayisə edilmişdir. Benzoilasetonun azotörəmələrinin hamısının spektrində ilkin maddələrdən fərqli olaraq 1508-1560 sm<sup>-1</sup> oblastında yeni udma zolağı müşahidə edilir. Bu zolaq sintez edilmiş reaktivlərin tərkibində azoqrupun olduğunu sübut edir. Ədəbiyyatdan azoqrupun birləşmiş olduğu atomlardan və qruplardan asılı olaraq udma zolağı 1650-1400 sm<sup>-1</sup> tezliyi intervalında müşahidə olunduğu məlumdur. Benzoilasetonun azometin törəmələrinin spektrlərində isə 1544 sm<sup>-1</sup> oblastında müşahidə olunan yeni udma zolağı birləşmənin tərkibində C=N qrupunun olduğunu göstərir.

Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən -C=N 1560-1545sm<sup>-1</sup>, -N=N- 1400-1650 sm<sup>-1</sup>, C-F 1400-1000 sm<sup>-1</sup>, C-Cl 800-600 sm<sup>-1</sup>, C-Br 600-500 sm<sup>-1</sup>, -COOH-3000-2500 sm<sup>-1</sup>, -OH qrupu 1200 sm<sup>-1</sup>, -C=O 1680-1630 sm<sup>-1</sup>, ketondakı metil qrupu 1360 sm<sup>-1</sup>, Ar-CO-1690 sm<sup>-1</sup>, C-İ- 500 sm<sup>-1</sup> qruplarının rəqsi tezliyinin baş verir. Sintez edilmiş birləşmələrdə -C=N 1544 sm<sup>-1</sup>, C-F 1029-1325 sm<sup>-1</sup>, C-Cl 765-698 sm<sup>-1</sup>, C-Br 505 sm<sup>-1</sup>, -N=N- 1508-1560 sm<sup>-1</sup>, -C=O 1647 sm<sup>-1</sup>,

ketondakı metil qrupu  $1325\text{ sm}^{-1}$ , C-İ-503  $\text{sm}^{-1}$ , -COOH- 2859  $\text{sm}^{-1}$ , -OH qrupu  $1246\text{ sm}^{-1}$  olduğu müşahidə edilir.

**Reaktivlərin dissosiasiya sabitlərinin təyini.** Üzvi reaktivlərin mühüm analitik xarakteristikalarından biri onların dissosiasiya sabitidir. Tədqiq etdiyimiz reaktivlərin dissosiasiya sabitləri potensiomtrik titrləmə metodu ilə təyin edilmiş və hesablamalar Şvarsenbaxın riyazi metoduna əsasən aparılmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, R<sub>5</sub>-R<sub>8</sub> reaktivlərinin dissosiasiya sabitləri ədəbiyyatda məlumdur. Rentgen quruluş analiz metodu ilə bu reaktivlərin quruluşu öyrənildikdən sonra məlum oldu ki, bunların quruluşları əvvəlcədən məlum olan quruluşlardan fərqlənir, yəni Şiff əsasının əmələgəlmə reaksiyası metil qrupuna yaxın olan karbonil qrupunda gedir. Ona görə də, bu reaktivlərin dissosiasiya sabitlərinin yenidən təyin edilməsini məqsədə uyğun hesab etdik. Dissosiasiya sabitlərinin qiymətlərini təyin etmək üçün R<sub>1</sub>-R<sub>8</sub> reaktivlərinin və su:etanol qarışığı məhlullarından istifadə edilmişdir. Reaktivlərin məhlulları standart qələvi KOH (3:7) məhlulları ilə titrlənmiş və alınan nəticələrə əsasən pH-V<sub>əsas</sub> koordinatlarında titrləmə əyriləri qurulmuşdur. Reaktivlərin tərkibində olan titrlənən qrupların sayı qədər ekvivalent nöqtəsi müşahidə olunmuşdur. Reaktivlərin dissosiasiya sabitlərinin -lg qiymətləri cədvəl 2-də verilmişdir.

### Cədvəl 2.

#### Reaktivlərin dissosiasiya sabitləri

Reaktivlər	Dissosiasiya sabiti (pK)
R <sub>1</sub>	8,84±0,05
R <sub>2</sub>	8,87±0,06
R <sub>3</sub>	8,98±0,04
R <sub>4</sub>	9,11±0,05
R <sub>5</sub>	8,58±0,05
R <sub>6</sub>	8,61±0,04
R <sub>7</sub>	8,65±0,06
R <sub>8</sub>	8,77±0,05
R <sub>9</sub>	pK <sub>1</sub> =6,10±0,04, pK <sub>2</sub> =9,12±0,05
R <sub>11</sub>	pK <sub>1</sub> =6,49±0,05, pK <sub>2</sub> =10,22±0,04



Dissosiasiya sabitlərinin qiymətlərindən göründüyü kimi, əvəzedicilərin elektromənfiliyinin qiyməti artdıqca  $pK_a$  -nın qiyməti azalır, yəni reaktivin turşuluq xassəsi artır. Qeyd etmək lazımdır ki, azobirləşmələrin əsaslıq xassəsi azometin törəmələrinin əsaslıq xassəsindən yüksəkdir.

Müəyyən edilmişdir ki,  $R_1$ - $R_8$  reaktivləri birəsaslı,  $R_9$ - $R_{12}$  iki əsaslı,  $R_{13}$  reaktivləri isə üçəsaslı turşulardır.

Üç əsaslı turşu olan  $R_{13}$  reaktivinin dissosiasiya sabitlərinin mənfi onluq loqarifmik qiymətləri  $pK_1=6,13\pm 0,06$ ,  $pK_2=8,73\pm 0,04$ ,  $pK_3=10,43\pm 0,06$ .

**Potensiometrik titrləmə metodu ilə kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitinin təyini.** Kompleks birləşmələrin ən mühüm xarakteristikalarından biri onun davamlılıq sabitidir. Analitik reaksiyaları xarakterizə edən parametrlər də kompleks birləşmələrin davamlılığından asılıdır. Analitik təyinatlarda yüksək davamlılıq sabitinə malik olan komplekslərdən geniş istifadə edilir. Metal ionlarının az miqdarının təyini üçün yüksək davamlılığa malik komplekslər xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Fotometrik təyinatlarda istifadə olunan üzvi reaktivlərin metallarla əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitlərinin təyin edilməsi xüsusi maraq kəsb edir. Çünki, davamlılıq sabitlərini müəyyən etməklə, analitik reaksiyaların seçiciliyi haqqında əvvəlcədən proqnoz vermək olur.

Komplekslərin davamlılığını öyrənmək üçün istifadə edilmiş potensiometrik titrləmə metodu sadə cihaz təminatı, yüksək dəqiqliyi, ekspresliyi ilə seçilir.

Tədqiqat zamanı istifadə edilmiş  $R_1$ - $R_8$  reaktivlərinin Fe (III), Cu (II), Ni (II), Co (II), Cd (II) və Zn (II) ionları ilə əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitləri öyrənilmişdir. Titrləmə otaq temperaturunda aparılmışdır. Titrləmədən alınan nəticəyə görə  $pH$ -la  $V_{KOH}$  arasında titrləmə əyriləri qurulmuş və müəyyən edilmişdir ki, kompleks birləşmələrin titrləmə əyriləri reaktivlərin titrləmə əyrilərinə nisbətən turş mühitdə əmələ gəlir. Bu məhlulda kompleksin əmələgəlməsi zamanı protonun ayrılması ilə əlaqədardır. Komplekslərin titrləmə əyriləri reaktivin titrləmə əyrisinə nisbətən nə qədər turş mühitdə əmələ gələrsə, həmin kompleks daha davamlı olur.

Metalların titrləmə əyrlərindən bütün hallarda ən çox turş mühitdə əmələ gələn dəmirin titrləmə əyrisidir.

Hesablamaların nəticələri cədvəl 3-də göstərilmişdir.

### Cədvəl 3.

Reaktivlərin bir sıra metallarla əmələ gətirdikləri komplekslərin davamlılıq sabitləri

Reaktiv	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>
R <sub>1</sub>	9,8±0,04	8,85±0,05	7,75±0,04	5,23±0,06	6,1±0,05	5,3±0,06
R <sub>2</sub>	10,3±0,04	8,33±0,05	5,74±0,06	5,79±0,04	7,3±0,06	6,8±0,06
R <sub>3</sub>	6,3±0,06	5,51±0,06	5,45±0,05	4,32±0,04	5,48±0,05	5,05±0,06
R <sub>4</sub>	10,7±0,06	8,59±0,05	6,04±0,06	5,94±0,04	7,2±0,06	6,1±0,05
R <sub>5</sub>	6,63±0,04	6,57±0,04	5,15±0,06	5,37±0,05	5,57±0,03	5,63±0,05
R <sub>6</sub>	7,43±0,03	6,66±0,04	5,16±0,06	5,39±0,05	5,59±0,04	6,60±0,05
R <sub>7</sub>	7,47±0,02	6,69±0,04	5,19±0,05	5,41±0,06	5,61±0,05	6,63±0,03
R <sub>8</sub>	7,57±0,05	6,78±0,03	5,26±0,03	5,49±0,02	5,69±0,04	6,72±0,06

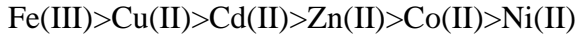
Kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitlərinin qiymətlərindən görüldüyü kimi bütün hallarda ən yüksək davamlılığa malik dəmir (III) və mis (II) kompleksləridir.

Kompleks birləşmələrin xüsusi elektrik keçiriciliyini və tərkibindəki M:R nisbətini təyin etmək üçün konduktometrik titrləmə metodundan istifadə edilmişdir. Titrləmə zamanı metalların Fe (III), Cu (II), Ni (II), Co (II), Cd (II) və Zn (II)-in xlorid duzlarından istifadə edilmişdir. Kompleks birləşmələrin titrləməsi bufer məhlul mühitində aparılmışdır. Bufer məhlul mühitində konduktometrik titrləmə zamanı sistemin xüsusi elektrik keçiriciliyi azalır. Bu kompleks əmələgəlmə reaksiyası zamanı ayrılan hidrogen ionlarının bufer məhlulu tərəfindən udulması və metal ionlarının kompleksin tərkibinə keçməsi ilə əlaqədardır. Titrləmədən alınan nəticələrə əsasən  $\frac{R}{M}-\chi$  koordinatlarında titrləmə əyrləri qurulmuşdur.

Bu əyrlərə əsasən, müəyyən edilmişdir ki, titrantın həcmi artırıldıqca məhlulun xüsusi elektrik keçiriciliyi azalır və müəyyən qiymətə çatdıqda sabit qalır. Bu onunla izah olunur ki, reaktivin hər porsiyasını əlavə etdikcə, məhlulda metal ionları ilə reaksiyaya girərək

kompleks birləşmə əmələ gətirir. Titrlemə davam etdikcə, məhlulda metal ionlarının miqdarı azalır və sonda tamamilə kompleksin tərkibinə keçmiş olur. Ona görə də, elektrik keçiriciliyinin qiyməti ekvivalent nöqtəsindən sonra sabit qalır. Reaktivin özü isə elektrik cərəyanını keçirmir.

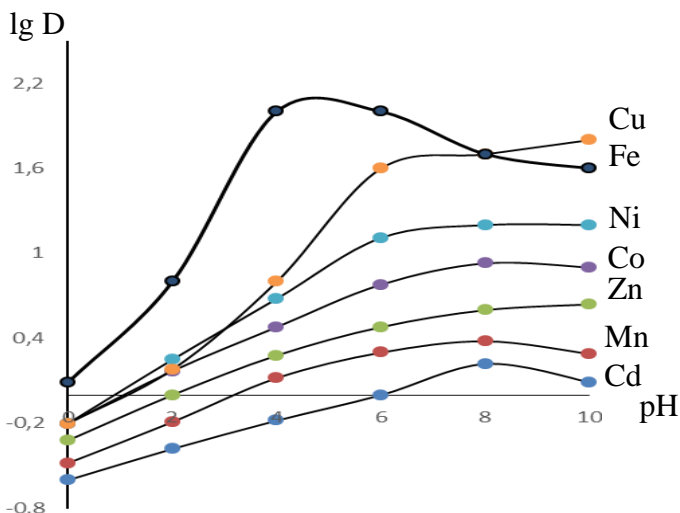
Konduktometrik titrləmə əyrilərinə əsasən metalların təbiətindən asılı olaraq, xüsusi elektrik keçiriciliyinin dəyişməsi aşağıdakı sıra üzrə dəyişir.



Metal ionlarının ayrılması üçün istifadə olunan xelat birləşmələrin ekstraksiyası ən sərfəli metod hesab edilir. Bu metod vasitəsilə mühiti dəyişməklə bir sıra metalı başqa metallardan və yaxud bir qrupa daxil olan metal ionlarını müəyyən qarışıqlardan ayırmaq olar. Ona görə də bu metod sadəliyinə, ekspresliyinə görə metalların ayrılmasında ideal metod hesab edilir.

$\beta$ -Diketonlar və onların törəmələri də metallarla xelat komplekslər əmələ gətirdiyi üçün metalların ekstraksiyasında geniş istifadə edilir. Benzoilasetonun əsasında sintez edilmiş  $R_1$ - $R_4$  reaktivlərinin Fe (III), Cu (II), Ni (II), Co (II), Cd (II), Zn (II), Mn (II) ilə əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin ekstraksiyası öyrənilmişdir. Bu reaktivlərin metallarla əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin müxtəlif üzvi həlledicidə ekstraksiya olunma imkanları öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, istifadə edilən həlledicilər içərisində ekstraksiya çıxımı ən yüksək  $\text{CCl}_4$ -də müşahidə edilir. Komplekslərin qeyri-polyar həlledicidə ekstraksiya olunması bu komplekslərin yüksüz olmasını göstərir. Təcrübədən alınan nəticələrə əsasən paylama əmsalının loqarifmik qiyməti ilə pH arasında hər bir metal üçün qurulmuş asılılığa əsasən ekstraksiya çıxımının metalların təbiətindən asılılığı müəyyən edilmişdir.

Şəkil 6-da  $R_1$  reaktivinin metallarla əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin ekstraksiyasının paylanma əmsalının loqarifmik qiyməti  $\lg(D)$  ilə pH arasında asılılıq qrafiki verilmişdir.

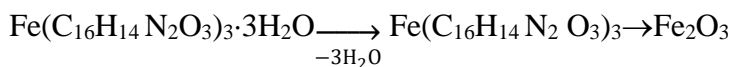
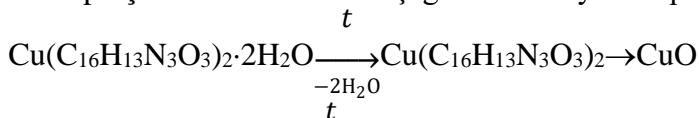


**Şəkil 6.**  $R_1$  reaktivi üçün elementlərin paylanma əmsalının loqarifmik qiymətləri  $\lg(D)$  ilə pH arasında asılılıq.

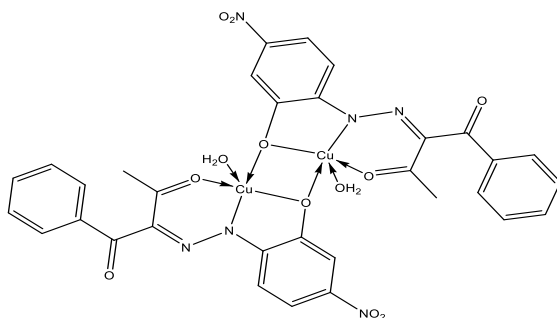
Şəkildən görüldüyü kimi bu metallar içərisində ən yaxşı ekstraksiya olunanı dəmirdir (III). Dəmir (III) pH-3,5-də maksimum ekstraksiya olunur. Paylanma əmsalının loqarifmik qiyməti 2-yə bərabərdir və pH-6-ya kimi dəyişmir. pH 6-dan sonra dəmirin hidrolizi ilə əlaqədar olaraq azalma müşahidə edilir. Misin ekstraksiyasında isə paylanma əmsalının loqarifmik qiyməti pH 6-dan sonra artır.

Həmin pH paylanma əmsalının loqarifmik qiyməti 1,6-ya bərabərdir. pH artması ilə paylanma əmsalının loqarifmik qiyməti pH-6-dan sonra artır və pH 10-da 1,8-ə bərabər olur. pH-3,5-də nikelin paylanma əmsalının loqarifmik qiyməti 0,3-ə, kobalt üçün 0,2, sink üçün 0,1, manqan üçün 0,05-ə bərabərdir. Kadmium üçün isə daha kiçik qiymətdir. Nikel, kobalt və kadmium üçün loqarifmik paylanma əmsalının maksimal qiyməti pH-8-də olur. Sink və manqan üçün isə pH-9-da ən yüksək qiymət alır. Bunları analiz edərkən belə qənaətə gəlik ki,  $R_1$  reaktivinin qeyd edilən metallarla əmələgətirdiyi kompleksləri  $CCl_4$ -lə ekstraksiya etdikdə, pH 3,5-də dəmirin (III) ekstraksiya fəzi 100%, mis (II) 30%, nikel (II) - 20%, kobalt (II) -15%, sink (II)- 5%, manqan (II) -3% bərabərdir. Təcrübi nəticələrə əsasən müəyyən edilmişdir ki, metalların təbiətindən asılı olaraq ekstraksiya çıxımı  $Fe > Cu > Ni > Co > Zn > Mn > Cd$  sırası üzrə dəyişir.

**Dəmir (III) və misin (II) yeni kompleks birləşmələrinin sintezi və xassələrinin tədqiqi.** Dəmir (III) və misin (II)  $R_1$ ,  $R_5$ ,  $R_{11}$  və  $R_{12}$  reaktivləri ilə əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin bərk halda sintez metodikasını işlənmişdir. Sintez edilmiş kompleks birləşmələr termoqravimetrik və İQ spektroskopik analiz metodları ilə tədqiq edilmişdir. Termoqravimetrik analiz metodu ilə müəyyən edilmişdir ki, kompleks birləşmələr 2 mərhələdə parçalanır. Kompleks birləşmələrin parçalanma sxemlərini aşağıdakı kimi yazmaq olar.



Cu (II)-in  $R_{12}$  reaktivləri ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmənin kristallik quruluşu öyrənilmişdir. Kompleks birləşmə dimer şəklindədir  $\text{Cu}_2(\text{L})_2$ . Birləşmədə Cu-Cu atomları arasındakı məsafə 3,0247(7) Å<sup>0</sup>, Cu-O məsafəsi isə 1,938(2) və 1,940(2) Å<sup>0</sup>-dir. Cu(1)-O(1)-Cu(1) və O(1)-Cu(1)-O(1) bucaqları isə 102,49(10) və 77,51(10)'-dir. Bizim də  $R_{11}$  reaktivləri ilə sintez etdiyimiz Cu (II) kompleksinin quruluşu çox güman ki, verilən ədəbiyyatdakı kimidir və aşağıda göstərilmişdir<sup>4</sup> (Şəkil 7).



**Şəkil 7.** 1-Fenil-2-(2-hidroksi-4-nitrofenilhidrazo)-butadion-1,3 ( $R_{11}$ ) reaktivinin Cu (II) metalı ilə kompleks əmələgəlmənin mexanizmi.

<sup>4</sup> Mahmudov, K.T. Arylhydrazones of methyleneactive compounds: coordination chemistry, organic transformations, catalytic and analytical applications: / Doctor of chemical sciences, dis. / - Baku, 2012. – p.351.

İQ spektroskopik analiz metodu ilə hansı qrupların kompleks əmələgəlmədə iştirak etdiyi müəyyənlanmışdır.

Dəmir (III) və misin (II)  $R_1$ ,  $R_5$  reaktivləri ilə əmələ gətirdikləri kompleks birləşmələrin İQ spektrlərində elə fərq müşahidə olunmur. Rentgen quruluş analiz metoduna əsasən bu reaktivlərin hidrazo formada olduğu müəyyən edilmişdir.

İQ spektroskopiyaya əsasən isə müəyyən edilmişdir ki,  $1534\text{ sm}^{-1}$  və  $1525\text{ sm}^{-1}$  udma zolağında çıxan piklər  $C=N$ ,  $2927\text{ sm}^{-1}$ ,  $3185\text{ sm}^{-1}$  udma zolağında çıxan piklər isə  $-NH$  qrupunun valent rəqsinə uyğundur. Karbonil qrupunda bir-birindən fərqli iki sahədə  $\nu(CO)$   $1629\text{ sm}^{-1}$  və  $1638\text{ sm}^{-1}$  ikinci karbonil qrupunda sürüşmə müşahidə edilir və  $\nu(C=O...H)$  uyğun piklər  $1595\text{ sm}^{-1}$  və  $1598\text{ sm}^{-1}$  tezlik sahəsində müşahidə edilir. Kompleks birləşmələrdə isə, qeyd olunan qrupların pikləri karbonil qrupunda  $1594\text{ sm}^{-1}$ ,  $1597\text{ sm}^{-1}$ -ə doğru sürüşmələr olur. Bu sürüşmələr həmin qrupların metalla koordinasiyada iştirak etdiyini göstərir.

Eləcə də,  $3200-3600\text{ sm}^{-1}$  geniş – OH qrupunun valent rəqsinin olması kompleksin tərkibində su molekulunun olduğuna dəlalət edir.

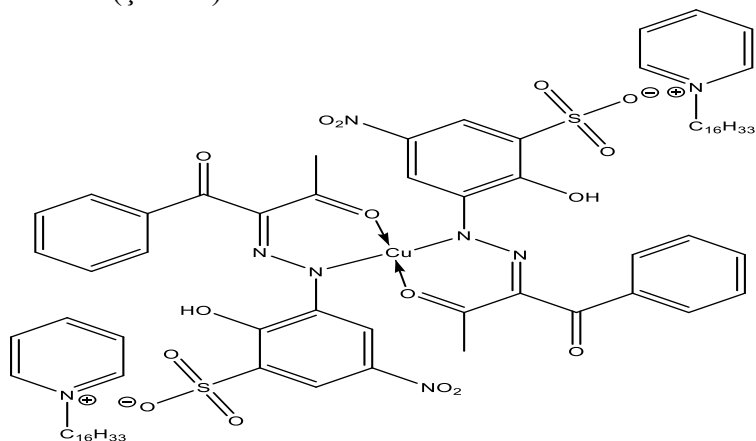
### **Reaktivlərin dəmirin (III) və misin (II) təyininə analitik tətbiqi.**

Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, dəmir (III) ionu  $R_5$ ,  $R_{11}$ - $R_{13}$  reaktivləri, mis (II) ionu isə  $R_9$ - $R_{12}$  reaktivləri ilə intensiv rəngli kompleks birləşmə əmələ gətirir. Ona görə də bu reaktivlərin həmin metal ionları ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmə spektrofotometrik tədqiq edilmişdir. Binar kompleks birləşmələrin analitik parametrlərini artırmaq üçün hidrofob aminlər fenantrolin, etilendiamin,  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil, diantipirilmetan və onun törəmələri diantipirilfenilmetan, diantipiril-o-oksifenilmetan, kation səthi aktiv maddələrin KSAM – setilpiridin xlorid, setilpiridin bromid, setiltrimetilammonium bromidin binar kompleksə təsiri öyrənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, üçüncü komponentin təsirindən müxtəlifliqandlı komplekslərin davamlılığı artdığına görə, birləşmələrin işıqudma spektrində və optimal pH-da müəyyən dəyişikliklər baş verir.

Belə ki, kompleks birləşmələrin maksimum işıqudmasında batoxrom sürüşmə baş verir və optimal pH isə turş mühitə doğru yerini dəyişir.

İzomolyar, Starik-Barbanel və tarazlığın sürüşməsi metodları ilə binar və müxtəlifliqandlı komplekslərin tərkibindəki komponentlər nisbəti müəyyən edilmişdir. Astaxov metodu ilə kompleks əmələgəlmə reaksiyası zamanı ayrılan hidrogen ionlarının sayı təyin edilmişdir. Alınan nəticələrə əsasən Cu (II)-in səthi aktiv maddə iştirakında R<sub>9</sub> ilə əmələgətirdiyi kompleksin quruluşunu məhlulda aşağıdakı kimi təsvir etmək olar (Şəkil 8):



**Şəkil 8.** Cu (II) metalının R<sub>9</sub> reaktivi ilə kation səthi aktiv maddələrin iştirakında kompleks əmələ gətirməsi mexanizmi.

Təcrübə göstərir ki, müxtəlifliqandlı komplekslər binar komplekslərə nisbətən turş mühitdə əmələ gəlir. Ona görə də bu reaksiyaların yüksək seçiciliyə malik olacaqlarını qabaqcadan proqnozlaşdırmaq olar. Tədqiq olunan müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələrin molyar udma əmsalları da binar kompleksə nisbətən yüksək olur.

Reaktivlərin qatılığının kompleks əmələgəlməyə təsiri müəyyən edilmiş və müxtəlif spektrofotometrik xarakteristikaları hesablanmışdır.

Fe (III) R<sub>12</sub> və R<sub>13</sub>, Cu (II)– n isə R<sub>9</sub> reaktivi üçün işlənmiş fotometrik təyini metodikalarının statistik xarakteristikaları hesablanmışdır. Hesablanmış nəticələrə əsasən, standart və nisbi

standart kənaraxıxma hesablanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, təklif olunan metodika dəqiq, düzgün və etibarlıdır.

Dəmir (III) və mis (II) üçün tətbiq edəcəyimiz reaksiyaların əsas spektrofotometrik xarakteristikaları cədvəl 4-də göstərilmişdir. Cədvəldə dəmirin (III) R<sub>5</sub> və R<sub>11</sub>-R<sub>13</sub>, misin (II) R<sub>9</sub>-R<sub>12</sub> reaktivləri ilə əmələgətirdiyi binar və müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələr fotometrik metod vasitəsilə tədqiq edilmişdir. Tədqiqatın nəticələri pH<sub>opt</sub>, λ<sub>max</sub>, molyar udma əmsalı, komplekslərdə komponentlərin nisbəti, komplekslərin davamlılıq sabitləri və Ber qanununa tabeçilik intervalının qiymətləri Cədvəl 4-də göstərilmişdir.

#### Cədvəl 4.

Dəmir (III) və misin (II) benzoilasetonun azotörəmələri ilə əmələ gətirdiyi komplekslərin bir sıra xarakteristikaları.

Kompleks	pH <sub>opt</sub>	λ <sub>opt</sub>	ε·10 <sup>4</sup>	lgβ	Komponentlərin nisbəti	Ber qanununa tabeçilik intervalı mkq/ml
Fe(III)-R <sub>5</sub>	5,0	418	1,000	9,34±0,09	1:2	0,22-11,20
Fe(III)-R <sub>5</sub> -DAM	3,0	458	1,275	11,68±0,13	1:2:2	0,17-6,72
Fe(III)-R <sub>5</sub> -DAFM	3,0	482	2,000	10,66±0,14	1:2:2	0,11-11,20
Fe(III)-R <sub>5</sub> -DAOFM	3,0	487	1,500	10,10±0,10	1:2:2	0,17-6,72
Fe-R <sub>11</sub>	5,0	440	2,680	5,11±0,03	1:1	1,12-2,24
Fe-R <sub>11</sub> -SPCl	3,0	463	3,900	10,70±0,03	1:1:1	0,112-1,12
Fe-R <sub>11</sub> -SPBr	3,0	456	3,362	10,40±0,03	1:1:1	0,56-1,12
Fe-R <sub>11</sub> -STMABr	3,0	482	2,920	10,10±0,03	1:1:1	0,56-1,12
Fe-R <sub>12</sub>	5,0	425	1,786	4,96±0,03	1:2	0,11-2,74
Fe-R <sub>12</sub> -DAM	2,0	455	2,260	9,09±0,03	1:2:2	0,11-3,36
Fe-R <sub>12</sub> -DAFM	3,0	434	2,670	10,87±0,04	1:2:1	0,11-6,72
Fe-R <sub>12</sub> -DAOFM	3,0	448	2,860	11,91±0,1	1:2:2	0,11-5,6
Fe-R <sub>13</sub>	5,0	397	0,750	4,57±0,05	1:1	0,224-2,24
Fe-R <sub>13</sub> -DAM	3,0	402	1,200	10,23±0,03	1:1:1	0,112-6,72



Fe-R <sub>13</sub> -DAFM	3,0	405	1,425	11,48±0,03	1:1:1	0,112-8,96
Fe-R <sub>13</sub> -DAOFM	3,0	400	1,050	9,20±0,01	1:1:1	0,112-2,24
Cu-R <sub>9</sub>	3,0	444	1,400	6,04±0,12	1:2	0,25-3,07
Cu-R <sub>9</sub> -ED	2,0	461	2,200	10,16 ±0,14	1:2:2	0,12-2,56
Cu-R <sub>9</sub> -Fen	3,0	468	1,850	9,12 ±0,09	1:2:2	0,18-2,56
Cu-R <sub>9</sub> -α,α'-dip	3,0	471	1,720	9,44 ±0,13	1:2:2	0,18-2,56
CuR <sub>9</sub> -SPCl	2,0	456	2,300	11,24±0,12	1:2:2	0,12-2,56
CuR <sub>9</sub> -SPBr	2,0	454	2,200	10,82±0,10	1:2:2	0,12-2,56
CuR <sub>9</sub> -STMABr	2,0	461	2,500	12,04±0,09	1:2:1	0,12-2,56
CuR <sub>10</sub>	4,0	451	1,375	5,76±0,03	1:2	0,25-3,07
CuR <sub>10</sub> -SpBr	3,0	475	1,920	11,46±0,05	1:2:2	0,14-2,58
Cu-R <sub>11</sub>	4,0	456	0,975	4,90±0,04	1:2	0,25-6,14
Cu-R <sub>11</sub> -SPCl	2,0	468	1,500	10,36±0,03	1:2:2	0,13-5,12
Cu-R <sub>11</sub> -SPBr	3,0	484	2,150	11,26±0,05	1:2:2	0,13-2,56
Cu-R <sub>11</sub> -STMABr	3,0	476	1,750	10,52±0,04	1:2:2	0,13-3,07
Cu-R <sub>12</sub>	5,0	434	1,500	4,36±0,03	1:2	0,25-3,74
Cu-R <sub>12</sub> -SPCl	4,0	463	1,800	8,91±0,05	1:2:2	0,13-2,56
Cu-R <sub>12</sub> -SPBr	4,0	447	1,700	8,95±0,03	1:2:1	0,15-2,56
Cu-R <sub>12</sub> -STMABr	4,0	452	2,250	9,26±0,04	1:2:2	0,13-2,56

Cədvəldən görüldüyü kimi üçüncü komponentin təsirindən əmələgələn müxtəlifliqandlı kompleksin optimal şəraiti turş mühitə doğru sürüşür. Ona görə də bu kompleks əmələgəlmə reaksiyasının seçiciliyinin binar kompleksə nisbətən yüksək olmasını əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq olar və müxtəlifliqandlı komplekslərin maksimum udma spektrində binar kompleksə nisbətən batoxrom sürüşmə baş verir. Tədqiq olunan komplekslərin hamısında bu hal müşahidə edilir. Hidrofob aminlər və səthi aktiv maddələr iştirakında dəmir (III) və misin (II) əmələ gətirdiyi müxtəlifliqandlı komplekslərin davamlılığı artdıqca, molyar udma əmsalları da artır. Müxtəlifliqandlı komplekslərdə dərəcəli qrafikə təcəvilik intervalı daha kiçik qatılıqdan başlayır.

Analiz zamanı təyinatə mane olan kənar ionların təsirini aradan qaldırmaq üçün pərdələyici maddələrdən istifadə edilir.

Fe (III) və Cu (II)–in tədqiq etdiyimiz reaktivlərlə binar və müxtəlifliqandlı kompleks əmələgətirmə reaksiyalarına kənar ionların təsiri öyrənilmiş və mane olan ionların maneçiliyini aradan qaldırmaq məqsədilə pərdələyicilərin təsiri də öyrənilmişdir. Təcrübi nəticələrin hesablamaları cədvəldə verilmişdir (Cədvəl 5-6).

### Cədvəl 5.

Dəmirin (III) DAM və onun törəmələri iştirakı olmadan və iştirakında 1-fenil-2-[2-hidroksi-fenilazo]butadion-1,3 reaktivi ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrə kənar ionlar və pərdələyici maddələrin təsiri.

\*-mane olmur

İon və ya maddə	Fe-R <sub>12</sub>	Fe-R <sub>12</sub> -DAM	Fe-R <sub>12</sub> -DAFM	Fe-R <sub>12</sub> -DAOFM
Qələvi metallar	*	*	*	*
Qələvi-torpaq metallar	*	*	*	*
Ni(II)	1700	1765	1720	1650
Co(II)	1500	1700	1650	2000
Zn(II)	430	670	780	850
Mn(II)	285	328	320	500
Cu(II)	3	8	8	5
Cd(II)	1200	1667	1650	1550
Al(III)	100	260	300	200
Cr(III)	139	155	158	140
Sn(IV)	120	180	175	165
V(V)	30	50	51	45
Sb(V)	16	20	25	30
F <sup>-</sup>	200	220	220	500
Limon turşusu	260	345	350	370
Çaxır turşusu	580	1000	1000	900
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	720	844	855	816

## Cədvəl 6.

Misin (II) R<sub>9</sub> reaktivini ilə hidrofob aminlər və KSAM iştirakında və iştirakı olmadan əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrə kənar ionlar və pərdələyici maddələrin təsiri.

\*-manə olmur

İon və ya maddə	R <sub>9</sub>	R <sub>9</sub> -ED	R <sub>9</sub> -Fen	R <sub>9</sub> -α,α'-dip	R <sub>9</sub> -SPCl	R <sub>9</sub> -SPBr	R <sub>9</sub> -STMABr
Na	*	*	*	*	*	*	*
K	*	*	*	*	*	*	*
Ca	*	*	*	*	*	*	*
Zn	*	*	*	*	*	*	*
Cd	*	*	*	*	*	*	*
Mn	*	*	*	*	*	*	*
Ni	46	78	65	65	118	115	115
Co	277	324	310	305	364	340	345
Al	*	*	*	*	*	*	*
Sm	*	*	*	*	*	*	*
Fe(III)	9	5	5	5	6	5	3
Ga(III)	547	597	570	560	647	610	600
In(III)	539	605	580	580	645	620	620
Bi(III)	33	84	70	70	124	110	110
Sn(IV)	186	240	215	210	280	255	250
Hf(IV)	351	420	390	375	460	430	415
Ti(IV)	375	480	450	455	520	490	495
Zr(IV)	711	790	755	765	830	795	805
Mo(VI)	150	204	180	180	244	220	220
W(VI)	287	375	340	340	415	380	380
C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	104	150	120	130	190	160	170
EDTA	10	17	14	15	57	54	55
Tiomoçevi na	59	73	64	60	113	104	100
Limon turşusu	985	1120	1010	1005	1170	1160	1055
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·12H <sub>2</sub> O	703	740	710	720	790	760	770
Çaxır turşusu	279	310	305	300	350	345	340
F <sup>-</sup>	281	315	310	310	355	350	350

İşlənmiş metodikalar dəmirin (III) müxtəlif alma və soğan sortlarında, misin (II) isə dəniz suyunda, mis əsaslı ərintidə, dağ süxurlarında, qarabaşaqda, noxudda, bananda və göbələkdə təyini üçün tətbiq edilmişdir ( Cədvəl 7).

**Cədvəl 7.**

Müxtəlif təbii obyektlərdə dəmirin (III) və misin (II) miqdarının fotometrik təyininin nəticələri

Analiz olunan nümunələr	Tapılmışdır Fe %.	
	R <sub>12</sub> +Diantipirilfenil metan	AAS
Alma (Severyanka)	$(5,60 \pm 0,07) \cdot 10^{-3}$	$(5,63 \pm 0,09) \cdot 10^{-3}$
Alma (Sıqanka)	$(2,48 \pm 0,06) \cdot 10^{-2}$	$(2,45 \pm 0,10) \cdot 10^{-2}$
Alma (Qolden Delişes)	$(3,36 \pm 0,04) \cdot 10^{-2}$	$(3,32 \pm 0,03) \cdot 10^{-2}$
	R <sub>13</sub> +Diantipirilfenil metan	
Hövsan soğanı	$(5,34 \pm 0,03) \cdot 10^{-1}$	$(5,20 \pm 0,08) \cdot 10^{-1}$
Qırmızı soğan	$(2,82 \pm 0,04) \cdot 10^{-1}$	$(2,89 \pm 0,06) \cdot 10^{-1}$
	Tapılmışdır Cu, %	
	R <sub>9</sub> +STMABr	
1 pirit nümunəsi	0,65±0,10	0,600±0,006
2 pirit nümunəsi	0,93±0,13	0,910±0,003
3 pirit nümunəsi	4,15±0,12	4,19±0,004
	R <sub>9</sub> +ED	
Dəniz suyu (Türkan qəsəbəsi)	$(3,74 \pm 0,03) \cdot 10^{-5}$	$(3,78 \pm 0,01) \cdot 10^{-5}$
	R <sub>11</sub> +SPBr	
Banan (Qro-Mişel)	$(3,40 \pm 0,03) \cdot 10^{-3}$	$(3,46 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}$
Göbələk (Şampinon)	$(3,15 \pm 0,02) \cdot 10^{-3}$	$(3,2 \pm 0,06) \cdot 10^{-3}$
Noxud (Getman)	$(3,33 \pm 0,06) \cdot 10^{-3}$	$(3,5 \pm 0,03) \cdot 10^{-3}$
	R <sub>12</sub> +STMABr	
Banan (Qro-Mişel)	$(3,47 \pm 0,03) \cdot 10^{-3}$	$(3,49 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}$
Qarabaşaq (Oranta)	$(2,40 \pm 0,02) \cdot 10^{-3}$	$(2,46 \pm 0,06) \cdot 10^{-3}$
Noxud (Getman)	$(3,34 \pm 0,06) \cdot 10^{-3}$	$(3,38 \pm 0,03) \cdot 10^{-3}$

## Nəticələr

1. Benzoilaseton əsasında 13 reaktiv sintez edilmişdir. Reaktivlərin individuallığı İQ və NMR spektroskopik analiz metodları ilə dəqiqləşdirilmişdir. Bu reaktivlərdən beşinin kristallik quruluşu rentgen analiz üsulu ilə tədqiq edilmiş və reaktivlərin hidrazo tautomer formada olduğu müəyyən edilmişdir.
2. Bu reaktivlərin (R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub>) bir sıra keçid metalları Fe (III), Cu (II), Co (II), Ni (II), Zn (II), Cd (II), Mn (II) ilə əmələgətirdiyi kompleks birləşmələrin müxtəlif üzvi həlledicilərdə - karbon-4-xloriddə, benzolda, xloroformda və izobutanolda ekstraksiya olunma imkanları öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kompleks birləşmələrin ekstraksiya çıxımı ən yüksək CCl<sub>4</sub>-dən istifadə etdikdə, müşahidə olunur. Bütün hallarda ən yaxşı ekstraksiya olunan Fe<sup>3+</sup> ionudur. Müəyyən edilmişdir ki, R<sub>1</sub> və R<sub>2</sub> reaktivləri ilə Fe<sup>3+</sup> ionunu başqa metallar qarışığından ayırmaq olar.
3. Spektrofotometrik metod vasitəsilə dəmir (III) və misin (II) sintez edilmiş reaktivlər ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələr tədqiq edilmiş, optimal şəraiti müəyyən edilmiş, komplekslərin əsas analitik xarakteristikaları təyin edilmiş və kompleks əmələ gəlmənin mexanizmi öyrənilmişdir. Potensiometrik və konduktometrik titrləmə metodu ilə kompleks birləşmələrin davamlılıq sabitləri və xüsusi elektrik keçiricilikləri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, davamlılıq sabiti ən yüksək və xüsusi elektrik keçiriciliklərinin qiyməti ən aşağı olanı dəmir (III) kompleksidir.
4. Dəmirin (III) və misin (II) benzoilaseton əsasında sintez edilmiş reaktivlərlə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin analitik parametrlərini artırmaq məqsədilə üçüncü komponentlərdən istifadə edilmişdir. Aşkar olunmuşdur ki, üçüncü komponentin təsirindən əmələgələn müxtəlifliqandlı kompleks birləşmənin optimal əmələgəlmə pH-ı turş mühitə doğru sürüşür,  $\lambda_{\max}$ -da binar kompleksə nisbətən batoxrom sürüşmə baş verir, molyar udma əmsalının və davamlılıq sabitinin qiyməti artır. Müxtəlifliqandlı komplekslərin eyniliqandlı komplekslərə nəzərən yüksək analitik xarakteristikalara malik olduğu sübut edilmişdir.
5. Kənar ionların eyni zamanda pərdələyici maddələrin binar və müxtəlifliqandlı kompleks əmələgəlmə reaksiyalarına təsiri

öyrənilmişdir. Alınan nəticələrə əsasən müxtəlifliqandlı komplekslərin dəmir (III) və misin (II) təyini üçün daha yüksək seçicilik ilə xarakterizə olunduğu müəyyən edilmişdir.

6. Dəmir (III) və misin (II) ionlarının spektrofotometrik təyinat metodikaları işlənib hazırlanmışdır. İşlənmiş metodikalar dəniz suyu, mis əsaslı ərinti, dağ süxuru, banan, göbələk, qarabaşaq, noxud, alma, soğan sortları kimi təbii obyektlərdə qeyd olunan metalların təyini üçün tətbiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, yüksək təkrarlılığa və etibarlılığa malikdir, eləcə də sadə və ekspressdir.

### **Dissertasiyanın əsas müddəaları və alınmış nəticələr aşağıdakı elmi işlərdə dərc edilmişdir.**

1. Ayvazova A.V., Əliyeva F.S., Güllərli G.H. Benzoilaseton əsasında sintez edilmiş üzvi reagentin mislə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmənin spektrofotometrik tədqiqi // “Analitik kimya” kafedrasının 80 illik yubileyinə həsr olunmuş VI Respublika elmi konfransı, - Bakı: - 2015, - s.47-48.
2. Айвазова, А.В., Алиева, Р.А., Чырагов, Ф.М. Комплексообразование меди(II) с азопроизводным бензоилацетона в присутствии третьего компонента // East European Scientific Journal, - Warsaw: - 2016, vol.1, №10, - с.147-151.
3. Aliyeva, R.A. Spectrophotometric study of the complex formation of copper (II) with 1-phenyl-2- [2-hydroxy-3-sulfo-5-nitrophenylazo] 1,3-butadione in the presence of cationic surfactants / Rafiga Aliyeva, Arzu Ayvazova, Famil Chiragov [et al.] // Journal of Advances in Chemistry, - 2016, №11, vol.12, - p.4543-4548.
4. Алиева, Р.А. Определение константы диссоциации органических реактивов, синтезированных на основе бензоилацетона и константы устойчивости их комплексных соединений с некоторыми металлами / Р.А.Алиева, А.В.Айвазова, У.М.Абилова [и др] // Вестник Бакинского Университета, - Баку: - 2016. №2, - s.10-13.
5. Айвазова А.В., Алиева Р.А., Чырагов Ф.М. Исследование комплексообразования меди(II) с новыми азопроизводными бензоилацетоне // Gənc alimlərin I beynəlxalq elmi konfransı, – Gəncə: 17-18 oktyabr, – 2016, – с.219-221

6. Ayvazova A.V., Əliyeva R.Ə., Əliyeva F.S., Hüseynova A.E., Çıraqov F.M. Benzoilasetonun azotөрәмəsi ilə misin(II) üçüncü komponentin iştirakında kompleksәмәләgәtirmәsinin tәdqiqi // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünә һәsr olunmuş doktorant, magistr və gәnc tәdqiqatçıların “Kimyanın aktual problemlәri” X Respublika elmi konfransı, - Bakı: - 2016, - s.35-36.
7. Айвазова, А.В. Спектрофотометрический метод определения микроколичеств меди (II) в банане, горохе и гречке // Вестник Бакинского Университета, серия естественных наук, - Баку: - 2017. №3, - s.16-22.
8. Ayvazova A.V., Əliyeva R.Ə., Güllәrli G.H., Kazımzadә S.H., Çıraqov F.M. Benzoilaseton әsasında sintez edilmiş reaktivlәrin bәzi metallarla әmәлә gәtirdiyi kompleks birlәşmәlәrin tәdqiqi // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünә һәsr olunmuş doktorant, magistr və gәnc tәdqiqatçıların “Kimyanın aktual problemlәri” XI Respublika elmi konfransının materialları, - Bakı: - 03-04 may, - 2017, - s.137-138.
9. Əliyeva R. Ə., Çıraqov F. M., Abdullayev R. Ə., Ayvazova A. V. Setilpiridin bromid iştirakında misin (II) 1-fenil-2-[2-hidroksio-3-sulfo-5-xlorofenilazo] butadion-1,3-ilә kompleks әmәләgәtirmәsinin spektrofotometrik tәdqiqi // Müasir Tәbiәt Elmlәrinin aktual problemlәri Beynәlxalq Elmi Konfrans, - Gәncә: - 04-05 may, -2017, - s.231-234.
10. Айвазова А.В., Алиева Р.А., Чырагов Ф.М., Гюллерли Г.Г. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования меди (II) и железа (III) с 1-фенил-2-[2-гидрокси-3-сульфо-5-нитрофенилазо] бутадион -1,3 и 1-фенил-2-[2-гидрокси-фенилазо] бутадион-1,3 в присутствии третьего компонента Байкальская школа-конференция по химии, Иркутск: - 15-19 мая, - 2017, - с.270-271.
11. Айвазова А.В., Чырагов Ф.М., Бабаев А.К. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования меди (II) 1-фенил-2-[2-гидрокси-фенилазо] бутадион-1,3 в присутствии третьего компонента // Материалы V-ой Международной Бергмановской конференции физико-химический анализ в образовании, науке и технике, - Махачкала: -27-28 сентября, - 2017, - с.62.

12. Ayvazova A.V., Əliyeva R.Ə., Məhərrəmov A.M., Əliyev İ.Ə., Axundova M.T., Çıraqov F.M. Spektrofotometrik metodla misin 1-fenil-2-(2-hidroksi-4-nitrofenilazo) butadion-1,3 ilə kation səthi-aktiv maddələrin iştirakında kompleks əmələgətməsi // Akademik Rəfiqə Əliyevanın 85 illik yubileyinə həsr olunmuş Koordinasion birləşmələr kimyası: Analitik kimyanın aktual problemləri beynəlxalq elmi konfransının materialları, - Bakı: -16-17 noyabr, - 2017, - s.45-46.
13. Ayvazova A.V., Afandiyeva N.T., Chiragov F.M. Spectrophotometric investigation of binary and mixliganded complexes of the reagent synthesized on the basis of benzoilacetone with iron (III) // Современные проблемы химической науки и фармации Сборник материалов VI Всероссийской конференции с международным участием, - г Чебоксары: - 23-24 ноября, - 2017, - p.161.
14. Алиева, Р.А. Спектрофотометрический метод определения железа (III) в разных сортах яблок / Р.А.Алиева, А.В.Айвазова, Ф.Е.Еспанди [и др] // Известия вузов. прикладная химия и биотехнология, - Иркутск: - 2018. vol.8, №1, - s.42-50.
15. Ayvazova A.V., Əliyev İ.Ə., Ağayev Ş.E., Əliyeva F.S. Benzoilaseton əsasında sintez edilmiş azobirləşmənin Fe(III) metalı ilə kompleksəmələgətməsinin spektrofotometrik metodla tədqiqi // Ümummillî lider H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XII Beynəlxalq elmi konfransının materialları, - Bakı: - 03-04 may, - 2018, - s.239.
16. Ayvazova A.V., Çıraqov F.M., Əliyev İ.Ə., Əliyeva F.S. Benzoilasetonun azotөрəmələrinin Fe(III) və Cu(II) metalları ilə üçüncü komponentlərin iştirakında kompleksəmələgətməsinin spektrofotometrik metodla öyrənilməsi // Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri Beynəlxalq elmi konfrans, - Gəncə: - 04-05 may, - 2018, I Hissə, - s.16-18.
17. Айвазова А.В., Цинцадзе Г.В., Магеррамов М.Г., Цинцадзе А.М., Тахирли Ш.А., Насибли А.Г., Нагиев Х.Дж., Чырагов Ф.М. Синтез азопроизводных β-дикетонов и их комплексообразование с некоторыми металлами // Международная научно-методическая конференция «Химия – достижения и перспективы» Посвященная 85-летию академика Гиви



- Васильевича Цинцадзе, - Тбилиси:- 19-20 октября, - 2018, - с.113-114.
18. Айвазова А.В., Магеррамов А.М., Цинцадзе М.Г., Алиев И.А., Чырагов Ф.М. Спектрофотометрический метод определения микроколичеств меди в пищевых продуктах // Международная научно-методическая конференция «Химия – достижения и перспективы» Посвященная 85-летию академика Гиви Васильевича Цинцадзе, - Тбилиси: - 19-20 октября, - 2018, - с.112.
  19. Айвазова А.В. Спектрофотометрическое определение меди (II) в природных объектах // Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XXII Respublika Elmi konfransının materialları, – Bakı: - 22-23 mayabr, - 2018, - s.49-51.
  20. Ф.С.Алиева., Г.З.Мамедова., И.А.Алиев., Ф.М.Чырагов Изучение кристаллической и молекулярной структуры азосоединения бензоилацетона-[C<sub>16</sub>H<sub>13</sub>FN<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] методом РСА Материалы научной конференции «Нагиевские чтения», посвященной 110-летию академика М.Нагиева, - Баку: - 2018, - с.283.
  21. Ayvazova, A.V, Mughalova, G.R, Chiragov, F.M. Spectrophotometric method for determination of copper (II) microquantities in a banana, mushrooms and pea // New Materials, Compounds and Applications, - 2019, Vol.3, №1, - p.23-28.
  22. Айвазова А.В., Мугалова Г.Р., Чырагов Ф.М. Фотометрическое определение железа(III) в яблоке // XI Всероссийская конференция по анализу объектов окружающей среды международным участием «Экоаналитика-2019», - 2019, - с.13.
  23. Ayvazova A.V., Əsgərov R.K., Çıraqov F.M. Benzoilaseton əsasında sintez edilmiş yeni azobirləşmənin Fe(III) ilə kompleksmələgətirməsinin spektrofotometrik təyini // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 96-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XIII Beynəlxalq elmi konfransının materialları, - Bakı: - 15-16 may, - 2019, - s.153.
  24. Ayvazova A.V., Çıraqov F.M. Spektrofotometrik metodla Fe (III)-in mikromiqdarının qırmızı və hövsən soğanında təyini // Naxçıvan Dövlət Universiteti. “Kimya elminə müasir baxış” adlı Respublika

- elmi konfransının materialları, - Naxçıvan: - 8 oktyabr, - 2019, - s.47-48.
25. Ayvazova A.V., Məhərrəmov A.M., Çıraqov F.M. Dəmirin(III) fotometrik təyini üsulu Sənaye mülkiyyəti (İxtiralar, Faydalı modellər aylıq rəsmi bülleten), - 2019, №10, - s.11.
  26. Ayvazova A.V. Benzoilaseton əsasında sintez olunmuş yeni üzvi reaktivlərin dissosiasiya sabitlərinin və bəzi metallarla davamlılıq sabitlərinin təyini // Gənc Tədqiqatçı jurnalı, -Bakı: -2020. VI cild, №2, -s 30-35.
  27. Ayvazova, A.V. Investiagtion of crystal structure and analytical opportunities of 3 - (4'-fluorophenylimine) - 1 - phenylbutanon – 1 / Arzu Ayvazova, Khalil Nagiyev, Rizvan Abdullayev [et al.] // Chemical problems, - 2020. vol.3, №18 – p.343-350.
  28. Ayvazova, A.V., Əliyeva, F.S., Çıraqov, F.M. Fe(III)-in benzoilaseton əsasında sintez edilmiş üzvi reaktivlərlə üçüncü komponentlərin iştirakında spektrofotometrik təyini // Analitik kimya kafedrasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Koordinasion Birləşmələr Kimyası” VIII Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları, - Bakı: -22-23 dekabr, - 2020, - s.177-179.
  29. Ayvazova, A.V., Qurbanova, G.M., Çıraqov, F.M. Benzoilasetonun azotөрəmələrindən istifadə etməklə bəzi elementlərin ekstraksiyasının öyrənilməsi // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların «Kimyanın aktual Problemləri» XIV Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları, - Bakı: - 25-26 may, - 2021, - s.319-321.



Dissertasiyanın müdafiəsi 4 oktyabr 2024-cü il tarixində saat 11<sup>00</sup> -da Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1148, Bakı ş., akad. Z.Xəlilov küç. 33, Əsas tədris binası.

Dissertasiya ilə Bakı Dövlət Universitetinin Elmi kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Bakı Dövlət Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat “03” iyul 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 12.06.2024  
Kağızın formatı: 60/84, 16/1  
Həcmi: 39433  
Tiraj: 100