

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**BİR VƏ İKİ ƏSASLI KARBON TURŞULARININ YENİ
METAL KOMPLEKSLƏRİNİN SİNTEZİ, QURULUŞ VƏ
BİOLOJİ AKTİVLİYİNİN TƏDQIQI**

İxtisas: 2303.01 – «Qeyri-üzvi kimya»

Eım sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Səadət Suliddin qızı Həsənova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, professor
Elman Məhəmməd oğlu Mövsümov

kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Qüdrət Məşədi qızı Əliyeva

Rəsmi opponentlər: kimya elmləri doktoru, professor
Özbək Misirxan oğlu Əliyev

kimya elmləri doktoru, professor
Famil Musa oğlu Çıraqov

kimya elmləri doktoru, professor
Hüseyn Ramazan oğlu Qurbanov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.15 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

kimya elmləri doktoru, akademik
Dilqəm Bəbir oğlu Tağıyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Ülviyyə Əhməd qızı Məmmədova

Elmi seminarın sədri:

kimya elmləri doktoru, professor
Akif Şıxan oğlu Əliyev



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi: Son zamanlar kimyəvi üsullarla sintez olunan dərman preparatları geniş istifadə olunmaqdadır. Bu maddələr tətbiq olunduqda bir sıra tələblərə cavab verməlidir: dərman preparatının hüceyrə membranından keçməsi üçün o müstəvi quruluşda olmalı; molekulda xeyli miqdar hidrogen atomları olmalıdır ki, o ionlaşa bilsin və ya orqanizmdə olan amin turşuların tərkibindəki $-OH$, $-NH_2$, $-SH$, $-COOH$ qrupları ilə birləşərək hidrogen rabitəsi əmələ gətirməklə hüceyrə membranından asanlıqla keçə bilsin; dərman preparatı orqanizmdə olan mikroelementlərlə kompleks birləşmə əmələ gətirdikdə molekulun tərkibində olan hidrofil qruplarından biri sərbəst qalsın.

Məlumdur ki, Cd, Zn, Pb, Hg, Sn, U kimi ağır metallar ətraf mühitdə rast gəlinərək qida maddələri və atmosfer havası vasitəsilə orqanizmə daxil olur vitaminlər, fermentlər və amin turşularla birləşərək qaraciyər və böyrəklərdə toplanır ki, bu da orqanların sıradan çıxmasına səbəb olur.

Tədqiqat işində tətbiq olunan liqandlar yuxarıdakı tələbləri ödəyən və təbii preparatlar olan benzoy turşusunun törəmələri olub, orqanizmdə bir sıra metabolik proseslərdə iştirak edərək antidot xassəsi göstərir və ağır metallarla suda həll olmayan kompleks birləşmələr əmələ gətirərək onların orqanizmdə rast gəlinən həyati əhəmiyyətli vitaminlər, hormonlar, fermentlərlə birləşməsinin qarşısını alaraq orqanizmdən kənarlaşmasını təmin edir^{1,2,3}.

¹ Premkumar, M. Mono and Dinuclear Cu(II) Carboxylate Complexes with Pyridine and 1-methylimidazole as Co-Ligands: Synthesis, Structure, Antibacterial Activity and Catalytic Nitroaldol Reactions / M.Premkumar, D.Kaleeswaran, G.Kaviyaranan, D.A.Prasanth, G.Venkatachalam, // -Chemistry Select -2019, 4(25), -p.7507-7511

² Raza, A.R. Evaluation of Antimicrobial, Anticholinesterase Potential of Indole Derivatives and Unexpectedly Synthesized Novel Benzodiazine: Characterization, DFT and Hirshfeld Charge Analysis / A.R. Raza, S.L.Rubab, M.Ashfaq, Y.Altaf, M.N.Tahir, M.F.Rehman u., T.Aziz, M.Alharbi, A.F.Alasmari // -Molecules -2023, 28(13), -p. 5024-5044.

³ Malik, A.N., Preparation, Crystal Structure, Supramolecular Assembly, and DFT Studies of Two Organic Salts Bearing Pyridine and Pyrimidine / A.N. Malik, M.N.Tahir, A.Ali, M.Ashfaq, M.Ibrahim, A.E.Kuznetsov, M.A.Assiri, M.Y.Sameeh // -ACS Omega -2023, 8(28), -p.25034-25047.

Kompleksəmələgətirici kimi tətbiq olunan mikro və ultramikro elementlər orqanizmdə fermentlərin və enzimlərin tərkibinə daxil olaraq müxtəlif fizioloji funksiyaları həyata keçirirlər. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu vacib elementlərin çatışmazlığı və normadan artıqlığı qarşısı alınmaz xəstəliklərin yaranmasına səbəb olur⁴.

Benzoy turşusunun tərkib və quruluşca aminturşularla oxşar törəmələri ilə vacib mikroelementlərin əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin quruluşlarının öyrənilməsi və kənd təsərrüfatında tətbiqi, yeni dərman preparatlarının istifadə istiqamətlərini təyin edir və məqsədyönlü bioloji fəal kompleks birləşmələrin sintezinin əhəmiyyətini göstərir⁵.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Ədəbiyyatda və “Kembric Kristalloqrafik Məlumatlar Bazasında (KKMB) olan məlumatların təhlil olunması ilə benzoy turşusunun törəmələri ilə keçid elementlərinin və lantanoidlərin yeni metal komplekslərinin sintezi, quruluş analizi üçün kifəyyətli monokristalların alınması, tədqiqatın obyektı kimi seçilmişdir. Molekulyar–kristal quruluşlarının tədqiqatının aparılması, alınan nəticələrin bioloji fəallıqla qarşılıqlı təsirlərinin öyrənilməsi nəticəsində yeni dərman preparatlarının sintezi tədqiqat işinin predmeti kimi qarşıya qoyulmuşdur.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Benzoy, tereftalat turşularının törəmələri, pirazin-2-karbon turşuları istifadə olunaraq yeni metal komplekslərinin sintez metodikasının işlənilib hazırlanması, alınmış metal komplekslərinin rentgen quruluş analiz üsulu ilə molekulyar və kristal quruluşlarının öyrənilməsi, onlarda metal–liqand sistemində monokristalların su mühitində əmələgəlmə mexanizminin öyrənilməsi və əsasi xassəli həlledicilər əsasında yeni addukt kompleks birləşmələrin əmələgəlmə mexanizminin işlənilib

⁴ Ashfaq, M. DFT and single crystal analysis of 4 – hidrobenzoat derivatives metals / T.Muhammed Nawas, H.M.Shafaat, X.Muhammad, A.Akbar // Journal of Molekular Structure, - Russian: -2019, -p.127041 – 127054.

⁵ Qasimova, S.A. Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface and void analysis of bis (4-aminobenzoato)-bis (bis(4-aminobenzoato) diaquatulium (III) dehydrate / S.A.Kasumova, A.Muhammad, N.T.Muhammad, E.M.Mobeumov, Sh.M.Khurram // Acta Cryst. -2022, E78, -p.282-286.

tətbiq olunması yeni lüminesens xassəli lantanoidlərin kompleks birləşmələrində sintezi məqsəd kimi qarşıya qoyulmuş və həll edilməsi mümkün hesab edilmişdir:

- tədqiq olunan birləşmələrin yeni metal komplekslərinin sintezi;
- sintez olunmuş yeni kompleks birləşmələrinin molekulyar kristal quruluşlarının öyrənilməsi;
- sintez olunmuş bir çox kompleks birləşmələrin İQ spektroskopiya, termoqravimetriya və rentgenoqrafik tədqiqat üsulları ilə tədqiq olunması.
- kristal quruluşları məlum olan oxşar kompleks birləşmələrin quruluş məlumatları ilə əldə olunan fiziki-kimyəvi tədqiqat məlumatları müqayisə edilərək onarın mümkün quruluşunun təyin olunması;
- alınmış yeni metal komplekslərinin və onların piridin, pirazin adduktlarının diferensial termiki analiz üsulu ilə termoliz prosesinin öyrənilməsi;
- sintez olunmuş bioloji fəal kompleks birləşmələrin kənd təsərrüfatında tətbiqini reallaşdıraraq yeni dərman preparatlarının sintezinə nail olunması;

Tədqiqat metodları: Tədqiqat işində mikro və ultra-mikroelementlərin, ağır metalların və nadir torpaq elementlərinin benzoy, tereftalat turşulayının törəmələri, pirazin-2-karbon turşuları ilə yeni kompleks birləşmələrinin sintezi uyğun əvəzetmə reaksiyaları ilə həyata keçirilmişdir. Rentgenquruluş analizi üçün keyfiyyətli monokristallar hər bir kompleks birləşmə üçün xüsusi üsul ilə sintez olunmuşdur.

Suda həll olmayan və su mühitində alınan akva komplekslərin monokristalları diffuziya üsulu ilə alınmışdır. Burada əsas məqsəd kristalın əmələ gəlməsində istifadə olunan liqandın və metalın suda həll olan duzların "görüşmə" müddətini azaltmaqdır. Bu üsuldən lantanoidlərin və ağır metalların monokristalları sintez olunarkən istifadə olunmuşdur.

Sintez olunmuş monokristallar Nnikon-SMZ7457 model c-leds elektron mikraskopunda seçilmiş, rentgenoqrafik analiz Commander Simle İD Brucer DZ Pharer ($\text{CuK}_2=1.54$) avtomatlaşdırılmış dikraktometrə, İQ spektroskopik analiz Perkin-Elmer 100FT-İR

spektrofotometrində 4000-450 sm^{-1} oblastında KBr-tabletindən istifadə edilərək, termoqravimetrik analiz NETZCH STA-449, F3A-0836M termoqrafında aparılmışdır. Hər üç analiz üsulları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi kimya İnstitutunda aparılmışdır. (Bakı şəhəri)

Rentgenquruluş analizləri Bakı Dövlət Universitetində Bruker APEX CCD avtomatlaşdırılmış difraktometrində ($\text{MoK}_\alpha = 071073$), Rusiya Federasiyasının Moskva şəhərində Metal Üzvi Birləşmələr İnstitutunda Bruker CCD avtomatlaşdırılmış difraktometrində, Amerika Birləşmiş Ştatlarının Virjiniya Kommenvolt Universitetində Xta LAB AFC 11, Pakistan Respublikasının Sarqodha Universitetində Bruker CCD; və Türkiyə Respublikasının Samsun 19 Mayıs Universitetində Bruker APEX CCD difraktometirlərində aparılmışdır. Bütün kristal quruluşların açılması üçün lazım olan reflekslər yuxarıdakı difraktometrlərdə toplanmış və kristal quruluşlar SHEL XT (Şeldrick-2015) və Olex-2 (Dolomanov və başqaları -2009, 2015) xüsusi proqramlar əsasında açılmışdır.

Hirşfeld səthi analiz Crystal Exploer 21.5 proqramı vasitəsilə həyata keçirilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Benzoy turşusunun NH_2 –amin, hidroksil-OH, nitro- NO_2 , karboksi -COOH törəmələrinin və Pirazin-2 karbon turşusunun mikroelementlərlə və ağır metallarla yeni kompleks birləşmələrinin sintezi və quruluşlarının tədqiqi, nəticələri.

2. Yeni kompleks birləşmələrin İQ- spektroskopiya, rentgenoqrafiya və termoqravimetriya analiz üsulları ilə tədqiqinin həyata keçirilməsi və alınan nəticələrin kristalloqrafik məlumatlarla müqayisəli şəkildə araşdırılması və quruluşlarının təhlili.

3. Sintez olunan yeni metal komplekslərində bioloji aktivliklə quruluş asılığının öyrənilməsi nəticəsi olaraq yeni bioloji fəal dərman preparatlarının sintez üsullarının işlənilib hazırlanması.

4. Yeni mikroelement tərkibli kompleks birləşmələrin kənd təsərrüfatında bitkiçilik və heyvandarlıqda tətbiqi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Tədqiqat nəticəsində 18 yeni kompleks birləşmə sintez olunmuşdur. Sintez olunmuş kompleks birləşmələrin

piridin və pirazin adduktlarının rentgenquruluş analizi üçün keyfiyyətli monokristalları sintez olunaraq molekulyar və kristal quruluşları açılmışdır. Alınmış kristalloqrafik məlumatlar İngiltərənin Kembriç Universitetində toplanan anbar məlumatlarında (KKMB) qeydə alınmışdır.

Eyni zamanda “Crystal Explorer – 21.5” proqramı vasitəsilə kristal quruluşları öyrənilmiş beş supramolekullu kompleks birləşmənin Hirşfeld səth analizi aparılmış, iki ölçülü barmaq izləri alınmış, molekulun əmələ gəlməsində iştirak edən bütün rabitələrin tipləri və faizlə miqdarı hesablanmış, kompleks birləşmələrin davamlılığını müəyyən edən molekullararası Van-der-Vaals rabitələri və boşluqlar təyin edilmişdir.

Tibbdə vərəm ələhinə dərman preparatı kimi tətbiq olunan para-aminosalisil turşusunun -4-H₂N,2-HO-C₆H₄COOH mikroelementlərlə yeni metal kompleksləri sintez edilərək kənd təsərrüfatında üzümün xloroz, toyuqlarda perozis xəstəliyinə qarşı dərman preparatı kimi tətbiq edilmiş və qarğıdalı toxumlarının cücərməsi və inkişaf mərhələsində, məhsuldarlığın artırılmasında stimulyator rolu öyrənilmişdir. Hər üç dərman preparatına Azərbaycan Respublikasının patent ixtiraları alınmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti: Bioloji fəallıqla quruluş arasındakı asılılığının öyrənilməsi nəticəsində əvvəlcədən proqnozlaşdırılmış bioloji fəal kompleks birləşmələrin məqsədyönlü sintez üsulları işlənib hazırlanmış, yeni bioloji fəal kompleks birləşmələr sintez edilərək kənd təsərrüfatında dərman preparatları və boy maddəsi kimi tətbiq edilmişdir.

Molekulyar və kristal quruluşları açılmış yeni metal komplekslərinin kristalloqrafik məlumatları, habelə digər fiziki-kimyəvi analiz üsulları ilə alınan elmi nəticələr beynəlxalq məlumatlar toplusunda qeyd edilərək tədqiqatçılar tərəfindən istifadə oluna bilər.

Aprobasiyası və tətbiqi: Dissertasiya işinin mövzusu üzrə 23 elmi əsər dərc olunmuşdur. Onlardan 10-u məqalə, 10-u məruzə tezisi və 3-ü isə Azərbaycan Respublikasının patentidir. Məqalələrdən dördü həmmüəllifsiz, altısı isə beynəlxalq xülasələndirmə və indeksləmə sisteminə daxil olan dövrü elmi nəşrlərdə çap olunmuşdur. Dissertasiya işinin nəticələri

aşağıdakı elni konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir:

“8-ci Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransın Materialları” (Gəncə, Azərbaycan-2016), “Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri.” (Gəncə, Azərbaycan-2016), “Орг Хим-2016” (Санкт-Петербург-2016), “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri.” Beynəlxalq Elmi Konfrans (Gəncə, Azərbaycan-2017), “3rd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies.” (Baku, Azerbaijan-2017), “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri.” Beynəlxalq Elmi Konfrans (Gəncə-2018), “XXVIII Международная Чугаевская конференция по координационной химии.” (Туапсе, Ольгинка, Краснодарский край, Россия-2021), LIV Международной научно-практической конференции «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования.» (Москва-2021), “Kimya və kimya texnologiyası.” konfransı (Bakı, Azərbaycan-2022)

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı: Dissertasiya işi Elm və Təhsil Nazirliyi, Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar İnstitutunun Gəncə bölməsində yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi: Dissertasiya girişdən (11487 işarə.), 4 fəsildən (I fəsil 4702 işarə, II fəsil 2053 işarə, III fəsil 112425 işarə, IV fəsil 19812 işarə), və əsas nəticələrdən (2509 işarə), 211 adda istifadə edilən elmi ədəbiyyat siyahısından ibarət olub, 201 səhifə həcmə malikdir. Dissertasiyaya 114 şəkil, 1 sxem və 37 cədvəl daxil edilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Giriş hissədə dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı, məqsədi, elmi yeniliklər və onların nəticələrinin praktiki əhəmiyyəti verilmişdir.

Birinci fəsildə tədqiqat işində tətbiq olunan benzoy turşusu törəmələrinin metal komplekslərinin sintezi və quruluş tədqiqatı haqqında mövcud olan ədəbiyyat məlumatları toplanmış, analiz edilərək yeni sintez ediləcək metal kompleksləri haqqında məlumat əldə edilmişdir. Ədəbiyyat məlumatları təhlil edilərkən Kembric kristalloqrafik məlumatlar bazasından istifadə olunmuş, kristal

quruluşları tədqiq olunmayan metal kompleksləri müəyyənlişdirilərək onların sintezi və kristal quruluşlarının öyrənilməsi tədqiqat işinin məqsədi kimi qarşıya qoyulmuşdur.

İkinci fəsildə tətbiq olunan liqandların fiziki-kimyəvi sabitləri, yeni metal komplekslərinin sintez metodikası verilmişdir. Bu fəsildə kristallokimyası tədqiq olunan 15 ədəd kompleks birləşmələrin monokristalları yetişdirilərək mikraskop altında seçilmiş və 3 patent ixtira bioloji fəal kompleks birləşmələrin alınma üsulu verilmişdir.

Üçüncü fəsildə birəsaslı karbon turşusunun hidroksi və aminli törəmələrinin lantanoidlərlə yeni kompleks birləşmələrinin quruluş tədqiqatı aparılmışdır. Bis-(2-dinitrosalisilato) Cu(II)-di piridin addukt birləşməsi, 3,5-dinitrosalisil turşusunun Mis(II), para-aminobenzoy turşusunun Samarium(III), Qadalinium (III) akva komplekslərinin, həmçinin, para-aminosalisil turşusunun Kadmiyum(II) kationu ilə kompleks birləşməsi fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları ilə quruluşları analiz edilmiş həmçinin benzoy turşusunun nitro törəmələri olan p-nitrobenzoy, 3,5dinitrobenzoy, 2-nitrotereftalat turşularının Co(II), Mn(II), Ni(II), Tb(III), Hg(II), U(VI), Zn(II), Cd(II) kationları ilə yeni kompleks birləşmələrinin molekulyar və kristal quruluşları analiz edilmişdir.

Sintez olunmuş və kristal quruluşları öyrənilmiş Co(II), Mn(II) kationlarının p- nitrobenzoy turşusu ilə akva komplekslərinin, və Bis-(2-nitrotereftalato) Cu(II)-tetrahidrat və Bis-(2-nitrotereftalato)-di-(piridin) Cu(II)-monohidrat supramolekul quruluşlu kompleks birləşmələrin Hirshfeld səth analizi aparılmış, molekulyar orbital nəzəriyyəsi və kvant nəzəriyyəsi tətbiq olunaraq molekullararası Van-der-Vaals rabitələrinin uzunluğu tapılmış, molekullarda mövcud olan boşluqlar hesablanmış, molekulların əmələ gəlməsində iştirak edən bütün rabitələrin faizlə miqdarı hesablanmışdır.

Bu fəsildə həmçinin tərkibində həm donor azot atomu həm də karboksil qrupu olan pirazin – 2 karbon turşusu liqand kimi istifadə olunaraq onun Ni(II) kompleks birləşməsinin kristal quruluşu verilmişdir.

Yeni sintez olunmuş və molekulyar kristal quruluşları öyrənilmiş kompleks birləşmələrin kristalloqrafik məlumatları cədvəl 1-də verilmişdir.

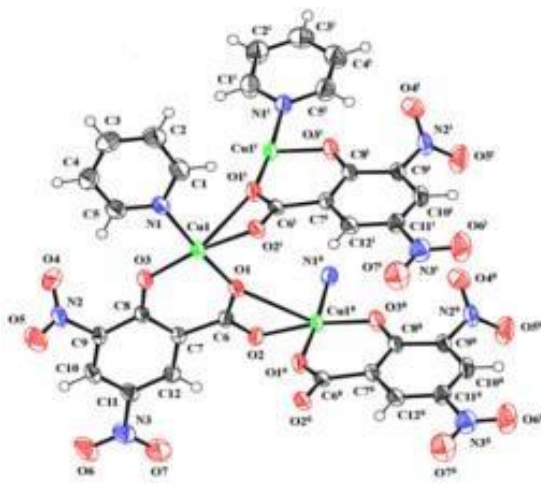
Cədvəl 1

Sintez olunmuş kompleks birləşmələrin kristalloqrafik parametrləri

№	Kimyəvi formulu	Molekul kütləsi	Fəza qrupu	Sinqoniya	Parametrlər, Å			Qəfəsin həcmi	R factor
					a	b	C		
1	C ₁₂ H ₇ CuN ₃ O ₇	299	P2 _{1/c}	Monoklinik	9,0539Å	5,6536Å	26,881Å	1369,25Å ³	0,053
2	C ₂₁ H ₆₅ O ₁₂ N ₆ O ₂₁ Sm	837,74	P-1	Triklinik	9,2865Å	11,5057Å	13,7407Å	1369,25Å ³	0,0566
3	C ₄₂ H ₄₀ Gd ₂ N ₆ O ₁₄	1167,3	P-1	Triklinik	9,7513Å	9,8348Å	13,0108Å	1075,25Å ³	0,033
4	C ₂₆ H ₂₈ N ₄ O ₁₂ Cd	661,036	P-1	Monoklinik	11,9514Å	13,5857Å	15,8005Å	2387,5 Å ³	0,0262
5	C ₁₄ H ₁₆ CoN ₄ O ₁₀	507,28	C _{2/c}	Monoklinik	22,089 Å	7,0998 Å	12,3161 Å	1468,5 Å ³	0,035
6	C ₁₄ H ₁₆ MnN ₄ O ₁₀	503,36	C _{2/c}	Monoklinik	22,702 Å	7,310 Å	11,989 Å	1263,5 Å ³	0,029
7	C ₂₁ H ₁₈ N ₃ O ₁₅ Ni	253,32	C _{2/c}	Monoklinik	22,09222Å	13,979 Å	12,3766(2)Å	1906,19 Å ³	0.0259
8	C ₂₁ H ₁₈ N ₃ O ₁₅ Tb	638,12	Pn1/a	Monoklinik	10,6091Å	15,1095Å	13,60318Å	2436,3Å ³	0.0326
9	C ₂₁ H ₁₃ N ₆ O ₂₀ Zn	731,4	Pn1/a	Monoklinik	11,1092Å	11,1092Å	11,6014Å	1240Å ³	0,0288
10	C ₁₄ H ₁₀ N ₄ O ₁₀ U	728,89	C _{mca}	Ortorombik	20,051Å	6,601Å	14,418Å	1908,37Å ³	0,0331
11	C ₄₈ H ₃₂ Cd ₂ N ₁₂ O ₂₄	1385,68	P2 _{1/n}	Monoklinik	11,791Å	10,457Å	21,507Å	2557,56Å ³	0,0268
12	C ₁₆ H ₁₆ CuN ₂ O ₁₆	340,91	P2 _{1/c}	Monoklinik	18,2733 Å	6,9959Å	15,67276 Å	1990,13 Å ³	0,022
13	C ₁₃ H ₁₄ HgN ₂ O ₆	488,8	P2 _{1/c}	Monoklinik	8,3207Å	19,7338Å	8,0701Å	1896,Å ³	0.044
14	C ₁₈ H ₁₅ CuN ₃ O ₇	555,86	C _{2/c}	Monoklinik	15,029Å	5,868Å	21,940Å	1874,5Å ³	0,0475
15	C ₁₀ H ₁₀ N ₄ N ₂ O ₆	448,88	C _{2/c}	Monoklinik	10,6091Å	15,1095Å	13,60318Å	578,395Å ³	0,02440

Dissertasiyanın üçüncü fəslində Cu(II), Sm(III), Gd(II), Cd(II) Co(II), Mn(II), Ni(II), Tb(III), Zn(II), U(VI), Cd(II), Hg(II), Cu(II) metallarının benzoy turşusunun NH_2 –aminli, hidroksi-OH, nitro- NO_2 , karboksi- COOH törəmələrinin və Pirazin-2 karbon turşusunun ilə kompleks birləşmələri, piridin və pirazin adduktları sintez olunmuş, quruluşları açılmış və asılılığı tədqiq edilmişdir.

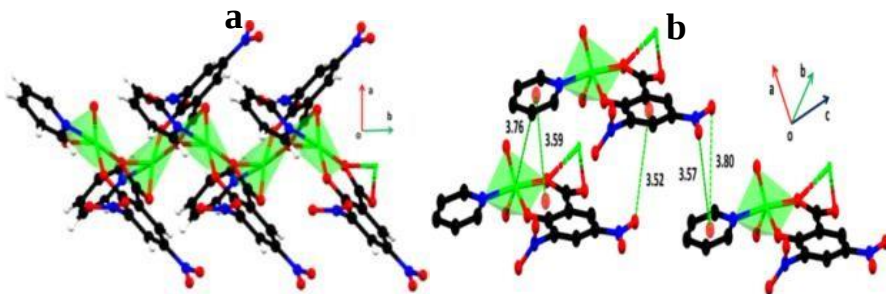
Tərkibində benzoy turşusunun hidroksil (OH) törəməsi olan 3,5-dinitrosalisil turşusunun yeni Cu(II) kationu ilə piridin adduktu sintez olunaraq molekulyar quruluşu tədqiq edilmişdir (şək.1).



Şəkil 1. Bis-(3,5-dinitrosalisil)-di-piridino Cu(II) dimerinin molekulyar quruluşu [23]

Şəkil 1-dən göründüyü kimi mərkəzi atom Cu piridin molekulunun donor azot atomu, liqandın hidroksil qrupunun oksigen atomu və karboksil qrupunun bir ədəd oksigen atomu ilə koordinasiyaya daxil olaraq təhrif olunmuş kvadrato – piramidal formada həndəsi çoxüzvlü əmələ gətirir. Nəticədə altıüzvlü xelat qruplaşma yaranır.

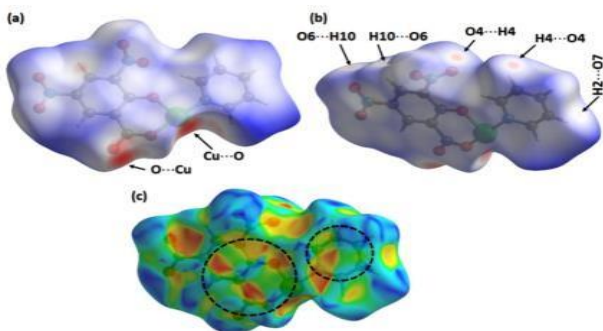
Liqandın nitroqruplarının oksigenləri mərkəzi atom mislə koordinasiyaya daxil olmur və molekulyar quruluş “b” oxu boyunca yaranan polimer zəncirdən ibarət olur. (şək.2)



Şəkil 2. a) [Cu (DNSA) 2. Py] monomerinin “b” oxu boyunca bir ölçülü polimer quruluşu; b) Van-der Vaals əlaqələrinin əyani göstərilməsi [23]

Polimer zəncirin əmələ gəlməsində molekullarası Van-der Vaals əlaqələri də mühüm rol oynayır. Bu zaman π - π qarşılıqlı təsiri və N—O π rabitəsi də təsir effekti yaradır.

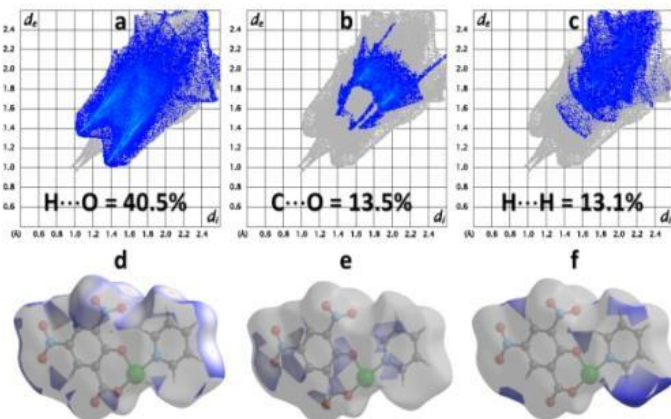
Kristal quruluşda molekullarası qarşılıqlı təsirin müəyyən edilməsi üçün “Crystal Explorer” 21.5 versiyası proqramı və Gaus Wiew proqramı tətbiq edilmişdir. Bu proqram kristalların səthinin aydınlanmasında mühüm rol oynayaraq atomlararası rabitələrin və onların kimyəvi rabitələrin növlərinə uyğun analiz edilməsinə imkan verir.



Şəkil 3. Kristal quruluşda a, b, c ilə işarə edilmiş Hirşfeld səthinin -0,6440-dən 1,7861-ə qədər diapazonda görünüşü [23]

Şəkildə tünd qırmızı rəng qısa rabitələrin varlığını göstəricisidir və kovalent rabitələri müəyyən edir (a), bu səthin ikinci görüntüsü (b), qısa rabitələrin yəni kovalent rabitələrdən az olan əlaqələri göstərir, (c) variantında dairə ilə göstərilmiş sahə kristal quruluşda π - π rabitələrin varlığını və onların kristal qəfəsdə maksimum yerləşməyə təsir effektini göstərir.

Hirşfeld səth analizində supramolekulun əmələ gəlməyində hansı rabitələrin üstünlük təşkil etməsi şəkil 4-də aydın göstərilmişdir. Məlumdur ki, molekulların bir-birinə tikilərək zəncir yaratmaqla supramolekulların təşkilində Van-der Vaals və hidrogen rabitələri əsas rol oynayır. Xüsusi proqramlardan istifadə edilərək “barmaq izləri” (finger print) əldə olunmuşdur.

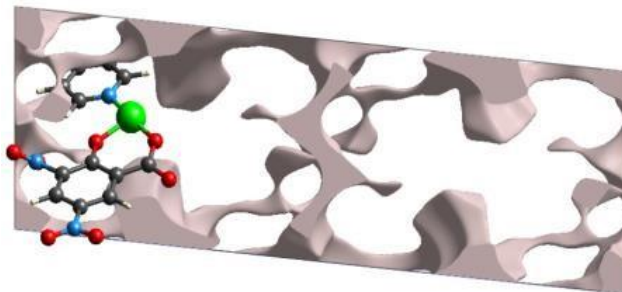


Şəkil 4. Supramolekulun yaranmasında iştirak edən rabitələrin faiz miqdarının “barmaq izləri” vasitəsilə göstərilməsi [23]

Şəkildən aydın olur ki, davamlı supramolekula qruplaşmasında $H\cdots O$ rabitəsi dominant rol oynayır və onun faiz payı 40,5% təşkil edir. (a), uyğun olaraq $C\cdots O$ rabitəsi 13,5% (b), $H\cdots H$ – 13,1% (c) molekulların bir-birinə tikilməsində rol oynayırlar.

Məlumdur ki, kovalent rabitələr yarananda atomların bir-birini cəzb etməsi ilə yanaşı nüvələrinin müəyyən bir məsafədə təsir effekti nəticəsində olunmasından irəli gələn kristal daxilində və səthində boşluqlar yaranır. Kristal qəfəsin həcmi $V=1369,25\text{\AA}^3$ olduğundan

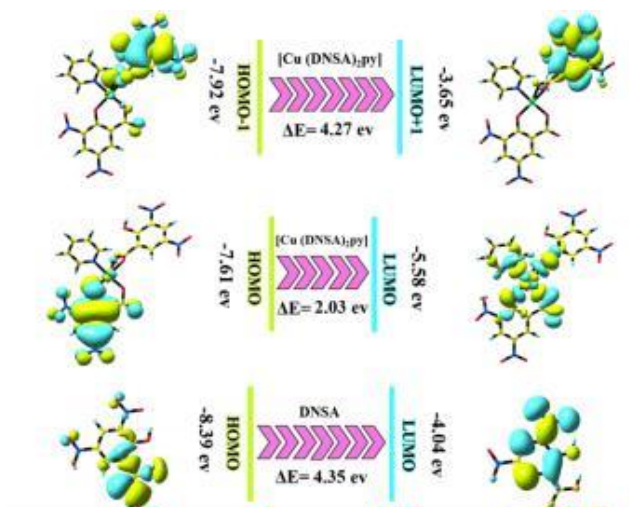
məlum olur ki, monokristal əmələ gələrkən atomların bir-birini dəf etməsi nəticəsində yaranan boşluqlar 13,4% olub o qədər də böyük deyil (şək.5).



Şəkil 5. [Cu(DNSA)·rPy] supramolekulunda molekullarası boşluqların qrafiki təsviri [23]

HOMO – LUMO orbital analizi

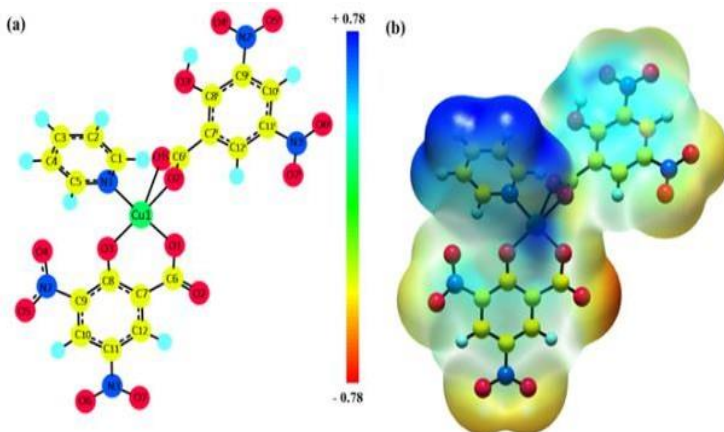
Yeni kompleks birləşmədə molekulyar orbitalların parçalanması baş verir ki, bu zaman orbitalların yuxarı həddi (HOMO) və aşağı həddi (LUMO) arasında potensiallar fərqi meydana çıxır (şəkil 6).



Şəkil 6. Homo-Lumo orbital analizi. [23]

Şəkildən göründüyü kimi HOMO orbitalları liqandla monomərə nisbətən yuxarı oblastda meydana çıxır. Bu zaman LUMO orbitalları isə monomerin mərkəzi hissəsində genişlənərək yüksək qiymətlər alır ($\Delta E=4,35$ ev). Alınan nəticələrdən aydın olur ki, monomer quruluşlu kompleks birləşmələr istifadə olunan liqanda nisbətən böyük polyarlaşma enerjisinə malikdir.

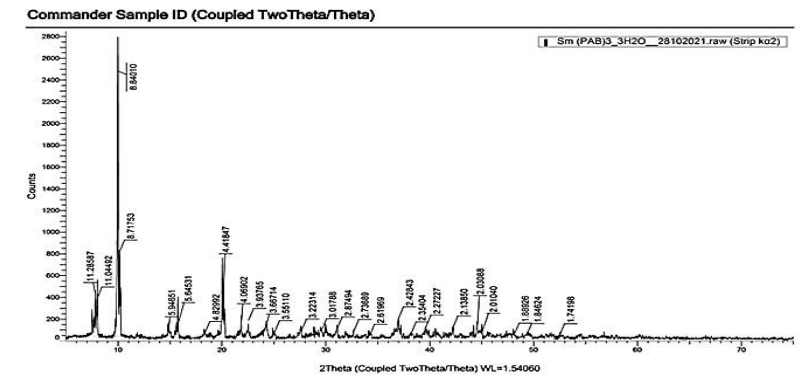
Tədqiqatın əsas nəticələrindən biri kimi elektron keçidinin (ω) hesablanması aparılmış və məlum olmuşdur ki, elektron keçidinin (ΔN) sayı nə qədər çox olarsa molekulun polyarlaşma enerjisində bir o qədər yüksək olar. Beləliklə elektron keçidinin nisbəti aşağıdakı kimi göstərilə bilər: $[Cu(DNS)_2 \cdot 2Py > DNSA]$



Şəkil 7. Həm liqandın, həm də monomerin HOMO – LUMO səthlərinin elektron quruluşu [23]

Bu fəsildə həmçinin, Vitamin H₁ adı ilə tanınan bioloji fəal maddə olan para-aminobenzoy turşusunun Samarium(III), Qadalinium(III) elementləri ilə yeni kompleks birləşmələri sintez olunmuş və molekulyar kristal quruluşu tədqiq edilərək, onların digər lantanoidlərdən fərqli quruluşda olmaları müəyyən edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, liqandın karboksil qrupu Sm(III), Gd(III) metalları ilə xelat, bidentat-körpü rabitə yaradaraq dimer quruluşlar əmələ gətirir[13].

Sintez olunmuş Sm (III) kompleks birləşməsinin amorf və ya kristal quruluşda olmasını müəyyən etmək üçün yeni kompleks birləşmənin rentgenoqrafik tədqiqatı aparılmışdır.



Şəkil 8. Tris-(p-aminobenzoato)Sm(III)-trihidrat kompleks birləşməsinin rentgenoqraması.

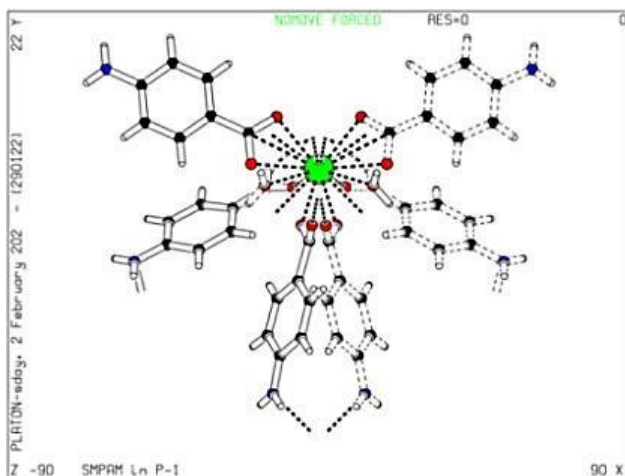
Şəkil 8-dən məlum olur ki yeni kompleks birləşmə mükəmməl kristal quruluşlu olub yüksək piklər və onlara uyğun gələn müstəvilərarası məsafələr($d\text{\AA}$) tetanın aşağı qiymətlərində ($2\theta=6-15^\circ$) müşahidə olunur. Bu onu göstərirki kompleks birləşmə aşağı sinqoniyada-monoklinik və ya triklinik kristallaşır və kristal qəfəsin həcmi $1000\text{\AA}^3$ -dan çoxdur.

Sintez olunmuş Sm(III) akva-kompleks birləşməsi İQ spektr analizi ilə tədqiq olunmuşdur. Spektrdən alınan nəticələrə əsasən məlum olmuşdur ki, asimmetrik karboksil qrupunun udulma tezliyi $\lambda_{as}(\text{COO}^-) = 1588\text{sm}^{-1}$ oblastında müşahidə edilir. Simmetrik karboksil qrupunun $\lambda_s(\text{COO}^-)$ udulma tezliyi 1463sm^{-1} oblastında müşahidə olunur.

$$\Delta\lambda = \lambda_{as}(\text{COO}^-) - \lambda_s(\text{COO}^-) = 1588\text{ sm}^{-1} - 1463\text{ Sm}^{-1} = 125\text{ sm}^3.$$

Udulma tezlikləri arasındakı fərq $\sim 200\text{ sm}^{-1}$ -dən kiçik olması karboksil qruplarının oksigenləri ilə mərkəzi atomun arasındakı rabitə xelat, bidentat və bidentat-körpü tipində koordinasiyanın yaranmasını göstərir.

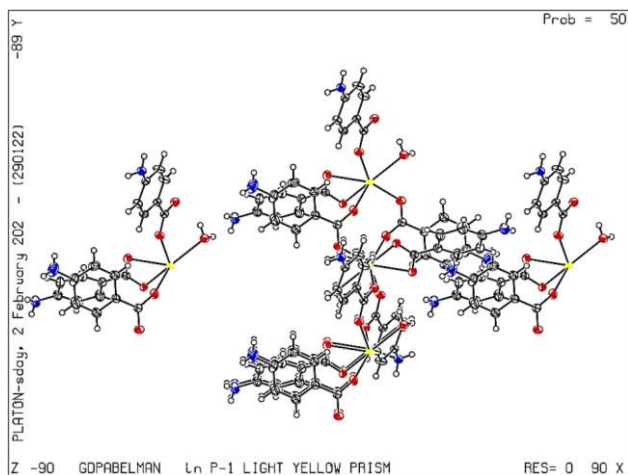
Akva kompleksin monokristalları yetişdirilərək rentgen quruluş analizi (RQA) vasitəsi ilə molekulyar və kristal quruluşu açılmışdır (şək.10).



Şəkil 9. Sm(III) para-aminobenzoatın molekulyar quruluşu

Şəkildən göründüyü kimi quruluş fraqmentləri “b” oxu boyunca təkrarlanan iki ölçülü quruluş təbəqələrindən ibarətdir. Hər bir mərkəzi Sm(III) kationu ətrafında yaranan 8 üzvlü 4 ədəd bidentat-körpü tipində koordinasiya olunan karboksil qrupundan və bir ədəd bidentat-tsiklik tipində birləşən digər liqandın karboksil qrupundan əmələ gəlmişdir. Hər bir Sm(III) atomu 3 ədəd su molekullarının oksigenləri ilə donor-akseptor tipində koordinasiya olunmuşdur. Mərkəzi atomlar qonşu molekulun amin qrupunun $-NH_2$ donor azot atomu ilə koordinasiya olunaraq mərkəzi atomun koordinasiya ədədini 10-na çatdırır.

Bu fəsildə, Gd(III) metalının p-aminbenzoy turşusu ilə akva kompleksi sintez olunaraq, edilərək avtomatlaşdırılmış difraktometrə molekulyar və kristal quruluşu açılmışdır (şək.10).

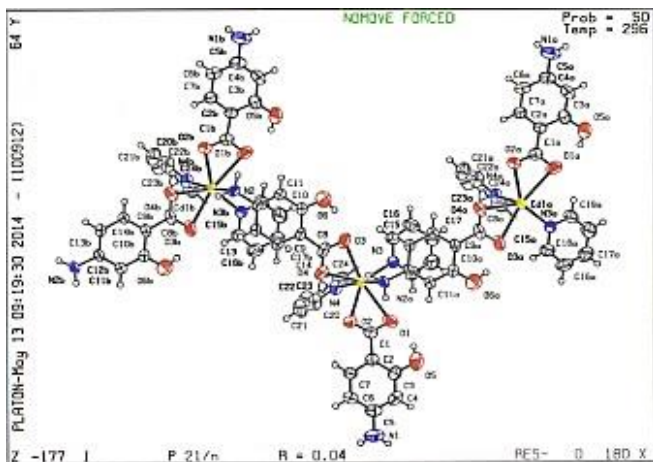


Şəkil 10. $(p\text{-H}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{COO})_3 \text{Gd(III)} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kompleks birləşməsinin kristal quruluşu

Şəkil 10-dan göründüyü kimi lantanoidlərə xas olan dimer quruluş əmələ gətirən mərkəzi atom Gd(III) üç karboksil qrupunun oksigenləri ilə xelat və bidentat-körpü tipində rabitələr yaradır.

Koordinasiya mərkəzini yaradan liqandın karboksil qruplarından biri mərkəzi atomla xelat tipində, qalan ikisi isə bidentat-körpü tipində rabitə yaradaraq molekulları bir-birinə tikir. Xelat əmələ gələrkən mərkəzi atom Gd(III) kationu ilə karboksil qrupunun oksigenləri arasındakı məsafə bir qədər qısa olur ($\text{Gd(1)-O(3)}=2,315 \text{ Å}$). Hər bir Gd(III) kationu ilə donor-akseptor tipli koordinasiya yaradan üç molekul su mərkəzi atomun koordinasiya ədədini 8-ə tamamlayır.

Tərkibində həm amin qrup- NH_2 , həm də hidrksil qrupu-OH olan və tibbdə vərəm əleyhinə preparat kimi istifadə olunan para-aminosalisil turşusunun (PASK) ağır metal olan və hüceyrələrdə kansepgen riskini artıran Cd(II) kationu ilə yeni kompleks birləşməsi sintez edilmiş və molekulyar kristal quruluşu öyrənilmişdir. Məlum olmuşdur ki, liqand kimi istifadə olunan para-aminosalisil turşusu ağır metalların orqanizmdən xaric olmasında antidot (zəhərlənmə əleyhinə) dərman preparadı kimi tətbiq oluna bilər.

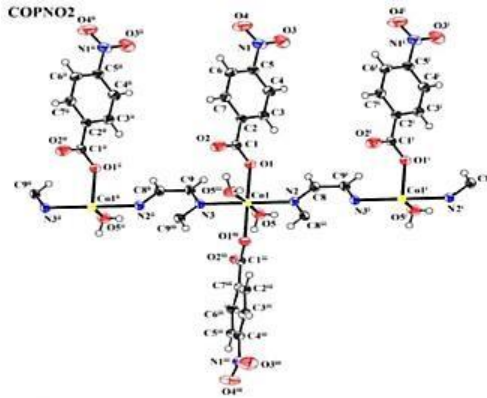


Şəkil 11. Bis-(para-aminosalisilato)-di(piridino) Cd(II) addukt kompleksinin quruluşu [10]

Şəkil 11-dən göründüyü kimi mərkəzi Cd(II) atomu para-aminosalisil turşusunun karboksil qrupu ilə xelat tipində rabitələr yaradır. (Cd(1)-O(1)=2,371 Å, Cd(1)-O(3)=2,492Å). Xelat tipli metal-oksigen rabitəsi bidentat-körpü tipli metal-oksigen rabitəsindən xeyli uzundur[10].

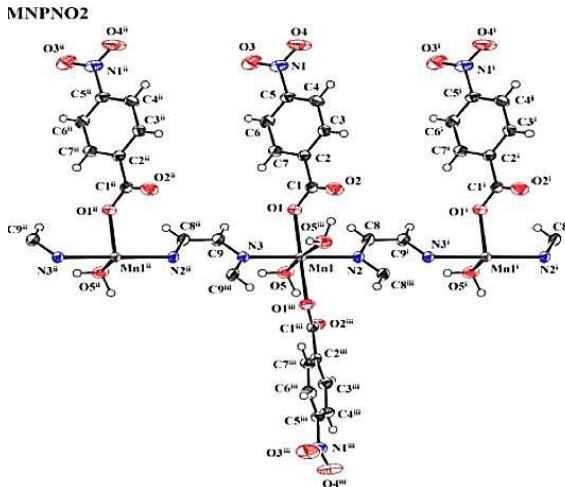
Mərkəzi atom kadmium qonşu molekulun amin qrupunun donor azot atomu ilə də rabitə yaradır: (Cd(1)-N(4)=2,323 Å) və polimer quruluş əmələ gətirir. Həlləddici kimi istifadə olunan piridin molekulları akva kompleksdə olan iki ədəd su molekullarını əvəz etmək trans vəziyyətdə mərkəzi atomla birləşərək onun koordinasiya ədədini 7-yə tamamlayır.

Tibbdə vərəm əleyhinə dərman preparatı kimi tətbiq edilən para-amino-salisil turşusunun Co(II)-la kompleks birləşməsi sintez olunmuş və molekulyar və kristal quruluşu açılmışdır. Məlum olmuşdur ki, mərkəzi atomla koordinasiyaya daxil olmayan karboksil qrupunun oksigeni və bioloji aktivliyin əsas səbəblərindən biri olan sərbəst hidrofil –OH qrupu orqanizmdə olan aminturşular, vitaminlər, fermentlər ilə güclü hidrogen rabitəsi yaradaraq hüceyrənin membranından asanlıqla keçir və metabolizmdə iştirak edir.



Şəkil 12. Co(II) kompleks birləşməsinin molekulyar quruluşu [16]

Şəkil 12-dən göründüyü kimi mərkəzi atom Co(II) liqandın karboksil qrupu ilə monodentat rabitə tipində birləşir. Quruluşa daxil olan pirazin molekulları donor azot atomları vasitəsilə Co(II) kationu ilə aksial vəziyyətdə (trans vəziyyət) koordinasiya yaradır (Co(1)-N(1)=Co(1)-N(2)=Å). Kompleks birləşmənin tərkibində olan iki ədəd su molekulları oksigen atomları vasitəsilə donor-akseptor tipli rabitə yaradaraq onun koordinasiya ədədini 6-ya çatdırır.



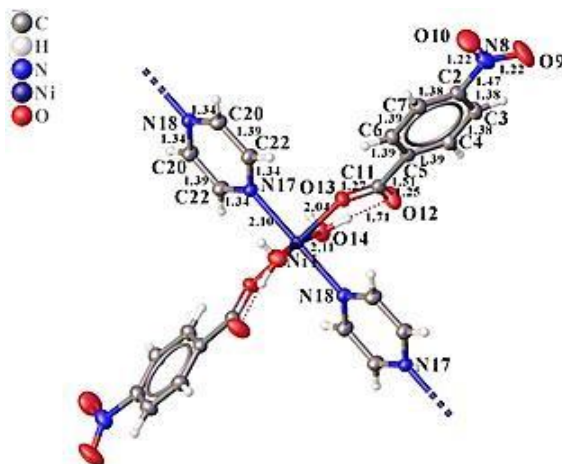
Şəkil 13. Mn(II) kompleks birləşməsinin molekulyar quruluşu [16]

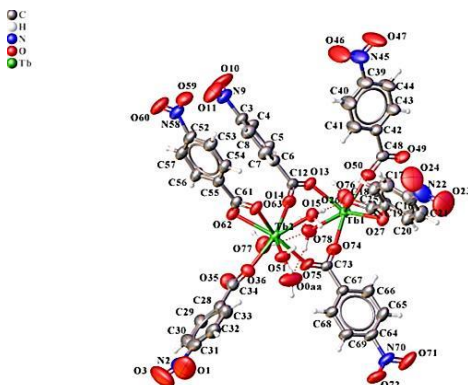
Şəkil 13-dən göründüyü kimi liqandın kaboksil qrupu Mn(II) kationu ilə monodentat rabitə yaradaraq ion rabitəli quruluş əmələ gətirir ($\text{Mn(1)-O(1)}=2,216\text{\AA}$). Karboksil qrupunun digər oksigeni mərkəzi atomla rabitə yaratmır, ancaq quruluşa daxil olan və metalla koordinasiya olunan su molekulları ilə hidrogen rabitəsi yaradır.

Pirazin molekulları donor azot atomları ilə Mn(II) kationu ilə rabitə yaradaraq trans vəziyyətdə yerləşərək molekulları bir-birinə tikir və “a” oxu boyunca polimer zəncir əmələ gətirərkən mərkəzi atomun koordinasiya ədəini 6-ya çatdırır.

Bu kompleks birləşmələrin də Hirşfeld səth tədqiqatı aparılaraq molekul daxili və molekul rabitələrin növləri, molekulların 3D ölçüləri, molekulyar orbital nəzəriyyəsi əsasında tədqiqatı aparılaraq molekullar tam görünüşləri verilmişdir.

P-nitrobenzoy turşusunun Ni(II) kompleks birləşməsi sintez olunmuş və onun $(p\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Ni}\cdot\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2$ tərkibli pirazin adduktu alınmış, avtomatlaşdırılmış difraktometrə molekulyar və kristal quruluşu müəyyən edilmişdir (şəkil.15).

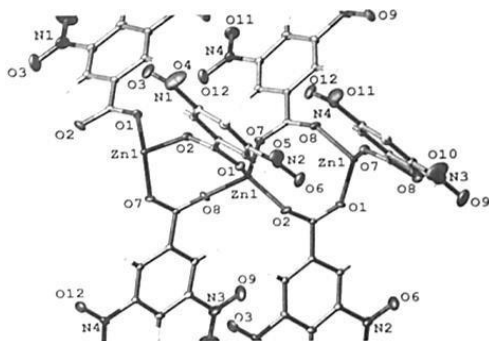




Şəkil 15. Tb(III) p-nitrobenzoatın molekulyar quruluşu

Şəkildən göründüyü kimi, molekul dimer formasında olub, liqandın karboksil qrupları həm xelat, həm də bidental-körpü tipində Tb(III) atomları ilə koordinasiya yaradır. Hər mərkəzi atoma uyğun gələn üç molekul su Tb(III) atomu ilə donor-akseptor tipində rabitə yaradaraq onun koordinasiya ədədini 8-ə tamamlayır.

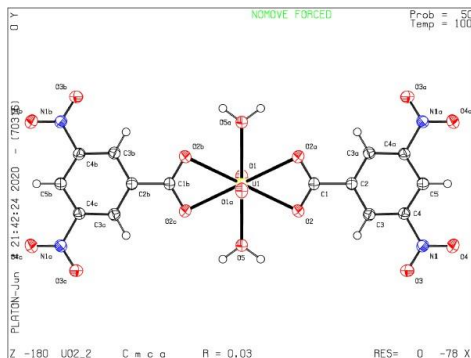
Bu fəsilə həmçinin liqand kimi tətbiq olunan p-3,5-dinitrobenzoy turşusunun Zn(II), U(VI), Cd(II) metalları ilə yeni kompleks birləşmələri sintez edilərək kristal quruluşları öyrənilmişdir. Zn(II) 3,5 dinitrobenzoatın kristal quruluşu şəkil 16-da verilmişdir.



Şəkil 16. Bis (3,5-dinitrobenzoato-O,O') Zn(II) kompleks birləşməsinin molekulyar quruluşu [5]

Şəkil 16-dan aydın olur ki, mərkəzi atom Zn(II) liqandın karboksil qrupları ilə monodentat tipində rabitə yaradır. Quruluşa daxil olan su

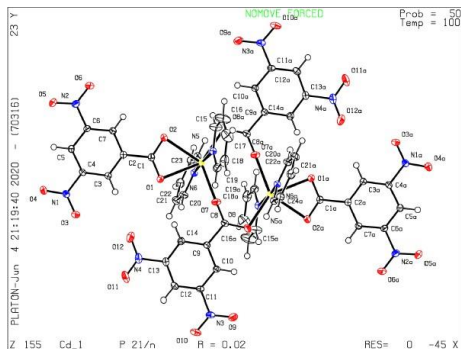
molekulu donor oksigen atomu vasitəsi ilə Zn(II) kationu ilə donor-akseptor tipində rabitə yaradaraq onun koordinasiya ədədini üçə tamamlayır.



Şəkil 17. Bis-(3,5-dinitrobenzoato) U(VI) tetrahidrat kompleks birləşməsinin kristal quruluşu

Şəkil 17-dən məlum olur ki, liqandın karboksil qrupları mərkəzi atom U(VI) ilə xelat tipində koordinasiya yaradır. Quruluşa daxil olan 4 su molekulu $\text{UO}_2(\text{II})$ nüvəsinin oksigenləri koordinativ rabitə yaradaraq mərkəzi atomun koordinasiya ədədini 8-ə çatdırır [17].

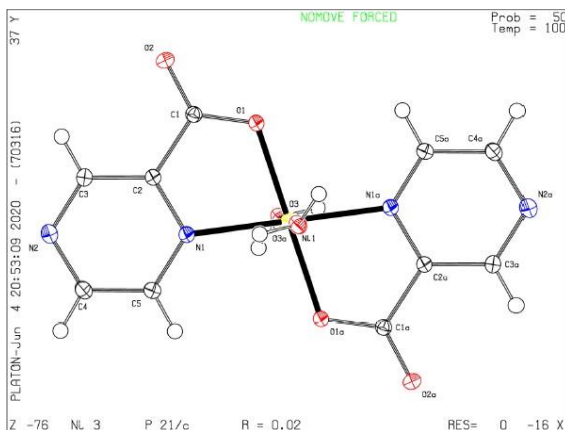
Cd(II) kationunun 3,5-dinitrobenzoy turşusu ilə kompleks birləşmələri alınmış və onun piridtu adduntu sintez olunaraq kristal quruluşu öyrənilmişdir (şək.18).



Şəkil 18. Bis-(3,5-dinitrobenzoato)-di-(piridine)-di Cadmium (II) kompleks birləşməsinin kristal quruluşu

Qeyd etmək lazımdır ki, liqandın karboksil qrupları həm xelat, həm də bidentat-körpü tipində mərkəzi atomla rabitə yaradaraq metal atomlarını bir-birinə tikir və dimer quruluş əmələ gətirir.

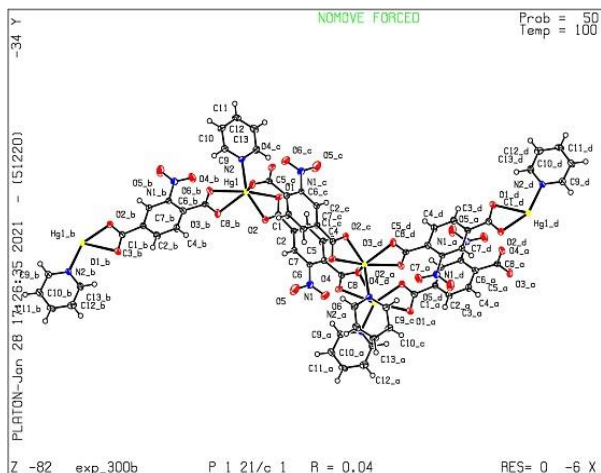
Pirazin – 2 karbon turşusunun Ni(II) kationu ilə yeni kompleks birləşməsi sintez edilərək fiziki-kimyəvi üsullarla tədqiq edilmiş, rentgenquruluş analizi üçün yararlı monokristalları alınaraq molekulyar kristal quruluşu öyrənilmişdir. Gözlənilirdiyi kimi metal karboksilatlarla rast gəlinən karboksil qrupu mərkəzi atom Ni(II) ilə xelat və ya bidentat rabitəli koordinasiya yaratmır. Mərkəzi atom Ni liqandın karboksil qrupunun bir oksigen atomu və pirazin həlqəsində olan donor azot atomu ilə 5 üzvlü möhkəm həlqə əmələ gətirir. Karboksil qrupunun digər oksigenu metalla rabitə yaratmır, lakin quruluşa daxil olan 2 su molekulı ilə güclü hidrogen rabitəsi yaradaraq polimer quruluş yaradır (şək. 19).



Şəkil 19. Bis –(pirazin 2-karboksilato) Ni(II)-dihidrat kompleksinin kristal quruluşu

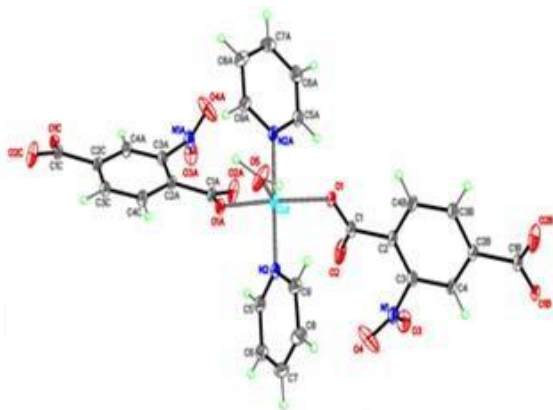
Yeni sintez olunmuş Bis - (2-nitrotereftalato)-di(pyridin) Civə (II) kompleks birləşməsinin quruluşu fiziki-kimyəvi tədqiqat metodları ilə tədqiq edilmiş, həmçinin molekulyar və kristal quruluşu öyrənilmişdir. Məlum olmuşdur ki, mərkəzi Hg(II) ionu liqandın karboksil qrupunun oksigenəri və piridin adduktunun donor azotu vasitəsilə koordinasiyaya daxil olaraq dsp^2 hibridləşməsi əmələ

gətirirək kvadrat həndəsi quruluş yaradır. Oduki kompleks birləşmə yüksək stabilliyə və diamagnetik xassəyə malik olur (şək.20).



Şəkil 20. Bis - (2-nitrotereftalato)-di-(pyridine) Hg(II) kompleks birləşməsinin kristal quruluşu

Bu fəsildə həmçinin benzoy turşusunun digər bir törəməsi olan 2-nitrotereftal turşusunun yeni Cu(II) kompleks birləşmələri sintez olunaraq quruluşları öyrənilmişdir (şək. 21).

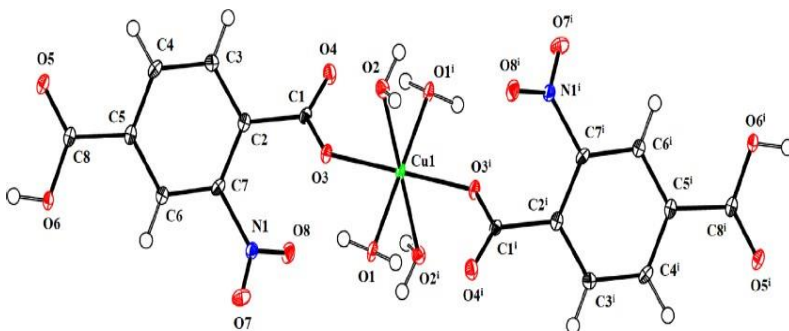


Şəkil 21. Bis – (2-nitrotereftalato)-di-(pyridin) Mn(II) – dihidrat kompleks birləşməsinin molekulyar quruluşu [22]

Şəkil 21-dən göründüyü kimi liqandın karboksil qrupu mərkəzi Cu(II) atomu ilə monodentat rabitə yaradır. Cu(1)-O(1)=1,9746Å.

Piridin molekulunun donor azot atomu Cu(II) mərkəzi atomu ilə donor-akseptor rabitəsi yaradaraq akva kompleksdə olan 3 molekul suyun 2 molekulunu əvəz edərək piridin adduktu əmələ gətirir.

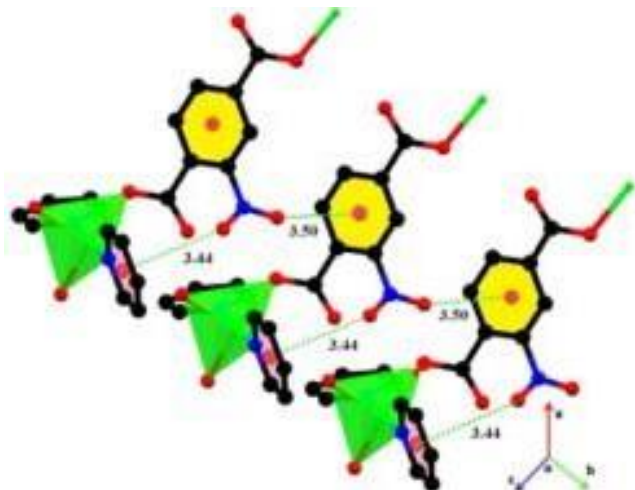
Dissertasiya işinin bu fəslində həmçinin fəsilə həmçinin bis (4-karboksi 2-nitrotereftalato)-Cu (II) – tetrahidrat kompleksi birləşməsinin sintezi və molekulyar kristal quruluşunun nəticələri verilmişdir (şək. 22).



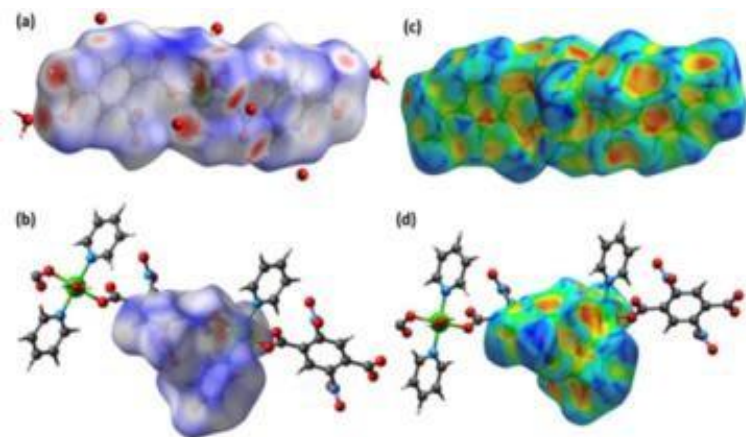
Şəkil 22. Bis (4-karboksi 2-nitrotereftalato)-Cu (II) – tetrahidrat kompleks birləşməsinin molekulyar quruluşu [22]

Göründüyü kimi, mərkəzi atom Cu (II) liqandın karbonil qruplarının yalnız bir oksigen atomu ilə ion rabitəsi yaradır. Cu (1) – O (1) = 1,9754Å, Cu (1) – O (2) = 1,9756Å. Karboksil qruplarının digər oksigen atomları mərkəzi atomla koordinasiyaya daxil olmur, lakin, quruluşa daxil olan su molekulları ilə güclü hidrogen rabitəsi yaradır ($d(H\cdots A)=1,71(3)\text{\AA}$, $d(D\cdots A)=2,673\text{\AA}$).

Molekulyar kristal quruluşları təhlil edilmiş bis-(2-nitrotereftalato) Cu (II) piridin (**Kompleks1**) və bis-(karboksi 2-nitrotereftalato) Cu (II) – tetrahidrat (**Kompleks2**) kompleks birləşmələri kvant kimyası, Hirşfeld səth analizi, molekulyar orbitallarda atomlararası və molekullar arasındakı təsirin mexanizmi tədqiq edilmişdir. [1] və [2] kompleks birləşmələrinin sahə analizinin nəticələri şəkil 23 və 24-də öz əksini tapmışdır.

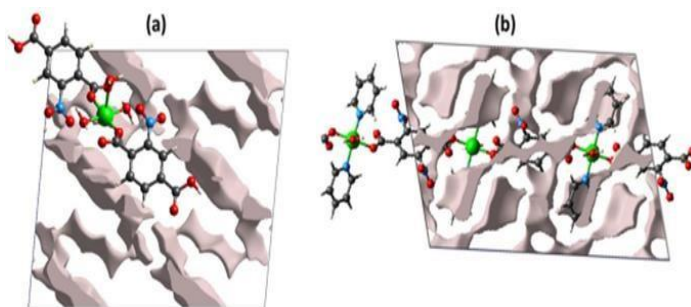


Şəkil 23. Cu (I) kompleks birləşməsində N-O- π rabitələrinin qrafiki göstərilməsi [22]

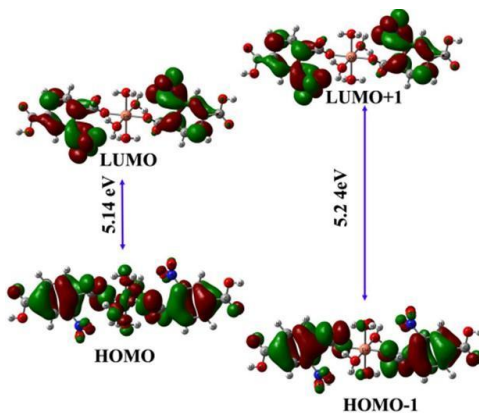


Şəkil 24. [1] və [2] birləşmələrinin 3D formaları: (a,b) [1] kompleksi üçün; (c,d) [2] kompleksi üçün [22]

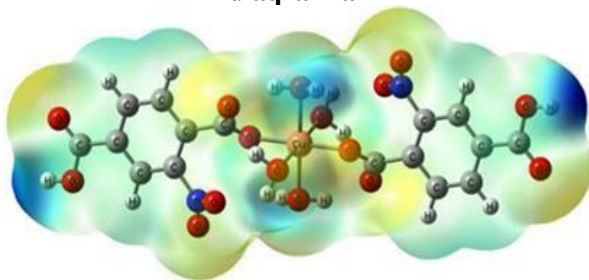
Həmin kompleks birləşmələrdə molekullarası birləşmələrin görüntüsü, homo-lomo diaqramları və atom orbitallarının elektrostatik potensiallarının diaqramı müvafiq olaraq şəkil 25, 26 və 27-də verilmişdir.



Şəkil 25. kristal qəfəsdə molekullararası boşluqların görünüşü:
(a) [1] kompleksi üçün; (b) [2] kompleksi üçün.

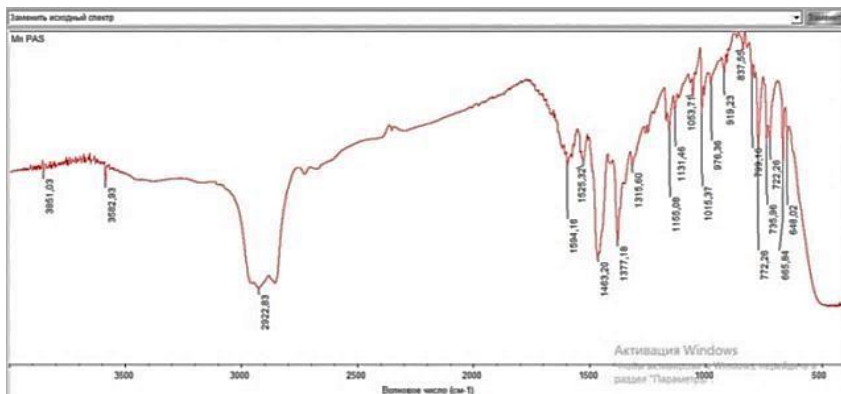


Şəkil 26. [1] və [2] kompleks birləşmələrində HOMO-LUMO
diaqramları



Şəkil 27. [1] kompleksinin atom orbitallarının elektrostatik
potensialının diaqramı [22]

Dissertasiya işinin dördüncü fəslində bioloji fəallığın tərkib və quruluşdan asılılığın öyrənilməsinin nəticəsi olaraq, tibbdə vərəm əleyhinə tətbiq olunan para-aminosalisil turşusunun Mn(II), Fe(II) Co(II) mikroelementləri ilə yeni kompleks birləşmələrin sintez edilmiş, quruluşları termogravimetrik, rentgenoqrafik və IQ spektroskopik üsullarla müəyyən edilərək kənd təsərrüfatında və heyvandarlıqda tətbiqinin nəticələri verilmişdir.



Şəkil 28. Mn(II) para-aminosalisilat kompleks birləşməsinin İQ spektri

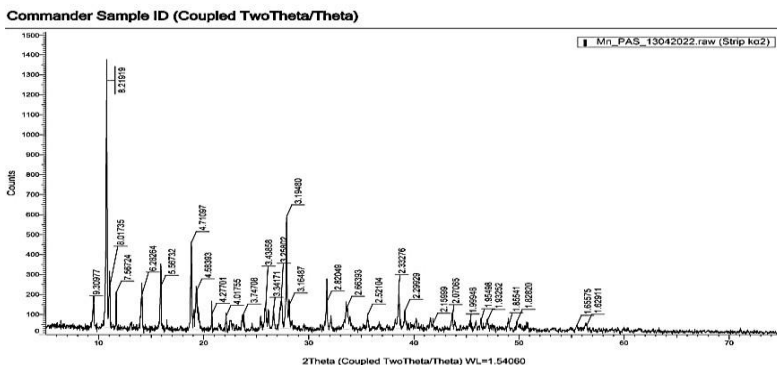
Göründüyü kimi, yeni Mn(II) kompleks birləşməsində xeyli miqdarda hidrogen rabitəsi $H \cdots O - H$ mövcuddur. İQ spektrdə müşahidə edilən 2922cm^{-1} və 2865cm^{-1} udulma tezliyi bu rabitənin varlığını göstərir. Kompleksdə əsas dəyişikliklər karboksil qrupunun udulma tezliyində müşahidə olunur. Belə ki, 1694 cm^{-1} udulma tezliyi asimmetrik karboksil qrupuna $\lambda_{as}(\text{COO}^-)$ uyğun gəlir. Simmetrik karboksil qrupunun udulma tezliyi isə 1337cm^{-1} oblastında müşahidə olunur. Digər metal karboksilatlarında olduğu kimi bu udulma tezliklərinin fərqi karboksil qrupunun mərkəzi atomla koordinasiyasını müəyyən edir.

$$\Delta\lambda = \lambda_{as}(\text{COO}^-) - \lambda_s(\text{COO}^-) = 1694\text{cm}^{-1} - 1337\text{cm}^{-1} = 357\text{cm}^{-1}$$

Deməli, $\Delta\lambda$ 200cm^{-1} -dən xeyli çoxdur. Bu onu göstərir ki, yeni kompleks birləşmədə mərkəzi atom Mn(II) liqandın karboksil qrupu

ilə yalnız ion tipli rabitə yaradır ki, bu da onun bioloji aktivliyini təmin edir.

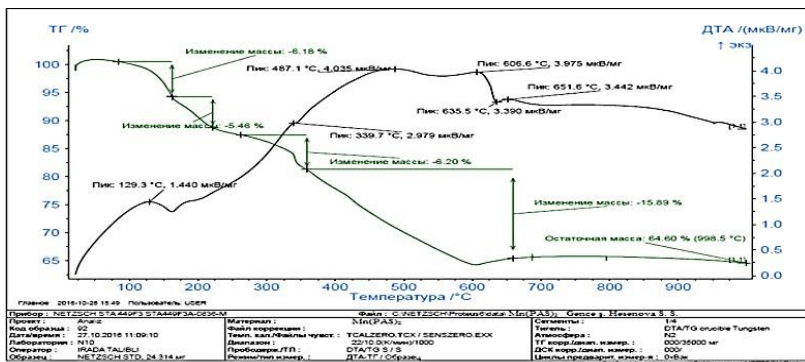
Bis(p-aminosalisilato) Mn(II) tetrahidrat kompleks birləşməsinin rentgenoqrafik analizi şəkil 29-da verilmişdir.



**Şəkil 29 .Bis-(p-aminosalisilato) Mn(II)-tetrahidrat kompleks
birləşməsinin rentgenoqramması**

Göründüyü kimi yüksək intensivlikli piklər 2 θ tetanın nisbətən yuxarı qiymətlərində (2 θ =12-28⁰) müşahidə olunur. Bu onu göstərir ki, yeni kristallik birləşmə monoklinik sinqoniyada kristallaşır və kristal qəfəsin həcmi 1000Å³-ə yaxındır.

Yeni kompleks birləşmə, həmçinin termogravimetrik analiz üsulu ilə də tədqiq edilmişdir (şək.30).



Şəkil 30. Bis(p-aminosalisilato) Mn(II)-tetrahidrat kompleks birləşməsinin termogramması

Şəkil 30–dan göründüyü kimi molekulda olan və mərkəzi atomla koordinasiya olunan su molekulları $157,3^{\circ}\text{C}$ -də quruluşu tərk edir. Bu endoeffektlə müşahidə olunur. 220°C - 450°C intervalında çəki dəyişmir. Deməli, suyunu itirmiş kompleks birləşmə digər metal karboksilatlarında olduğu kimi dimer quruluşa keçir. 460°C -dən sonra güclü endoeffektlə müşahidə olunur.

Para-aminosalisilat Mn(II) kompleks birləşməsi bioloji fəal maddələrin əsas şərtlərini təmin edir. Belə ki, benzol həlqəsi və karboksil qrupu eyni müstəvi üzərində yerləşərək hüceyrə membranından asanlıqla keçə bilir. Digər bir şərt isə, mikroelement kompleks birləşmə əmələ gətirdikdən sonra hidrofilyar qruplar olan –amin- NH_2 və hidroksil-OH qrupları metal ilə koordinasiyaya daxil olmayaraq sərbəst qalır və güclü hidrogen rabitəsi hesabına orqanizmdə olan amin turşuları ilə rabitə yaradaraq hüceyrənin daxilinə keçməsinə asanlaşdırır.

Yeni bioloji fəal birləşmə Bis-(p-aminosalisilato) Manqan (II) – tetrahidrat kompleksi toyuqlarda sümük ayrılığı ilə müşayət olunan “perozis” xəstəliyinə qarşı dərman preparatı kimi tətbiq edilərək Kənd Təsərrüfatının Heyvandarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutunda toyuqlarda müqayisəli sınağı keçirilmişdir. Sınaq zamanı 30 mq Mn(II) birləşməsi 1 kq quru yemə qatılaraq perozis əlamətləri müşahidə olunan cücələrə, gündə 3 dəfə olmaq şərti ilə bir ay müddətində verilmişdir. Xəstə cücələr 2 aylıq və 4 aylıq olaraq, hər biri 20 baş olmaqla iki qrupa ayrılmışdır. Qruplardan biri MnCO_3 əlavəli digər qrup isə yeni Mn(II) kompleksi əlavəli yemlə yemlənmişdir.

Yeni bioloji fəal birləşmə Kənd Təsərrüfatının Heyvandarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutunda sınaqdan keçirilmiş və yüksək nəticə əldə edilmişdir (cədvəl 2). Alınan nəticələr əsasında sınaq aktı alınaraq Azərbaycan Respublikasının ixtira-patenti verilmişdir [19].

Cədvəldən göründüyü kimi yemə əlavələrin daha effektiv təsiri 2 aylıq cücələrdə yüksək olub 80%-ə yaxındır. Bu rəqəm 4 aylıq cücələrdə bir qədər aşağı olub 70%-ə bərabərdir.

Perozis xəstəliyinin sağalma dinamikası

Sınaq üçün seçilmişdir	2 aylıq – 20 baş			4 aylıq – 20 baş		
Sınağın keçirildiyi vaxt	10.02.2018 20.02.2018	20.02.2018 28.02.2018	01.03.2018 11.03.2018	10-20 may 2018	20-30 may 2018	01-10 iyun 2018
MnCO ₃ tətbiq edildikdə sağalma faizi	4,6%	10%	14,5%	0,1%	5%	15%
Para-aminosalisilato Mn(II) kompleksi tətbiq edildikdə sağalma faizi	15%	20%	45%	10%	25%	40%

Bis-(p-aminosalisilato) Dəmir (II) – tetrahidrat kompleks birləşməsi sintez edilmiş və üzümündə əmələ gələn “xloroz” xəstəliyinə qarşı dərman pəreparatı kimi tətbiq olunmuşdur.

Tətbiq zamanı kompleks birləşmənin 1%-li suda məhlulu üzüm kollarında xloroz müşahidə olunan yarpaqlarına çiləməklə həyata keçirilmişdir. Məhlulun yaxşı sorulması məqsədilə ilə çiləmə axşam saatlarında aparılmışdır. Çiləmə cəmi iki dəfə – biri xəstəliyin müşahidə olunduğu və zoğların güclü inkişafı mərhələsində yazda aparılmış, ikinci çiləmə isə çiçəkləmə fazasına 4-6 gün qalmış aparılmışdır. İkinci çiləmədən sonra xloroza uğramış yarpaqların yaşıllaşması müşahidə olunmuş və yarpaqlarda xlorofilin analizi ilə təsdiq edilmişdir (cədvəl 3).

Aparılan tədqiqat nəticəsində məlum olunmuşdur ki, yeni preparatın 0,1% faizi ilə çiləmə nəticəsində salxımlarda meyvələrin

həcmi artmış və şirəsi çoxalmışdır. Çiləmənin 1-ci ilində zoğların miqdarı kontrola nisbətən çoxalmış və yeni zoğların əmələ gəlməsi sürətlənmiş, yarpaqların yaşıllaşması baş vermiş və iki salxımlı zoğların sayı artmışdır. Yeni sintez olunmuş kompleks birləşmənin prototiplərə nisbətən yüksək təsiri onunla əlaqədardır ki, maddənin məhlulu uzun müddət qaldıqda çöküntü vermir. Həmçinin yeni sintez olunmuş kompleks birləşmənin tərkibində olan para-aminosalisil turşusunun fraqmenti üzüm yarpaqlarında və giləmeyvələrin şirəsində toplanır. Odur ki, şirə artımına da güclü təsir göstərir.

Cədvəl 3

Prototip = (p-HO-C₆H₄COO)·(o-HO-C₆H₄COO)Fe·4H₂O

Variantlar	Analizin aparıldığı tarixlər					
	Xloroza tutulmuş yarpaqlar			Sağlam yarpaqlar		
	15.05.18	10.06.18	2009·2018	15.05.18	10.06.18	20.09.18
H ₂ O vasitəsilə çiləmə	0,38	0,21	0,98	1,24	1,31	1,42
Prototip vasitəsilə çiləmə	0,68	0,79	1,25	1,58	1,62	1,78
Yeni sintez olunmuş (4H ₂ N, 2-HO-C ₆ H ₃ COO) ₂ Fe·4H ₂ O vasitəsilə çiləmə	0,95	1,16	1,94	1,67	1,72	1,98

Tədqiqat işinin nəticələrinə görə Azərbaycan Respublikasının ixtira-patenti alınmışdır [20].

Tədqiqat işində para-aminosalisil turşusunun yeni Co(II) kompleks birləşməsi sintez edilərək quruluşu fiziki-kimyəvi sullarla tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, yeni birləşmə ion quruluşunda olmalı və tərkibində amin $-NH_2$ və hidroksil-OH qrupları olması səbəbi ilə aminturşularına yaxın quruluşda olduğuna görə bioloji fəal olmalıdır. Para-aminosalisilat turşusu tibbdə vərəm əleyhinə preperet kimi tətbiq edilməkdədir. Co(II) kationu isə kobalamin adlanan və qan azlığı zamanı tətbiq olunan vitamin B12 tərkibində vardır. Odur ki, yeni sintez olunan birləşmə bioloji fəal olmalıdır.

Tərkib və quruluşdan məlum olur ki, kompleks ion quruluşlu olub həm liqand, həm də mərkəzi atom Co(II) bioloji fəallığa malik olduğundan dərman preparatı kimi tətbiq oluna bilər. Odur ki, bis-(p-aminosalisilato) Co(II) tetrahidrat kompleks birləşməsinin qarğıdalı toxumlarının cücərməsinə və məhsuldarlığa təsiri öyrənilmişdir.

Sintez olunan yeni metal komplekslərinin 0,05%-li məhlulları hazırlanaraq qarğıdalı toxumları isladılmışdır. İsladılmış toxumlar 3-cü günündə xüsusi laboratoriya qablarında hazırlanmış torpaq nümunələrində 6 sm dərinlikdə əkilmişdir. Ölçmə uzunluqları sm-lə aparılmışdır. Cücərtilərin əmələ gəlməsi və inkişaf mərhələləri cədvəldə verilmişdir. Alınan nəticələr cədvəl 4-də verilmişdir.

Torpağa əkildikdən 26 gün sonra ölçmə aparılmış və məlum olmuşdur ki, yeni Co(II) kompleksbirləşməsi ilə çilənən qarğıdalı bitkisinin boyu digər nümunələrdən fərqli olmuşdur.

Yeni birləşmənin təsir effekti Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin “Taxıl və paxlalı bitkilər sahəsi” laboratoriyasında aparılmış və sınaq aktı alınmışdır. Tədqiqat işinin nəticələrinə görə Azərbaycan Respublikasının ixtira-patent alınmışdır [21].

Cədvəl 4

Qarğıdalı toxumlarının laboratoriya qablarında cücərmə dinamikası

Xelat birləşmələr \ Günlər	11.04. 17	12.04.17	13.04.17	15.04.17	17.04.17	19.04.17	21.04.17
$(4\text{-H}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Cu}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	12,6sm	17sm	20,1sm	35,6sm	36,2sm	39,5 sm	42,8sm
$(4\text{-H}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Co}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	9,8sm	10,9sm	14,4sm	22,8sm	24,3sm	25,8 sm	29,7 sm
$(4\text{-H}_2\text{N- C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Fe}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	13,2sm	17,3sm	20,9sm	23,5sm	27,5sm	30,6 sm	33,5 sm
$(4\text{-H}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Mn}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	8,4sm	12,2sm	17,3sm	24,5sm	31,45sm	36,5 sm	41,3 sm
$(4\text{-H}_2\text{N, 2-HO-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Cu}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	9,5sm	16,3sm	18,6sm	22,8sm	30,6sm	35,5 sm	39,4 sm
$(4\text{-H}_2\text{N, 2-HO-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Co}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	6,7sm	7,8sm	11,3sm	16,5sm	19sm	23,9 sm	28,7 sm
$(4\text{-H}_2\text{N, 2-HO-C}_6\text{H}_4\text{COO})_2\text{Fe}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	12,9sm	17,2sm	21sm	24,5sm	27sm	28,2 sm	31,5 sm
$(4\text{-H}_2\text{N, 2-HO-C}_6\text{H}_3\text{COO})_2\text{Mn}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	16,2sm	21,5sm	25,5sm	38sm	40,9sm	42sm	43,5 sm
H_2O	7,5sm	10,2sm	12,5sm	16,2sm	21,5sm	24,5sm	26,5 sm

NƏTİCƏLƏR

1. Tədqiqat zamanı Cu(II), Sm(III), Gd(II), Cd(II) Co(II), Mn(II), Ni(II), Tb(III), Zn(II), U(VI), Cd(II), Hg(II), Cu(II) metallarının benzoy turşusunun NH_2 –aminli, hidroksi-OH, nitro- NO_2 , karboksi -COOH törəmələrinin və Pirazin-2 karbon turşusunun yeni kompleks birləşmələri, piridin, pirazin adduktları sintez olunmuşdur. [2], [5], [8], [9], [10], [17], [11], [12], [13], [15], [17], [18]
2. Sintez edilmiş kompleks birləşmələrdən 15-nin molekulyar və kristallik quruluşları rentgenquruluş analiz metodu ilə öyrənilmişdir. Quruluşların təhlilinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, karboksil qruplarının reaksiya girmə qabiliyyətindən asılı olaraq kompleks birləşmələri aşağıdakı qruplara ayırmaq olar.
 - a) Monodentant.
 - b) Bidentant, xelat.
 - c) Bidentant-körpü.
3. 3,5-dinitrosalisil turşusunun Cu(II) kationu ilə piridin adduktu, para-nitrobenzoy turşusunun Co(II), Mn(II) kationları ilə pirazin adduktları, 4-karboksi 2-nitrotereftalat və 2-nitrotereftal turşusunun Cu(II) kationunun piridin adduktunun molekulyar kristal quruluşları ilə yanaşı kvant kimyası, molekulyar orbital nəzəriyyəsi və Hirştild sahə analizi əsasında tədqiqatları aparılmışdır. Bu zaman molekulların 3D ölçüləri müəyyən edilmiş, molekul daxili və molekulası rabitələrin xarakteri müəyyənləşdirilmiş, Van-der-Vaals əlaqələrin uzunluqları ölçülmüş, polimer zəncirin əmələ gəlməsində iştirak edən rabitələrin tipləri və faiz miqdarları hesablanmış, kompleks birləşmələrin davamlılığına təsir edən molekullar arası boşluqların həcmi tapılmış, molekulyar orbitalların yuxarı və aşağı həddi təyin edilərək orbitalların elektronla dolma sxemləri verilmişdir. [16], [22], [23].
4. P-aminosalisil turşusu əsasında sintez edilmiş $(4\text{-H}_2(2\text{-HO-C}_6\text{H}_5\text{COO})_2 \times \text{M} \times 4\text{H}_2\text{O})$; $\text{M}=\text{Fe(III)}, \text{Mn(II)}, \text{Cd(II)}$ kompleks birləşmələri rentgenoqrafik, termoqravimetrik və İQ-spektroskopik analiz metodları ilə öyrənilmişdir. Tədqiq olunan bu kompleks

birleşmələrinin termiki parçalanmaları oxşar xarakterlidir. Həmçinin kompleks əmələgəlmə reaksiyalarında monodentant xarakterində olması müəyyən edilmişdir. Bu onu göstərir ki, bu kompleks birleşmələrdə metal-oksigen rabitələri ion xarakterlidir. Bu da onun bioloji aktivliyini təmin edir.[4]

5. Tədqiqat işində bioloji aktivliyə malik tibbi preparat olan para-aminosalisil turşusunun Mn(II) kompleksi toyuqlarda Mn(II) kationunun çatışmazlığı səbəbindən yaranan perozis xəstəliyinin müalicəsində dərman preparatı kimi tətbiq edilmiş və Azərbaycan Respublikasının patent alınmışdır.[19]
6. Para-aminosalisilat turşusunun Fe(II) kompleksi üzümün xloroz xəstəliyində dərman preparatı kimi tətbiq olunmuş, indiyə qədər tətbiq olunan birleşmələrdən üstünlüyü təsdiq edilərək patent-ixtira alınmışdır.[21]
7. Para-aminosalisil turşusunun Co(II) kompleksində qarğıdalı toxumlarının cücərməsində stimulyator rolu aşkar edilmiş, bitkinin boy artımına və məhsuldarlığa təsiri öyrənilərək patent-ixtira alınmışdır [1], [20]

Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə çap olunmuşdur

1. Həsənova, S.S., Qurbanov, F.H., Seydəliyev N.Y., Mövsümov, E.M. Mikroelementlərin xelat komplekslərinin qarğıdalı toxumlarının cücərməsinə və boy artımına təsiri //8-ci Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransın Materialları, - Gəncə, Azərbaycan: 03-04 oktyabr, -2016, -s. 51-53.
2. Həsənova, S.S., Mövsümov, E.M., Məmmədova, A.T., Səfərova, L.N. Para-Aminosalisil turşusunun yeni metal komplekslərinin sintezi və quruluşunun tədqiqi //Müasir təbiət elmlərinin aktual problemləri. Beynəlxalq Elmi konfrans, - Gəncə, Azərbaycan: 12-13 may, - 2016, - s. 83-85.
3. Гасанова, С.С., Мовсумов, Э.М., Маммадова, А.Т. Синтез исследование металлорганических соединений Au (III), Pt(IV) // “Орг Хим-2016”, - Санкт- Петербург, - 27 июня – 01 июля, - 2016, - с. 783.

4. Həsənova, S.S., Məmmədova, A.T., Babayeva, S.V. Mikroelementlərin bioloji fəal xelat komplekslərinin tətbiqinin biokimyası //Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri. Beynəlxalq Elmi konfrans - Gəncə, Azərbaycan: 4-5 may, - 2017, - s. 93-96.
5. Həsənova, S.S., Maharramov, A.M., Asgarov, R.K., Safarova, L.N., Movsumov, E.M. Synthesis of Molecular and Crystalline Structure of the 3,5 – Dinitrobenzoate Zn (II) // 3rd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies. Baku Azerbaijan, - September 10-13, - 2017, - p.175.
6. Həsənova, S.S., Movsumov, E. M., Qasimova, S.A., Rzaeva, M.F. Structural Features of Complexes of Rare-Earth Elements with Benzoic Acid Derivatives // 3rd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies. - Baku Azerbaijan, September 10-13, -2017, - p. 17.
7. Гасанова, С.С., Касумова, С.А., Мамадова, Л.Н., Кулиева, Л.Г., Мовсумов, Э.М., Особенности строения и люминесцентные свойства ароматических карбоксилатов редкоземельных элементов // Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri. Beynəlxalq Elmi konfrans, - Gəncə, Azərbaycan: 04-05 may, 2018, I hissə, - s. 93-97.
8. Həsənova, S.S. Para-nitrobenzoate Ni(II), Mn(II), Pb(II), Er(III), Tb(III) metalları ilə yeni kompleks birləşmələrinin sintezi və tədqiqi / S.S.Həsənova, S.Ə.Qasimova, E.M.Mövsumov. // - Gəncə: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Gəncə Bölməsi Xəbərlər Məcmuəsi, - 2019, №3(77), - s. 42-46.
9. Həsənova, S.S. Ge(III), Er(III), Nd(III), Gd(III), Ho(III) metallarının 3,5 dinitrobenzoate turşusu ilə yeni kompleks birləşmələrinin sintezi və tədqiqi / S.S.Həsənova, S.Ə.Qasimova // - Gəncə: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Gəncə Bölməsi Xəbərlər Məcmuəsi, -2019, №2(76), -s. 77-82.
10. Гасанова, С.С. Кристаллическая и молекулярная структура бис-(п-аминосалицилато)-ди-пиридина кадмия(II) // XXVIII Международная Чугаевская конференция по

координационной химии, - Туапсе, Ольгинка, Краснодарский край, Россия, -03 - 08 октября, - 2021, - с. 365.

11. Гасанова, С.С. Синтез и структурно – химическое исследование бис – (нитро-тетрафталато) Hg (II) – дипиридина // LIV Международной научно-практической конференции «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования». – Москва, – № 11(43), -2021, - с. 74-79.
12. Həsənova, S.S. Catena bis (3,5 – dinitrobenzoato, 0,0/) –di (piridine) - kadmium (II) kompleks birləşməsinin sintezi və kristal quruluşunun tədqiqi // - Sumqayıt, Azərbaycan: Sumqayıt Dövlət Universitetin Elmi Xəbərləri, - 2022, cild 22, №1, - s. 25-30.
13. Həsənova, S.S., Qasımova, S.Ə. Aminobenzoy turşusunun Sm(III) və Cd (III) kompleks birləşməsinin molekulyar və kristal quruluşu // “Kimya və kimya texnologiyası” konfransı, -Bakı, Azərbaycan: 18 may 2022-ci il, - s. 324-325.
14. Həsənova, S.S. Yeni metal karboksilatların sintezi və onlarda tərkib – quruluş – xassə asılılığının tədqiqi // - Bakı, Azərbaycan: Pedaqoji Universitetin Xəbərləri, - 2022, c.70. ,№1, - s. 58-66.
15. Hesenova, S.S. Synthesis and structural investigation of bis-(pyrazin 2-carboxylate)-ni(II)-dihidrate / S.S.Hesenova, E.M.Movsumov // - Bakı, Azərbaycan: “Azərbaycan kimya jurnalı”, -2022, №4, - s. 66-70.
16. Hesenova, S.S. Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis and theoretical investigation of polynuclear coordination polymers of cobalt and manganese complexes with nitrobenzene and pyrazine / S.S.Hesenova, L.N.Mamedova, M.Ashfaq, [et.al] // Journal of Molecular Structure -1250, 2022, -p. 131851-13186.
17. Hesenova, S.S. Synthesis, physico-chemical analysis and crystal structure of 3,5- dinitrobenzoate of uranium U(VI) // Advanced physical research -2022, Vol 4, №2, -p.100-105.
18. Hesenova, S.S. Synthesis, physicochemical study and crystal structure of bis-(p – nitrobenzoate) – di- (pyrazine) nickel (II) dihydrate // Chemical problems, -2022, №1 (20), - p. 95-101.

19. Həsənova, S.S. Bis (para-aminosalisilato) Manqan (II) tetrahidrat toyuqlarda perozis xəstəliyinə qarşı dərman preparatı kimi. Patent I 2022 0024, Azərbaycan Respublikası / Mövsümov E.M., Məmmədova L.N., Hacıyev M.H.
20. Həsənova, S.S. Bis–(para–aminosalisilato) Kobalt (II) tetrahidrat kompleks birləşməsi qarğıdalı toxumlarının cücərməsinin və inkişafının stimulyatoru kimi. Patent I 2022 0056, Azərbaycan Respublikası / Mövsümov E.M., Məmmədova L.N., Qurbanov F.H., Həsənova Ü.M.
21. Həsənova, S.S. Bis (para-aminosalisilato) Dəmir(II) tetrahidrat kompleksi birləşməsi üzümün xloroz xəstəliyinə qarşı dərman preparatı kimi. Patent I 2022 0023, Azərbaycan Respublikası / Mövsümov E.M., Məmmədov V.N., Daşdəmirov K.Ş.
22. Hesenova, S.S. Synthesis, Characterization, Crystal Structures, Supramolecular Assembly of Copper Complexes Derived from Nitroterephthalic acid Along with Hirshfeld Surface Analysis and Quantum Chemical Studies / S.S.Hesenova, Yolcuyeva E.A., Aliyeva Q. M., Shabbir M. [et.al] // ACS Omega 2023, №8, - p. 8530-8540.
23. Hesenova, S.S. One-dimensional polymer of copper with salicylic acid and pyridine linkers: Synthesis, characterizations, solid state assembly investigation by hirshfeld surface analysis, and computational studies/ S.S.Hesenova, Alieva Q.M., Navaz T.M., [et.al] // Journal of Molecular Structure -1297, 2024, - p. 136956-136996.



Dissertasiyanın müdafiəsi 12 İyun 2025-ci il tarixində saat 10⁰⁰
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi akademik
M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunda fəaliyyət
göstərən ED 1.15 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1143, Azərbaycan Respublikası, Bakı ş.,
H.Cavid prospekti, 113.
E-mail: kqki@kqki.science.az

Dissertasiya ilə AR ETN-i akademik M.Nağıyev adına Kataliz və
Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AR ETN-i akademik
M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun rəsmi
internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 08 May 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir

Çapa imzalanıb: 24.04.2025

Kağızın formatı: 60x84^{1/16}

Həcm: 39 606

Tiraj: 100 nüsxə