

ДОНИШГОҶИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

Бо ҳуқуқи дастнавис

ВБД: 544.2.3
ТКБ: 24.51.53(2Т)
Б-77



БОЙНАЗАРЗОДА КИБРИЁ УСМОН

КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ НУҚРА(І) БО АЛБЕНДАЗОЛ

ДИССЕРТАТСИЯ

барои дарёфти дараҷаи илмӣ

номзади илмҳои химия аз рӯи ихтисоси

1.4.5. Химияи физикӣ

Рохбари илмӣ: н.и.х., дотсент

Ёрмамадова С.Г.

Мушовири илмӣ:

доктори илмҳои химия,

профессор Рачабов У.

ДУШАНБЕ – 2026

МУНДАРИҶА

	НОМГҶҶИ ИХТИСОРАҶО (Ё) АЛОМАТҶОИ ШАРТӢ.....	5
	Муқаддима.....	6
1.0.	БОБИ 1.ТАВСИФИ АДАБИЁТ ОИДИ КОМПЛЕКСҶОСИЛКУНИИ БИОМЕТАЛЛҶО БО БИОЛИГАНДҶО.....	15
1.1.	Омӯзиши қобилияти комплексҷосилкунии ҳосилаҳои сулфурдори бензилмидазол.....	15
1.2.	Омӯзиши қобилияти комплексҷосилкунии нуқра бо лигандҳои органикӣ	22
1.3.	Ҳосият ва фаъолияти биологии пайвастагиҳои комплекси нуқра (I) бо ҳосилаҳои бензимидазол.....	29
1.4.	Истифодаи пайвастагиҳои комплекси биометаллҳо дар тибби муосир.....	34
1.5.	Хулосаи шарҳи адабиёт.....	40
2.0.	БОБИ 2. ҚИСМИ ТАҶРИБАВӢ. МЕТОДИКАИ СИНТЕЗИ ПАЙВАСТАГИҶОИ КОМПЛЕКСИИ НУҚРА (I) БО АЛБЕНДАЗОЛ.....	42
2.1.	Моддаҳои аввала, таҳлил ва тайёр намудани маҳлулҳо.....	42
2.2.	Муайян кардани тозагии лиганд.....	43
2.3.	Муайян кардани баргардандагии электроди нуқрагин.....	44
2.4.	Усули муайян кардани константаи ионизатсияи лиганди органикӣ.....	45
2.5.	Усулҳои синтези комплексҳои нуқра бо албендазол дар муҳитҳои гуногун.....	46
2.5.1	Синтези пайвасти комплекси нуқра бо албендазол дар таносуби молии 1:1 дар муҳити спиртӣ.....	47
2.5.2.	Синтези пайвасти комплекси нуқра бо албендазол дар таносуби молии 1:2 дар муҳити спиртӣ.....	47
2.5.3	Синтез пайвасти комплекси нуқра бо албендазол дар таносуби молии 1:1 дар муҳити 75% ДМСО.....	48

2.5.4.	Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:2 дар муҳити 75% ДМСО.....	48
2.5.5.	Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:1 дар муҳити консентрониди диметилсулфоксид.....	49
2.5.6.	Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:2 дар муҳити консентрониди диметилсулфоксид.....	49
2.5.7.	Синтези пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби 1:1 дар муҳити 6М кислотаи сирко.....	50
2.5.8.	Синтези пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби 1:2 дар муҳити 6М кислотаи сирко.....	50
2.5.9	Ченкунии ҳарорати гудохташавӣ.....	51
3.0.	БОБИ 3. РАВАНДИ КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ НУҚРА (I) БО АЛБЕНДАЗОЛ ДАР МАҲЛУҲОИ ГУНОГУН.....	52
3.1.	Таҳлили раванди комплексҳосилкунӣ дар системаи нукра(I)-албендазол –кислотаи сирко.....	52
3.2.	Функсияҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳои нукра(I) бо албендазол ва тақсмоти онҳо дар муҳити кислотаи сирко.....	61
3.3.	Комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО.....	66
3.4.	Таъсири қувваи ионӣ ва функсияҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳои нукра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО.....	81
4.0.	БОБИ 4. ТАҲҚИҚИ УСУЛҲОИ ФИЗИКӢ-ХИМИЯВИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ КОМПЛЕКСИИ НУҚРА(I) БО АЛБЕНДАЗОЛ ВА ОМӢЗИШИ ФАӢОЛИЯТИ БИОЛОГИИ ОНҲО.....	91
4.1.	Ҳарорати гудозиш ва ҳалшавандагии пайвастаҳои комплекси нукра(I) бо албендазол.....	91
4.2	Таҳлили элементии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо	

	албендазол.....	93
4.3.	Таҳқиқи СИ (спектроскопияи инфрасурх)-и комплексҳои албендазолати нукра(I).....	94
4.4.	Таҳлили масс-спектроскопияи албендазол ва пайвастагиҳои синтезкардашудаи нукра(1) бо албендазол.....	103
4.5.	Таҳлили РМЯ – и пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол.....	110
4.6.	Таҳқиқоти рентгеноструктурии пайвастагии комплекси нукра(I) бо албендазол.....	115
4.7.	Бо усули дериватография таҳлили термикии пайвастагиҳои синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол.....	120
4.8.	Таҳқиқи хосиятҳои биологӣ пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол.....	125
4.9.	Заҳрнокии шаддиди пайвасти комплекси нукра(I) бо албендазол.....	127
4.10	Заҳролудии музмини пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол.....	129
4.11	Омӯзиши таъсири аллергиянокӣ ва ангезандагии пайвастагии комплекси нукра(I) бо албендазол.....	130
4.12	Таҳқиқи хосиятҳои зиддимикробӣ ва зидди замбӯруғии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол.....	133
	ХУЛОСАҶО	137
	Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот	138
	РҶҲАТИ АДАБИЁТ	140
	Рӯйхати мақолаҳои, ки дар маҷаллаҳои илмӣ ба тавсияи Комиссияи Олии Аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд	155
	ЗАМИМА	158

НОМГҶҲИ ИХТИСОРАҶО (Ё) АЛОМАТҲОИ ШАРТӢ

Алб-албендазол

L- лиганд

СИ- спектроскопияи инфрасурх

РМЯ- резонанси магнитии ядрой

Entu- N,N'-этилентиомочевина

Prtu- N-пропилтиомочевина

УККГ-усулҳои камтарини квадрати ғайрихаттӣ

ДМФА-диметилфармамид

МІС -фаъолияти захрнокии паст

ДМСО-диметилсулфоксид

E.Coli- эшерихия коли

Salmonella- салмонелла

Pasterella- пастурелла

МПБ -маводи ғизоии моеъ

МПА- маводи ғизоии моеъ барои афзоиши бактерияҳо

HR-ESI-MS-ионизатсияи электрораспоши

УБ-спектроскопияи ултабунафш

ЭРА- энергодисперсияи ренгенофлуоресцентии таҳлил

УККГ-усулҳои квадрати камтарини ғайрихаттии

ДТТО18К6-1,10-дитио-4, 7, 12, 16-тетраоксосикло

октадекан

Муқаддима

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Дар солҳои охир пайвастагиҳои биометаллӣ, алахусус нукра бо азолҳо дар соҳаи ветеринария ва тиб нақши муҳим доранд. Нукра микроэлементест, ки барои фаъолияти узвҳо ва системаҳои дохилӣ муҳим аст, инчунин маводест, ки ба бактерияҳо ва вирусҳои патогенӣ таъсир мерасонад. Азолҳо дар навбати худ фаъолияти зиддимикробӣ нисбат ба маводҳои патогении бемориҳои меъдаю рӯда доранд. Тавре ки Суфиев Т.Д. қайд кардааст: «Таъсири зиддимикробии пайвастагиҳои ҳамоҳангсозии нукра ва тирптофан ба *E. coli* аз концентратсияи нукра вобаста аст ва механизми таъсири он аз боздоштани фаъолияти ферментҳое иборат аст, ки дар равандҳои нафаскашии ҳуҷайра ва фосфорилизатсияи оксидшавӣ ва барқароршавӣ иштирок мекунанд» [1]. Суфиев қайд кардааст: «Таъсири зиддимикробии пайвастагиҳои ҳамоҳангсозии нукра ва тирптофан ба *E. coli* аз концентратсияи нукра вобаста аст ва механизми таъсири он боздории фаъолияти ферментҳое дар бар мегирад, ки дар нафаскашии ҳуҷайра ва равандҳои фосфорилизатсияи оксидшавӣ ва барқароршавӣ иштирок мекунанд» [1].

Таҳқиқоти А.С. Содатдинова ва ҳаммуаллифон нишон медиҳанд, ки «Хусусияти термодинамикаи комплексшавии $Ag(I)$ бо $1M$ дар ҳалқунандаҳои обӣ-диметилсулфоксид афзоиши устувории комплекс бо афзоиши миқдори ДМСО дар ҳалқунанда аз ҳисоби устувории назарраси қабати ҳалшавандагии зарраи комплекс бо афзоиши ҳалшавандагии иони металл ва лиганд мебошад» [2].

Илова бар ин 5-нитроимидазолҳо инчунин бар зидди микроаэрофилҳои алоҳида фаъол мебошанд ва барои табобати бемориҳое, ки ин микроорганизмҳо ба вучуд меоянд, самаранок истифода бурда мешаванд.

Дар ҷаҳони муосир соҳаи тандурустӣ доираи васеи дорухоро дар бар мегирад, ки фаъолияти зиддипаразитӣ зоҳир мекунанд. Бо вучуди ин, ҳамаи онҳо меъёри заҳролудшавии муайян доранд ва метавонанд ба узвият таъсири манфӣ расонанд. Тибқи маълумоти Е.Н. Падейскийя: «Албендазол доруи

зидди протозитӣ ва зиддигиччавӣ гурӯҳи бензимидазолкарбомат мебошад. Механизми таъсири он ба боздоштани полимеризатсияи тубулин асос ёфта, боиси вайроншавии мубодилаи моддаҳо ва марги паразитҳо мегардад» [3].

Бо моддаҳои органикӣ ҳосил шудани комплексҳои нукра имкон медиҳад, ки устувории моддаҳои ҳосилшуда зиёд карда шавад. Ба ҳамаи ин нигоҳ накарда комплекси нукра(I) бо албендазол то ҳол омӯхта нашудааст, ягон маводи доруворӣ дар асоси пайвастагиҳои биокоординатсионии нукра(I) бо азолҳо мушаххасан албендазол таҳия нашудааст. Аз ин рӯ ҷустуҷӯи усулҳои коркард намудан ва баланд бардоштани устувории онҳо хеле муҳим аст. Чи хеле ки дар кори тадқиқотии Леглер Е.В. қайд карда шудааст вазифаи асосии тадқиқот: «индентификасияи шаклҳои ҷуфтшудаи кислотагӣ асосӣ ва хелатии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо аминокислотаҳои сефунксионалӣ дар маҳлулҳои обии аз ҷиҳати биологӣ муҳими нейтралӣ ва бузургии термодинамикии константҳои ҳосилшавии онҳо мебошад» [4]. Гайр аз ин, муаллиф қайд мекунад: «сохти лиганд ба устуворӣ ва таркиби комплекс чӣ тавр таъсир мерасонад». Вай қайд мекунад, ки: «Омӯзиши равандҳои комплексҳосилкунии нукра(I) бо лигандҳои бисёрфунксионалӣ аҳамияти назарраси илмӣ ва амалӣ дорад». Муаллиф баррасӣ мекунад, ки чӣ гуна сохти лиганд ба устуворӣ ва таркиби комплексҳо таъсир мерасонад. Е.В.Леглер нишон додааст, ки: «Нукраи(I) майл дорад, ки бо ҷунин аминокислотаҳо тавассути бандҳои донорию аксепторӣ бо атомҳои нитроген ва оксиген пайвастаҳои координатии устуворро ташкил диҳад. Таваҷҷуҳи махсус ба таъсири муҳити рН, қувваи ионии маҳлул ва хусусияти гурӯҳҳои функсионалӣ ба раванди комплексоилкунии дода мешавад» [4]. Дар асоси омӯзиши роҳҳои комплексоилкунии азолҳо бо ионҳои металлҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол, аз қабيلي нукра(I) ва дар асоси онҳо омода кардани дорухое, ки бар зидди микроорганизмҳои патогенӣ фаъолияти зиддимикробӣ зоҳир мекунанд, зарур аст.

Дарачаи коркарди илмии проблемаи мавриди омӯзиш. Дар адабиёти илмӣ оид ба синтез ва сохти пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо

азол ва албендазолҳо дар муҳитҳои гуногуни обию кислотагӣ ва инчунин дар маҳлули оби-спирти дар корҳои илмӣ як қатор олимони хориҷиву ватанӣ маълумот оварда шудааст. Махсусан дар корҳои илмӣ Белеванцев В.И. [80], Снесарев С.В. [139], Буду Г.В. [50], Юсупов З.Н. [124], Раҳимова М.М. [71], Аминҷонов А.О. [26], Сафармамадзода С.М. [102], Бекназарова Н.С. [78], Мудинов Х.Ғ. [17] ва ғайра комплексҳосилшавии металлҳои интиқоли бо лигандҳои органикӣ омӯхта шудааст.

Омӯзиши комплексҳои нукра(I) бо албендазолҳо аз нуқтаи назари муҳлули электролитҳо ва химияи биокоординатсионӣ муҳим аст, зеро он ба имкон медиҳад, ки электролитҳои нави нукра ва пайвастагҳои биологӣ фаъоли нукра ҷустуҷӯ карда шаванд.

Комплексҳосилкунии нукра бо лигандҳои органикӣ дар маҳлул бо усули потенциометрия омӯхта шуда, пасон дар ҳолати сахт ҷудо карда шудааст. Тариқи усулҳо таҳлили элементӣ, термикӣ, ИС -спектроскопияи, кондуктометрия ва спектрҳои резонансии парамагнитии электронӣ ва рентгеноструктурӣ сохт ва таркиби пайвастагҳои комплекси нукра муайян шудаанд.

Бо вучуди тадқиқотҳои мавҷуда аз таҳлили адабиётҳо маълум гардид, ки оиди комплексҳосилкунии нукра бо албендазол дар муҳити обӣ-уксусӣ ва ДМСО вобаста аз ҳарорат, қувваи ионӣ, константаи устуворӣ ва бузургҳои термодинамикӣ ягон маълумот вучуд надорад.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзӯҳои илмӣ.

Корҳои илмӣ-таҳқиқотии Бойназарзода Кибриё Усмон дар кафедраи химияи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон мувофиқ ба самти мавзуи илмӣ “Қоркарди маъданҳои маҳалӣ, партовҳои саноатӣ, инчунин омӯзиши комплексҳосилкунии нукра бо мис ва оҳан бо лигандҳои органикӣ” ва дар ва кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии МДТ «Донишгоҳи давлатии тибби Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино» иҷро шудааст, дар доираи супориши давлатии

Ҷумҳурии Тоҷикистон, лоиҳаи № ГР0122ТJ1433 ва ГР0121ТJ208 иҷро гардидааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Таҳқиқи комплексҳосилкунии нуқра бо албендазол, омӯхтани хосиятҳои физикӣ-химиявӣ моддаҳои ҳосилшуда муайян кардани бузургҳои константаи устувории пайвастагиҳои координатсионӣ, функцияҳои термодинамикӣ, таъсири омилҳо ба устувории комплексҳои ҳосилшуда дар муҳити 6 мол/л кислотаи сирко ва ДМСО, омӯхтани хосиятҳои зиддимикробӣ, зидди паразитӣ, зидди занбӯруғии онҳо мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот. Барои амалӣ намудани ҳадафи гузошташуда, иҷрои вазифаҳои зерин пешбинӣ гардид:

-бо истифода аз усули титронии потенциометрӣ муайн кардани раванди комплексҳосилкунӣ дар системаҳои $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ -Алб- CH_3COOH ва $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб-ДМСО;

- муайян намудани константаи устуворӣ, миқдори пайвастагиҳои комплексӣ дар системаҳои $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб- CH_3COOH ва $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб-ДМСО бо истифода аз усули Фридман, инчунин квадратҳои хурдтарин ғайрихаттӣ;

- таъсири ҳарорат, қувваи ионӣ, табиати лиганд ба константаи устувории ва раванди комплексҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол, инчунин муайян кардани собитаҳои термодинамикӣ дар асоси усули пешниҳодкардаи Василев барои системаи $\text{AgNO}_3/\text{Ag}^0$ - Алб-ДМСО;

- дар асоси собитаҳои умумии термодинамики муайн намудани энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс (ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0 ,) барои раванди комплексҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол;

-бо истифода аз натиҷаҳои диаграммаҳои тақсимот дар маҳлулҳои 6 мол/л кислотаи сирко ва ДМСО муайян наудани миқдори зарраҳои комплекси ҳосилшуда дар ҳудудҳои гуногуни консентрасияи лиганд,

инчунин истифодабарии натиҷаҳо дар синтези пайвастагиҳои нави комплекси нукра(I) бо албендазол;

-бо усулҳои физикӣ - химиявӣ бо истифодабарии усулҳои спектри инфрасурх(СИ), масс-спектроскопӣ, рентгеноструктурӣ, РМЯ, дериватография муайян намудани таркиб ва сохти пайвастагиҳои нукра(I) бо албендазол;

- таҳқиқи биологӣ хосиятҳои пайвастагиҳои нави синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол.

Объекти таҳқиқот. Омӯзиши комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар асоси таҳлилиҳои потенциометрӣ ва синтези онҳо. Таҳлили хосиятҳои физики-химиявӣ ва биологӣ пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол мебошад.

Мавзӯи (предмет) таҳқиқот. Комплексҳосилкунии нукра (I) бо албендазол дар муҳити 6 мол/л кислотаи сирко ва ДМСО мебошад.

Навгониҳои илмӣ таҳқиқот:

- бори аввал раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол бо истифода аз усули потенциометрӣ таҳлил карда шудааст;

- таркиб, ҳудуди мавҷудият, инчунин баромади максималии комплексҳои нукра(I) бо албендазол муқаррар карда шуд;

- методикаи синтези мақсадноки пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол гузаронида шуд;

- таркиб ва сохти пайвастагиҳои комплекси нукра(I) ва албендазол бо истифода аз усулҳои спектри инфрасурх(СИ), масс-спектроскопӣ, рентгеноструктурӣ, РМЯ, дериватография таҳқиқ карда шуд;

- бори нахуст хосияти биологӣ (безарар будан,заҳролудшавии шадид ва музмин, хосиятҳои аллергенӣ) ва зиддимикробӣ пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо лиганд омӯхта шудаанд;

Аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот:

-натиҷаҳои бадастомадаи комплексҳои нукра(I) бо албендазол барои шарҳ додан ва пешгӯии равандҳои комплексҳосилшавии нукра(I) истифода мешаванд;

-қиматҳои бадастомади константаҳои устувории нукра(I) бо албендазол маводи истинодӣ буда, ҳолигиҳҳои мавҷудаи адабиётро пур мекунанд, барои олимоне, ки дар соҳаи комплексҳосилкунии ионҳои металл бо лигандҳои сулфурдор ва нитрогендор таҳқиқот мегузаронанд, инчунин барои синтези пайвастагиҳои нав дар соҳаи химияи координатсионӣ истифода мешаванд;

-натиҷаҳои кори диссертатсионӣ метавонад барои донишҷӯён, магистрони ва унвонҷӯёни кафедраи физики-химиявӣ, дорусозӣ ва заҳриносӣ барои гузаронидани лексияҳо дар курсҳои махсус, инчунин барои иҷрои корҳои имлӣ-тадқиқотӣ истифода мешаванд.

-усулҳои синтези пайвастагиҳои координатсионие, ки дар кори мазкур коркард шудаанд, барои синтези мақсадноки пайвастагиҳои нави комплекси дигар металлҳои гузаранда бо лигандҳои сулфур ва нитрогендор истифода бурда мешаванд.

- моддаҳои синтезкардашуда аз ҷиҳати биологӣ фаъол ки дар асоси пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол синтез карда мешаванд, метавонанд ҳамчун маводи зиддибактериявӣ, зидди занбӯруғӣ, зидди гелментӣ ва зидди паразитӣ барои табобати бемориҳои ҳайвонот, ки аз микроорганизмҳои эршихия коли, салмонелла, пастерелла, бруселла ба вучуд меоянд, васеъ истифода мешаванд.

Нуктаҳои ба ҷимоя пешниҳодшаванда:

-натиҷаҳои тадқиқот оид ба муайян кардани бузургҳои ададии константаҳои ионизатсияи албендазол дар муҳити бмол/кислотаи сирко ва ДМСО. Шаклҳои мавҷудияти онҳо дар доираи васеи рН-муҳит, бузургҳои константаи устувории комплексҳои нукра(I) бо албендазол, натиҷаҳои муайян кардани энталпия, энтропия ва энергияи Гиббси ҳосилшавии комплексҳои нукра(I) бо албендазол;

-маълумот оиди синтези пайвастагиҳои комплексӣ дар асоси натиҷаҳои усули потенциометрӣ ва квадрати камтаринӣ ғайрихатии ба даст овардашуда, инчунин натиҷаҳои таҳлили элементӣ, спектри инфрасурх (СИ), рентгеноструктурӣ, РМЯ-спектроскопи, дервотография ва масс - спекторскопияи пайвастагиҳои синтезшуда;

-маълумот оиди омӯзиши хосиятҳои захрнокӣ яъне безарарӣ, захрнокии шадид, музмин, хашмгинӣ, зиддимикробии ва зиддизанбургии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол;

Дарачаи эътимотнокии натиҷаҳо. Эътимоднокии маълумоти гирифташуда бо истифода аз тариқаҳои муосири таҳқиқоти физикӣ ва химиявӣ, инчунин коркарди омории натиҷаҳо асоснок карда шуд. Натиҷаи синтез таркиб ва сохти пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол дар асоси таҳлили спектри инфрасурх(СИ), дервотография, рентгеноструктурӣ, масс-спектрометрӣ ва РМЯ муайян карда шуд; хосиятҳои биологӣ пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол захрнокии шадид, хосияти зиддимикробӣ,аллергеннокии комплексҳо муайян карда шуд.

Мутобиқи диссертатсия бо шиносномаи ихтисоси илмӣ. Қори диссертатсия ба бандҳои бо шиносномаи ихтисоси 1.4.5.-Химияи физикӣ мутобиқат мекунад:

- термодинамикаи химиявӣ; таълимот дар бораи мувозинати химиявӣ; термодинамикаи омӯрӣ-боби 3; 3.1-3.4

- механизмҳои мураккаби равандҳои химиявӣ, равандҳои ғудозиш ва кристалшавӣ-боби 3;3.1-3.2

-назарияи маҳлулҳо, таъсири мутақобили байнимолекулӣ ва байнизарравӣ-3;3.1

-таҳқиқи қонуниятҳои равандҳои таъғйирёбии таркиби системаҳои химиявӣ вобаста ба ҳарорат.-3; 3.2, 3.3

Саҳми шахсии докталаби дарачаи илмӣ дар таҳқиқот. Саҳми муалифи рисола, ки бо ҳаммуаллифӣ анҷом дода шудааст, дар ҳамаи зинаҳои иҷроӣ таҷриба, муқаррар кардани роҳи усулҳои таҳқиқот, кофтукови таҳлили

адабиёти илмӣ мавҷуда оиди мавзуи мазкур, муҳокимаи натиҷаҳо, хулоса ва навиштани мақолаҳои илмӣ бевосита иштирок кардааст. Кори таҳқиқоти ва базаи таҷрибавӣ дар кафедраи химияи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, кафедраи химияи фармасевтӣ ва заҳриносӣ, озмоишгоҳи марказии тадқиқоти Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи А.Сино дар шаҳри Душанбе.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ дар конференсияҳо гузориш ва муҳокима карда шудаанд:

Конференсияи байналмиллалӣ илмию амалии «Рӯшноии адабӣ дар илм» Қазоқистон (Алмата, 2022); конференсияи байналмиллалӣ илмию амалии «Конфронси илмӣ- амалии байналмиллалӣ ба муносибати 70-солагии «Тибби муосир: анъанаҳо ва навовариҳо»(Душанбе,2022); Маводҳои Конфронси XVIII илмӣ-амалии олимони ҷавон ва донишҷӯёни ДДТТ ба номи Абӯалӣ ибни Сино «Илм ва инноватсия дар тиб-2023» бо иштироки байналмиллалӣ, Том-2 (Душанбе,2023); Мактаби конфронси умумироссиягии олимони ҷавон «Рузҳои илм дар ИТХР» (Иваново,2023); конференсияи байналмиллалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзуи «Рушди самтҳои нав дар химия ва технологияи химиявӣ» бахшида гирифт ба хотираи академики АМИТ, доктори илмҳои химия, профессор Сафиев Ҳайдар (2023); конференсияи илмӣ-назариявӣ байналмиллалӣ дар мавзӯи «Рушди илмҳои химия, технология ва экология» бахшида ба 20-солагии таъсисёбии кафедраи «Технология ва экологияи химиявӣ» ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф»(Душанбе,2023) «Самтҳои афзалиятноки тадқиқот дар соҳаи тиб: кимиёи тиббӣ, биокимиё ва биофизика. Маҷмӯаи тезисҳои Анҷумани байналмиллалӣ илмӣ-амалӣ»(Бухоро,2024); «Масъалаҳои актуалӣ дар химияи имрӯза, усулҳои ҳалли онҳо ва дурнамои пешрафт» Ӯзбекистон (Денав,2025); конференсияи байналмиллалӣ илмию амалӣ дар мавзуи «Пайвастҳои комплексӣ ва ҷанбаҳои истифодабарии онҳо» (Душанбе,2025).

Конференсияи ҷумҳуриявии илмию назариявии ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «Солҳои рушди саноат (2022-2026)» ва «Бузургдошти Мавлоно Ҷалолиддини Балхи»(Душанбе,2022); конференсияи умумидонишгоҳи илмию назариявии донишҷӯён, магистрон ва унвонҷӯёни ДМТ баҳшида ба соҳаи рушди иқтисоли рақамӣ ва инноватсия (2025-2030), «700 солагии шоири ғазалсарои тоҷику форс Ҳофизи Шерозӣ» ва «115-солагии шоири халқии Тоҷикистон Боқӣ Раҳимзода» (Душанбе, 2025).

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия. Аз рӯйи натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ дар маҷмӯъ 15 мақола ва фишурдаи мақолаҳо, ки 4-тои он дар маҷалаҳои тавсиявии комиссияи олии аттестатсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 11-то фишурдаи мақолаҳо дар конференсияҳои байналмиллалӣ ва дохилӣ ба ҷоп расидаанд.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи номзадӣ дар ҳаҷми 157 саҳифаи ҷопи компютерӣ таҳия шуда, аз муқаддима, чор боб, хулоса ва 142 номгӯи адабиётҳо бо забонҳои давлатӣ ва хориҷӣ иборат аст. Рисола аз 30-то расм ва 32- то ҷадвал иборат мебошад.

БОБИ 1. ТАВСИФИ АДАБИЁТ

1.1. Омӯзиши қобилияти комплексҳосилкунии ҳосилаҳои сулфурдори бензилмидазол

Муфвофиқи маълумотҳои муаллифони кори [5] усули синтези пайвастагиҳои комплекси Co(II) , Ni(II) ва Cu(II) -ро бо 2-(3-гидроксипропил) бензимидазол дар муҳити атсетатӣ, хлоридӣ ва нитратӣ мавриди таҳлил қарор гирифтааст. Тавре ки дар таҳқиқот қайд шудааст: «Барои муайян кардани сохт ва таркиби пайвастагиҳои нави синтезкардашуда маҷмуи усулҳои физико-химиявӣ, аз ҷумла спектроскопияи инфрасурх ва таҳлили (ЭРА), энергодисперсияи ренгенофлуоресцентӣ истифода гардидааст» [5]. Дар кори муаллифон таъкид мешавад, ки «Раванди комплексҳосилкунии лиганди 2-(3-гидроксипропил) бензимидазол аз рӯйи атоми нитрогени ҳалқаи имидазол координатсия мешавад» [5]. Ҳамин тариқ, муаллифони кори мазкур муқаррар намудаанд, ки маркази ғаёли координатсия дар лиганд ин атоми нитрогени сеюми алқаи бензимидазол мебошад. Ин хулоса ба воситаи муқоисаи спекторҳои инфрасурхи лиганди озод ва комплекси ҳосилшуда асоснок карда шудааст. Ғайр аз ин, дар ин таҳқиқот оварда шудааст, ки натиҷаҳои таҳлили ЭРА таносуби стехиометрии металл-лигандро дар ҳамаи комплекси ҳосилшуда тасдиқ мекунад.

Пайвастагиҳои комплекси ҳосилаҳои бензимидазол дар солҳои охир дар соҳаҳои гуногун ба монанди тиб, бойторӣ, синтези моддаҳои органикӣ марвиди истифода қарор доранд. Мавҷудияти якчанд гетероатомҳо ва гурӯҳҳои функционалии таркиби онҳо имкон медиҳад, ки дар комплекси биометаллҳо таъсири синергетикиро пайдо намоянд.

Доираи истифодаи ҳосилаҳои бензимидазол хеле васеъ аст, ки дар байни тадқиқотчиёни ин синфи лигандҳо таваҷҷуҳи зиёд ба вучуд меорад.

Ҳамин тариқ, бо ёрии пайвастагиҳои комплекси ҳосилаҳои бензимидазол метавонанд функцияҳои системаи асаби вайроншударо барқарор кунанд. Ҳангоми истифодаи профилактикӣ, онҳо таъсири

гипотензивӣ доранд. Баъзеи онҳо метавонанд бемориҳои пӯст, аз ҷумла псориазро табобат кунанд. Маводҳои доругие, ки дар асоси ҳосилаҳои бензимидазол омода карда шудаанд ба таври васеъ маълуман, онҳо ҳосиятҳои иммуотропӣ, зиддиинтиҳобӣ, антигелминтӣ, зиддивирӯсӣ, гербисидӣ ва фунгисидӣ доранд. Дар кори Белаусова З.П. ва ҳаммуаллифон чунин оварда шудааст: «Баъзе ҳосилаҳои бензимидазол метавонанд фаъолияти чалбкунанда дар афзоиш ва гербисидӣ нишон диҳанд, ки метавонанд дар соҳаи кишоварзӣ истифода шаванд» [6].

Дар таҳқиқоти Раҳмонов Д.Х. ва ҳаммуаллифон низ оиди синтези пайвасти комплекси металлҳои интиқолии сулфатӣ бо 2-аминобензимидазол оварда шудааст: «Ҳангоми таҳлили спектри инфрасурх маълум шудааст, ки дар ҳалқаи имидазол дар ҳудуди гурӯҳи $C=N$ дар 1481см^{-1} тағирот дида мешавад. Яъне дар ҳамин ҳудуд дар ҳудуди спектри инфрасурхи лиганд лағжиши асимметриявии валенти дар ҳудуди 1562см^{-1} дида мешавад. Дар спектри пайвасти комплекси синтезкардашуда дар ҳудуди дарозии мавҷи $2520\text{-}2756\text{см}^{-1}$ бандҳои шиддатнокии гуногун пайдо мешаванд, ки ба лағжишҳои дарозшавии пайвандҳои $C-N$ -и ҳалқаи бензол марбутанд» [7].

Тибқи маълумоти таҳқиқи [8] муқоисаи спектрҳои инфрасурхи лиганд ва комплексҳои он бо сулфатҳои $Mn(II)$, $Co(II)$, $Ni(II)$, $Cu(II)$ ва $Zn(II)$ нишон дод, ки тағироти ҷиддӣ дар фурӯбарии лағжиши валентии банди $C=N$ ва лағжиши бандҳои валентии $-C=C-$ -и гетеросикл дида мешавад. Дар он аз ҷумла қайд гардидааст, ки: «Ҳангоми гузариш аз лиганд ба комплекс ин бандҳо бо масофаи $9\text{-}23\text{см}^{-1}$ лағжиш хурдаанд» [8].

Ғайр аз ин, ҳамчунон ки дар кори мазкур омадааст: «Тағйирёбии бандҳои гурӯҳи $N-H$ ($\Delta = 5\text{-}70\text{см}^{-1}$) васеъшавӣ ва тақсимшавии ин сигналҳо мушоҳида мешавад. Пайдоиши рахҳои фурӯбарӣ дар ҳудуди $501\text{-}563\text{см}^{-1}$ ва $406\text{-}457\text{см}^{-1}$ дар СИ-спектр, инчунин мавҷуд набудани ин рахҳо дар спектри лиганди озод, шаҳодати координатсияи лигандҳои гетеросиклро ба ионҳои марказӣ тавассути атомҳои нитрогени ҳалқаи бензимидазол нишон

медихад»[8]. Дар ин кор таъкид шудааст, ки ин ҳолат пештар бо усули квантӣ-химиявии ҳисоб кардани марказҳои донорӣ дар молекулаи лиганд пешбинӣ шуда буд. Дар мавриди сулфатҳо мувофиқи қори дар боло зикршуда «Комплексҳои бисёрҷаҳраӣ бо координатсияи бидентатии анионҳои сулфатӣ ва координатсияи купрукчадор ба вуҷуд меоянд. Тавре ки дар ин кор зикр шудааст, ин ҳодиса аз лағжиши валентӣ шаҳодат медиҳад» [8].

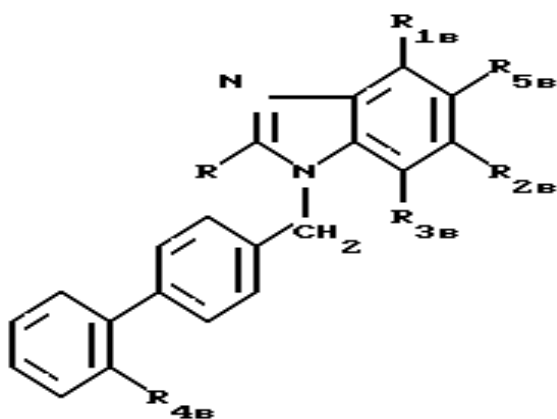
Доруҳои зидди гилментӣ дар тибби бойторӣ васеъ истифода мешаванд, ки ин бо паҳншавии васеи паразитҳо алоқаманд аст, ки на танҳо ба ҳуди ҳайвонот, балки ба одамон низ таҳдид мекунад. Дар сари вақт бо доруҳои зидди антигелминтҳо қор қардан боиси қам шудани марғи ҳайвонот, қаланд шудани маҳсулноқии он, инчунин сифати маҳсулоти қорво меғардад. Дар байни синфҳои маъмули доруҳо зидди паразитӣ ҳосилаҳои бензимидазол қои маҳсуро ишғол мекунад.

Тибқи маълумоти муаллифи таҳқиқ: «Таҳқиқоти аввалини фаъолияти пайвастағиҳои ин синф ба солҳои 70-ум қост меояд. Олимон Гибсон С.Б. ва Андерсон Е.С. аввалин шуда механизми таъсири бензимидазолҳоро ба паразитҳо муайян қардаанд. Дар ин қор таъкид мешавад ки «бензимидазолҳо ба паразитҳо тавассути рафтор аз фаъолияти фумаратредуктаза ки дар натиҷа вайрон қардани мубодилаи гелминтҳо, инчунин бо роҳи боздоштани фаъолияти микротубулярҳо амал мекунад».

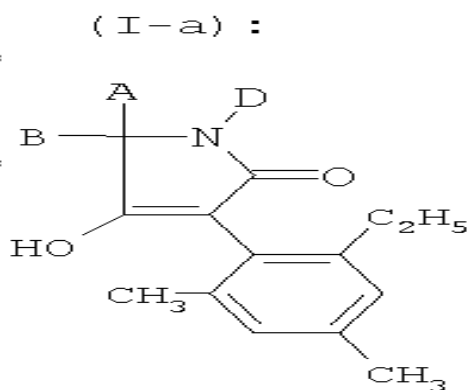
Ғайр аз ин, муаллифони ин қор нишон додаанд ки “дар зери таъсири мебендазол қамшавии ҳаракати глюкозӣ дар қирми А. суум ва *Trichinella spiralis* ба қайд ғирифта шуд»[9]. Ҳамчунон дар ин қор оварда шудааст, ки: «Ин равандҳо қалели асосии фаъолияти зидди паразитии бензимидазолҳо мебошанд. Аз рӯи натиҷаҳои дар боло овардашуда вайроншавии мубодилаи моддаҳо дар натиҷаи боздорӣ аз фаъолияти фумаратредуктаза ва микробуляторҳо ба вуҷуд меояд»[9].

Баъзе аз ин як қатор таҳқиқотҳо ғузаронда шуданд, ки дар рафти онҳо механизми таъсири ҳосилшудаи бензимидазол ва фаъолияти намоёндағони ғуноғуни ин синф ба муқобили гелминтҳо муфассал омӯхта шуд.

Бензимидазолҳо дар он сушт ҳал мешаванд, захролудшавии паст ва таъсири хеле баланди табобатӣ доранд, инчунин доираи васеи истехсоли ин доруҳо ба роҳ монда шудааст. Дар айни замон, маъруфтарин намояндагони ин синфи антигелминтикҳо моддаҳои ба монанди албендазол, фербендазол, флubenдазол ва мебендазол мебошанд.

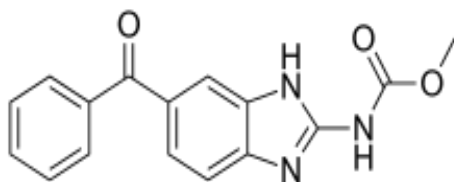


Бензимидазол



2-Этил-4,6-диметилфенил

ҳосилаи кислотаи тетрамаат

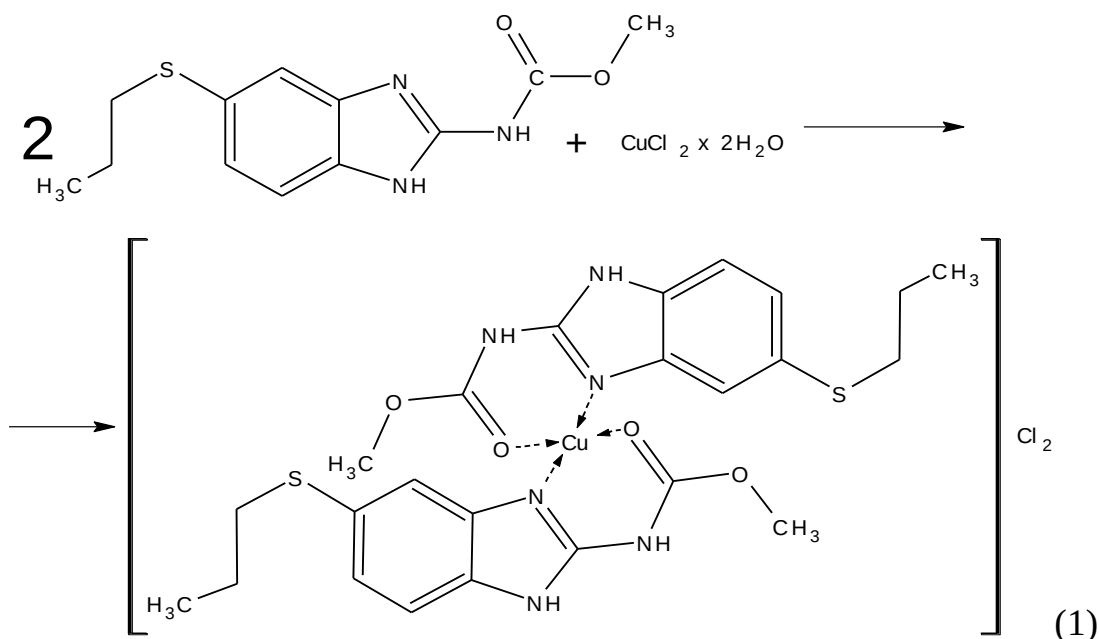


-мебендазол

Дар кори Имомзода Р.Б. оиди комплексҳосилкунии албендазол бо мис ва оҳан оварда шудааст. Муаллиф қайд кардааст, ки: «Баъд аз таҳлили спектори инфрасурх маълум гардид, ки металл бо лиганд аз рӯи гурӯҳи пиридинии нитрогенӣ молекулаи албендазол координатсия мешавад» [10]. Пайвастагии комплекси мис бо албендазол синтез шуда хосияти биологӣ онҳо муайян карда шудааст.

Аз рӯи натиҷаҳои ба дастмада Имомов Р.Б. дар таҳқиқоти худ муқаррар кардааст, ки: «Пайвасти комплекси албендазол бо мис дорои хосияти антигелментӣ дошта, дар оянда метавонанд барои табобати ҳайвонот истифода шаванд» [10]. Ҳамин тариқ дар ин кор оварда шудааст, ки: «Ин пайвастагӣҳо метавонанд асоси доруҳои нави зидди паразитӣ гарданд» [10].

Баъд аз таҳқиқотҳои физикӣ-химиявӣ, аз ҷумла усули спектри инфрасурх (СИ) ва УФ -спектроскопия, таҳлили элементӣ, усули Фишер ва термогравиметрӣ таркиб ва сохти пайвасти химиявии синтезкардашудаи мис бо албендазол муайян карда шудааст. Боз формулаи тахминии ин пайвасти комплекси ҳосилшуда тартиб дода шудааст, ки чунин намуд дорад:



Тавре ки дар боло ишора кардем, муаллиф ҳамзамон кайд кардааст, ки: «Натиҷаҳои таҳқиқот собит мекунанд, ки координасия тавассути атоми нитрогени гурӯҳи пиридин сурат мегирад» [10].

Дар таҳқиқоти дигар оиди пайвасти комплекси хелати бо биометаллҳо оварда шудааст. «Пайвастагҳои комплекси синтезшуда дар асоси ҳосилаҳои фенилсулфонили пиролиз бо Cu(I) ва Cu(II) дорои хосияти каталитикӣ, флуоресенсӣ ва биологӣ мебошанд» [11].

Муаллифони кори [12] оиди комплексҳосилкунии оҳан(II) ва оҳани (III) бо бензилбензимидазол маълумот овардаанд. Ҳамчунон зикр шудааст, ки: «Муаллиф бо усуҳои гуногуни физико-химиявӣ таркиб, соҳаи ҳосилшавии пайвастагҳои комплексӣ, сохти онҳоро омӯхтааст» [12].

Муаллиф муайян кардааст, ки: «Дар системаи Fe(III)-Fe(II)-бензимидазол-об қариб даҳто заррачаи комплексӣ ҳосил шудаанд. Соҳаи ҳосилшавии ин заррачаҳои комплекси то pH-7 буда мувофиқи таҳлилҳои ИС-спектроскопия лиганд бо металл аз рӯи атоми нитрогени гурӯҳи пиридини

координатсия мешавад» [12]. Натиҷаҳои константаи устувории пайвастагиҳои комплекси ҳосилшуда дар ҷадвали 1.1 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1.1. - Константаи ҳосилшавии пайвастагиҳои координатсионӣ дар системаи Fe(III)- Fe(II)-бензимидазол-об дар қувваи ионии 0,1мол/л

№	$Ig\beta_{\text{гпсIk}}$	Мафҳуми ададии $Ig\beta\pm 0,02$ дар ҳароратҳои гуногун			
		288,16,16	298,16,16	308,16,16	318,16,16
01	IgK_a	-7,40	-7,18	-6,96	-6,73
02	IgK_{10000}	0	0	0	0
03	IgK_{01000}	0	0	0	0
04	IgK_{10001}	-2,66	-2,60	-2,50	-2,39
05	$Ig_{\alpha 10010}$	5,05	5,20	5,28	5,36
06	$Ig\beta_{10020}$	10,60	11,38	11,10	11,38
07	$Ig\beta_{10011}$	2,54	2,19	1,44	1,92
08	$Ig\beta_{10021}$	7,25	6,50	6,06	5,50
09	$Ig\beta_{10012}$	0,19	0,15	0,12	0,06
10	$Ig\beta_{20022}$	22,19	20,69	20,04	19,33
11	$Ig\beta_{20023}$	21,92	19,00	18,18	17,26
12	$Ig\beta_{1123}$	13,91	14,04	14,20	14,08
13	$Ig_{\alpha 01010}$	4,05	3,43	3,02	2,53
14	$Ig\beta_{01020}$	8,32	8,18	8,01	7,88

Ҳосилшавии зарраҳои координатсионӣ дар системаи Fe(III)-Fe(II)-бензимидазол-об ҳам дар ҳароратҳои гуногун ва ҳам дар қувваи ионии гуногун омӯхта шудааст. Таҳлили вобастагии таҷрибавии потенциали оксидшавӣ аз тағирёбандаҳои консентратсия нишон дод, ки қувваи ионӣ ва ҳарорат ба системаи омӯхташуда ва таркиби пайвастагиҳои координатсионӣ ҳосилшуда таъсир намерасонад. Бо вучуди ин тағироти назаррас дар адади константаҳои устувории онҳо дида мешавад. Бо зиёдшавии ҳарорат тағйирёбии константаҳои устуворӣ мушоҳида кардан мумкин аст, ки ин бешубҳа бо хосияти деструктурии ионҳои перхлорат вобаста буда ва сушт

шудани бадани металлу об аз ҳисоби кам шудани константи диэлектрикии об бо зиёдшавии ҳарорат алоқаманд аст.

Кори таҳқиқоти [13] ба комплексҳосилкуни дар системаи Fe(III)-Fe(II)-дибазол баҳшида шудааст. Муаллифи ин кор муайян кардааст, ки: «Дар системаи оҳан (III) – оҳан (II) – дибазол – об дар ҳарорат ва қувваи ионии гуногун пайвастаҳои координатсионӣ моно-би- ва гетеровалентӣ ҳосил шуда, бо ёрии функсияи оксидшавӣ-таркибӣ ва устувории пайвастаҳои дар системаи омӯхташуда муайян карда шуд»[13].

Бо усули спектрофотометрии ултрабунавш (УБ) инчунин барои тасдиқи сифатии ҳосилшавии комплексҳои оҳани севалента бо дибазол истифода шудааст. Рахҳои фурӯбарии маҳлули севалентаи оҳандар ҳудуди аз 235-240нм ҷойгиранд. Дар муқоиса бо имидазол, спектри дибазол мураккабтар аст. “Фурӯбарии мавҷи кӯтоҳ спектри дибазол дар ҳудуди аз 220-240 нм ба гузариши электронии дар ҳалқаи имидазол ҷойгиршуда мансуб аст ва ҷабби дарозмавҷи 260 нм бо тағирёбии банди b-и бензол алоқаманд аст” [14]. Таҳлили қачхатаҳои зичии оптикӣ маҳлулҳои оҳан (III) бо дибазол дар муҳитҳои гуногуни рН нишон медиҳад, ки металл аз рӯи атоми нитрогени гурӯҳи пиридини ки дорои дуто электрони тақсимнашуда доран, координатсия мешавад. Дар қорҳои илмӣ муалиффони [15] оиди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол бо усули потенциометрӣ дар ҳароратҳои гуногун ва қувваҳои ионии гуногун оварда шудааст. Онҳо исбот намудаанд, ки: «Нукра(I) бо N,N-этилентеомочевина зина ба зина комплексҳоро ҳосил намуда се шакли пайвасти комплекси ҳосилшудаи устуворро исбот намудаанд. Барои шаклҳои пайвастагиҳои комплексӣ константаи умумӣ ва устуворӣ ҳисоб карда шудааст. Муайян намудаанд, ки бо зиёдшавии ҳарорат устувории комплексҳо кам мешавад»[15]. Муаллифони қори [14,16] оиди комплексҳосилкунии албендазол бо биометалҳо таҳлилҳо гузаронидаанд. Дар қори мазкур қайд карда шудааст, ки «Қатори азолҳо хусусан албендазол беҳтарин мавод барои

комплексҳосилкунӣ буда, пайвастагиҳои дар асоси он синтезшуда дар соҳаи тиб ва бойторӣ васеъ истифода шуда истодаанд»[14,16].

1.2. Омӯзиши қобилияти комплексҳосилкунии нукра бо лигандҳои органикӣ

Таҳлили адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки масъалаҳои вобаста ба омӯзиши комплексҳосилкунии пайвастагиҳои комплекси $Ag(1)$ бо лигандҳои органикӣ асосан бо усулҳои потенциометрӣ ва оксредметрӣ баррасӣ шудаанд. Чунончи, муаллифони корҳои [17,18] қайд менамоянд, ки: «Дар ҳудуди ҳароратии $15-35^{\circ}C$ параметрҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳои нукра(1) бо эфирҳои краун бо усули потенциометрӣ муайян карда шуданд»[17,18]. Ҳамчунин, онҳо таъкид мекунанд, ки «Тағйирёбии ҳарорат ба қиматҳои ΔH , ΔS ва ΔG таъсири назаррас мерасонад» [17,18].

Дар кори [19] оварда шудааст, ки: «Таъсири мутақобилаи нукра (1) бо N,N-этилентиомочевина дорои характери марҳилавӣ мебошад» [19]. Муаллифон инчунин нишон медиҳанд, ки: «Тағйирёбии ҳарорат бо устувории комплексҳои ҳосилшуда таъсири кам мерасонад» [19].

Дар кори [20] таҳлилҳои СУ-спектрофотометрикӣ ва рН-потенциометрии комплексҳосилкунии нукра(I) бо ампинсилин, оксасилин, сефазалин ва сефотоксин овардаанд. Тибқи маълумот: «Дар системаҳои дорои антибиотикҳои β -лактамӣ, вобаста ба муҳити рН ва консентратсия, комплексҳои гуногун ҳосил мешаванд» [20].

Аз ҷумла, муаллифон қайд мекунанд, ки: «Дар шароити муайян ҳосилшавии комплекси навъи $[AgL_2]$ мушоҳида мегардад» [20]. Ғайр аз ин, дар ҳамин кор таъкид шудааст, ки: «Комплексҳои навъи AgL дар ҳудуди рН 4,2-5,8 ва $[AgL_2]^-$ дар рН 8,1-9,5 устувории бештар доранд» [20].

Дар тадқиқоти [21] муаллифон менависанд, ки илова намудани ҳалкунандаҳои органикӣ ба муҳити обӣ боиси коҳиш ёфтани устувории комплексҳо мегардад. Ҳамзамон, қайд шудааст, ки: «Қиматҳои pK_a -и лигандҳо дар муҳитҳои гуногуни ҳалкунанда тағйир меёбанд» [21].

Нишон дода шудааст, ки ҳангоми илова намудани ҳалқунандаи органикӣ ба об устувори кам мешавад, барои пайвасти комплекси нукра бо устувори комплексо дар ҳама гуна ҳолатҳо меафзояд.

Дар кори [22] бшад таъкид мешавад, ки: «Пайвастагиҳои комплекси нукра (I) бо ҳосилаҳои тиомочевина дорои константаҳои баланди устуворӣ мебошанд»[22]. Муаллифони менависанд, ки: «Ин комплексо дар маҳлулҳои обӣ-диметилсулфоксид ва обӣ-формамид дар ҳарорати 298,16 К ва қувваи ионии 0,2 мол/л бо ҳиссаи молии баланд ҳосил мешаванд»[22]. Инчунин нишон дода шудааст, ки: «Устувори комплексо дар қаторҳои $L_1 - L_2 - L_3 > L_4 > L_5$ кам мешавад» [22]. Онҳо чунин овардаанд ки «Пайвастагиҳои комплекси намуди (L_1), фенилтиомочевинаи намуди (L_2), о-толилтиомочевинаи (L_3), N- атсетилтиомочевинаи (L_4) ва 1-фенил-4,5-диоксиимидазолидинтион-2 (L_5) дорои константаи устувори баланд буда ин намуд пайвастагиҳои комплекси дар маҳлулҳои обӣ-диметилсулфоксидӣ ва обӣ-формамидӣ дар ҳароратҳои 298,16К ва қувваи ионии 0,2 мол/л бо фоизи баланд ҳосил мешаванд»[22].

Муҳақиқони кори [23] комплексҳосилкунии нитрати нукраро бо аминҳои гетеросиклӣ омӯхтаанд. Дар ин кор вобастагиҳо дар муҳити спиртӣ анҷом дода шуда устувори комплексои ҳосилшудаи нукра(I) бо имидазол, 3-аминопиридином, никотинамил, 5-бром-2-аминопиридин ва хиолин муайян намудаанд. Муқаррар карда шудааст, ки: “Устувори комплексои нукра(I) бо имидазол, 3-аминопиридин бо зиёдшавии консентратсия этанол меафзояд ва устувори комплексои нукра(I) бо дигар аминҳои кам мешавад” [23].

Дар кори [24] муаллифон комплексҳосилкунии нукра(I) бо тиомочевина (L) ва ионҳои роданид дар муҳити оби-диметилсулфоксидӣ овардаанд. Муайян карда шудааст, ки дар консентратсияҳои баланди диметилсулфоксид яку якбора афзудани миқдори молекулаҳои ҳалқунанда дар сфераи координатсионии ионҳои нукра ва якбора зиёдшавии функсияи Леден дида мешавад, барои ҳамин таркиб ва устувори комплексои баланд

координатсияшудаи нукраро муайян кардан мушкил мегардад. Муқаррар карда шудааст, ки дар маҳлули обӣ-диметилсулфоксид ки дар таркибаш то 60% диметилсулфоксид дорад пайвастагиҳои комплекси таркибашон $[\text{Ag}(\text{SCN})_n]^{1-n}$ ва $[\text{AgL}_n]^+$, ки дар ин ҷо $n=2,3,4$ мебошад, ҳосил мешаванд. Дар муҳити пересолвататсия интенсивнокии ($>60\%$ диметилсулфоксид) комплекс $[\text{AgL}_4]^+$ нест мешавад.

Таъсири диметилсулфоксид ба устувории комплексҳои роданидӣ аз табиати лиганд вобастагӣ дорад. Концентратсияи ками диметилсулфоксид ба таркиб ва устувории комплексҳои тиомочевина дар маҳлулҳои обӣ-спиртӣ аз тарафи муаллифони кори [25] таҳлил карда шуд.

Нишон дода шудааст, ки бо зиёдшавии концентратсияи метанол, этанол ва пропанол дар маҳлул константаи устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо тиомочевина меафзояд. Муқаррар карда шудааст, ки нукра(I) бо тиомочевина ҳангоми дар изофа гирифтани пайвасти комплекси намуди $\text{Ag}(\text{THio})_3^+$ ҳосил мешавад. Дар кори [26] бо усули потенциометрӣ комплексоҳосилкунии нукра(I) бо моноэтаноламин дар маҳлули обӣ, дар спирти метил, этил оварда шудааст. Таркиби пайвасти комплекси муайян карда шудааст, ва константаҳои устувории онҳо низ ҳисоб карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки дар маҳлули обӣ пайвастагиҳои комплекси таркибашон $\text{Ag}(\text{МЭА})^+$ ва $[\text{Ag}(\text{МЭА})_2]^+$, ҳосил шуда аммо пайвасти комплекси намуди $[\text{Ag}(\text{МЭА})_3]^+$ дар ин муҳит ҳосил намешавад.

Муаллифони [27] пайвасти комплекси $[\text{Ag}(\text{МЭА})_3]^+$ дар ҳалқунандаи ғайриобӣ ҳосил кардаанд. Нишон дода шудааст, ки: “Таъсири лиганди органикӣ ба баландшавии константаи устуворӣ ва ҳосилшавии комплексҳои дорои координатсияи баланди лиганд оварда мерасонад” [27].

Дар комплексҳо ки дорои як ё ду молекулаҳои координатсияшудаи моноэтаноламин доранд констандаи устуворӣ дар метанол ва этанол якхела мебошанд, ва як маротиба нисбат ба об зиёд мебошанд. Кори Майстренко В.Н. ба омӯзиши комплексоҳосилкунии $\text{Cu}(\text{I})$ ва $\text{Ag}(\text{I})$ бо диизопропил-, гиптилизопропил-, октилбутил-, детсилэтилсулфид ва 2-сиклогексилтиометил-

1-фенил-1-пропанон дар атсетон ва атсетонитрил бо усули потенциометрӣ бахшида шудааст. Муаллиф чунин қайд намудааст: «Дар асетонитрил мувофиқи коида комплексҳо нисбат ба асетон устувортаранд ин ба қутбияти баланд ва ҳосияти донории ҳалқунанда ваобастааст»[28]. Муҳаққиқон нишон додаанд, ки нукра(I) бо лигандҳои органикии дар боло зикр шуда нисбат ба мис (I) пайвастагиҳои комплекси устуворро ҳосил мекунад. Олимони кори [29] комплексҳосилкунии нукра(I) бо як қатор аминокислотаҳо омӯхтаанд. Бо усули потенциометрӣ дар маҳлули обӣ константаи ионизатсияи кислотаи аспаргинат, метионин, глитсин ва константаи устувории ин пайвастагиҳо бо нукра оварда шудааст. Нишон додаанд, ки дар ҳудуди концентратсияи аминокислота $(1\div 10)\cdot 10^{-2}$ мол/л нукра(I) $(5\div 9)\cdot 10^{-5}$ мол/л пайвастагиҳои комплекси AgL ва AgL_2 ҳосил мешаванд.

Дар ин кр муаллифони таҳқиқотӣ [30] раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо моноэтанолламин бо усули рН-потенциометрӣ ва усули потенциометрӣ омӯхтаанд. Муйян кардаанд, ки константаи устувории моноэтанолламинати комплексҳои нукра(I) чунинанд: $\lg K_1=3,15$ ва $\lg K_2=3,50$.

Муаллифони [31] бо истифода аз усулҳои потенциометрӣ ва колориметрӣ «константаҳои устуворӣ ва эффектҳои гармии ҳосилшавии комплексҳои нукра (I) бо 2,2-дипиридил»-ро дар муҳити обӣ-атсетонӣ дар ҳарорати 298,16K мавриди таҳқиқ қарор додаанд. Дар натиҷаи таҳлилҳо қайд карда мешавад, ки: «Бо афзоиши ҳиссаи атсетон дар маҳлул устувории комплексҳо меафзояд»[31]. Аз ҷумла, таъкид шудааст, ки: «Устувории ҳам моно- ва ҳам биоконкомплексҳои нукра (I) бо 2,2-дипиридил ҳангоми зиёд шудани концентратсияи атсетон баланд мегардад» [31].

Дар кори [32] овардаанд, ки: “Моноэтанолламин бо нукра(I) дар маҳлули обӣ-спиртӣ се заррачаи комплекси ҳосил мекунад ва триэтанолламин бошад се комплексро бо оби тоза то концентратсияи 40% то 100% танҳо ду пайвасти комплекси ҳосил мешавад[32]. Дар кори [33] комплексҳосилшавии $AgNO_3$ ва $Cd(NO_3)_2$ бо гексаметилентетрамин дар маҳлули обӣ, обӣ-этанолӣ ва обӣ-атсетонӣ ки дар таркибашон 25,50 ва 75

фоизи ҳалкунандаи органикӣ доранд, омӯхта шудаанд. Барои мӯйян намудани таркиб ва устувории пайвастагиҳои комплекси ҳосилшуда усули Ледин истифода карда шудааст. “Бо ёрии усули колориметрикӣ функсияҳои термодинамикии ҳосилшавии моно- ва бикомплексҳои нукра(I) бо этилендиамин дар ҳудуди калони ҳалкунандаҳои метанол-диметилформамид дар ҳарорати 25⁰C омӯхтаанд” [30-33]. Дар ин ҷо таъсири ҳалкунандаҳои органикӣ ба тавсифи термодинамикии реаксияҳои комплексҳосилкунӣ ва солвататсияи реагентҳо оварда шудааст. Маълум шудааст, ки бо зиёдшавии концентратсияи ДМФА дар маҳлул хусусияти экзотермикии реаксияҳоро комплексҳосилкунии нукра(I) бо этилендиамин кам мешавад” [33]. Муаллифони кори [34] қимматҳои функсияҳои термодинамикии константаи устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо 18-краун-6-эфиров (18K6) дар маҳлулҳои обии спирти изопропил, атсетон, диметилсулфоксид ва диметилформамид омӯхтаанд.

Муаллифони кори [35] як қатор бандҳои байни Ag⁺ -SCN⁻, Ag⁺- THio дар лигандҳои омехта нисбат ба лигандҳои индивидуалӣ муайян намудаанд. Дар кори онҳо оид ба ҳаммубадалшавии гурӯҳи SCN⁻ ва тиомочевина дар комплексҳои омехта дар асоси константаи устувори оварда шудааст. Дар кори [36] мувозинати комплексҳои нукра бо тиомочевина омӯхта шудааст. Миқдори максималии молекулаҳои тиомочевина бо ионҳои Ag(I) аз рӯи вобастагии $Ig_{C_{Ag}}/[Ag^{+}]$ аз $Ig[THio]$ мӯйян карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки: “Дар системаи омӯхташаванда комплексҳои намуди [Ag(THio)]⁺ ва [Ag(THio)₂]⁺ ҳосил шудаанд” [36]. Муаллифон муқаррар кардаанд, ки: «Тағйирёбии қувваи иони ба устувории комплексҳои тиомочевина бо нукра қариб ки таъсир намерасонад»[36]. Дар кори [37] таъсири таркиби маҳлули обӣ-атсетонитрили ба устувории комплексҳои нукра(I) бо 2,2-дипиридил оварда шудааст.

Бо усули потенциометрӣ таъсири таркиби маҳлули обӣ-спиртӣ ва обӣ-диметилсулфоксидӣ ба таркиб ва устувории зарраҳои комплекси нукра(I) бо никатинамид дар қувваи ионии 0,25мол/л ва ҳарорати 298,16K оварда

шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки ҳангоми зиёдшавии концентратсияи спирти этил дар ҳалқунандаи омехта устувории зарраҳои комплекси нукра(I) бо никотинамид низ меафзояд. Бо зиёдшавии концентратсияи диметилсулфоксид устувории комплексҳои номбурда меафзояд.

Ҳамин тариқ, натиҷаҳо оиди тағйирёбии ҳолати солвататсионии иони марказӣ дар маҳлули обии этанол ва диметилсулфоксид бо тағйирёбии устувории комплексҳои нукра бо никотинамид дар ин муҳитҳо коррелятсия мешавад.

Муаллифони корҳои [38,39] раванди комплексҳосилкунии $\text{Ag}(1)$ ва $\text{Cu}(1)$ -ро бо асосҳои навъи $\text{R}-\text{CH}=\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}=\text{CH}-\text{R}$ таҳқиқ намуда, қайд мекунанд, ки: «Дар системаҳои мавриди омӯзиш ду намуди зарраҳои комплекси бо таркиби $[\text{MeL}]^+$ ва $[\text{MeL}_2]^+$ ҳосил мешаванд» [38,39]. Ба гуфтаи онҳо, «ин комплексҳо дар натиҷаи боҳамтаъсиркунии ионҳои металл бо лигандҳои бисёратома ба вучуд меоянд» [38,39].

Дар кори [40] мувозинати кимиёвӣ дар системаи $\text{Ag}(1)$ -ацетонитрил бо усули кинетикӣ мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Муаллифон [40] нишон медиҳанд, ки: «Дар маҳлул зарраҳои комплекси AgCH_3CN^+ ҳосил мегардад ва «устувории он бо константаи мувофиқ тавсиф карда мешавад» [40]. Қайд карда шудааст, ки: «Қиммати константаи устуворӣ (β_1) дар ҳарорати 40°C ба $7,7 \pm 0,6$ (лог.ед.) баробар аст» [40]. Ҳамчунин таъкид шудааст, ки «Бо усули ҳалшавандагӣ низ ҳосилшавии ин навъи комплексҳо тасдиқ мегардад» [40]. Илова бар ин, дар манбаи [40] зикр шудааст, ки: «Таркиби пайвастагии комплекси ҳосилшуда ба формулаи AgCH_3CN^+ мувофиқат мекунад, ки ин натиҷа бо маълумоти таҷрибавии дигар усулҳо мувофиқат мекунад» [40].

Муаллифони кори [41] комплексҳосилкунии нукра(1)-ро бо 2,2-дипиридил, пиридин ва этилендиамин дар муҳитҳои омехтаи метанол-ДМФА таҳқиқ намудаанд. Онҳо қайд мекунанд, ки: «Ҳангоми гузариш аз муҳити метанолӣ ба муҳити дорои ДМФА, экзотермии реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳо коҳиш меёбад» [41].

Дар асоси таҳлили потенциометрӣ муаллифи кори [42] системаҳои

$[Ag(THio)_2SO_4]$ - Thio- H_2SO_4 - H_2O ва Ag_2SO_4 - Thio- H_2SO_4 - H_2O -ро таҳқиқ намудаанд. Микдори максималии пайваستшавии молекулаҳои тиомочевина бо нукра(I) аз рӯйи қатъатаи вобастагии $\varphi_p = -f(Ig[THio])$ муайян шудааст. Нишон дода шудааст, ки дар ин система зариби кунҷи рост ба 0,177 баробар аст. Аз рӯйи ин натиҷа маълум мешавад, ки нукра(I) дар маҳлул дар намуди пайвасти комплекси $[Ag(L)_3]^+$ арзи вуҷуд дорад. Константаи ҳосилшавии ин зарраи комплекси дар ҳарорати $25^{\circ}C$ ва қувваи ионии 0,1 мол/л тақрибан ба Ig 13 баробар аст.

Муаллифони [43] бо усули титронии потенциометрӣ раванди комплексҳосилшавии нукра(I) –ро бо тиокарбогидразид дар маҳлули обӣ бо қувваи ионии 0,1 мол/л $NaNO_3$ дар ҳароратҳои аз 288,16 то 328K омӯхтаанд. Мӯйян карда шудааст, ки нукра(I) бо тиокарбогидразид се пайвасти комплекси ҳосил мекунад. Мафҳуми константаҳои умумии ҳосилшавии комплексҳои нукра муайян шудааст ва исбот карда шудааст, ки устувории онҳо бо баланд шудани ҳарорат паст мешавад. Маълум гардидааст, ки ворид кардани гурӯҳи NH_2 ба молекулаи тиосемикарбазид боиси зиёдшавии константаҳои устувории комплексҳои нукра(I) мегардад. Муқоисаи хусусияти комплексҳосилкунии нукра(I) бо тиосемикарбазид ва тиокарбогидразид нишон медиҳад, ки нукра(I) бо ҳарду лиганд дар маҳлул се заррачаи комплекси ҳосил мекунад, ки устувории онҳо ҳангоми гузаштан аз тиосемикарбазид (ТКС) ба тиокарбогидразид (ТКЗ) зиёд мешавад. Ҳамин тариқ, агар константаи умумии устувории $Ig\beta_3$ барои комплекси $Ag(TKS)_3 + 12,76 \lg$ бошад барои комплекси $Ag(TKZ)_3^+$ ба 13,87 бузургии лог баробар аст. Ин далели таҷрибавӣ метавонад аз зиёдшавии зичии электронӣ дар атоми сулфур ҳангоми воридшавии гурӯҳи NH_2 ба молекулаи тиосемикарбазид вобаста бошад. Мувофиқи мафҳуми константаи устувории комплексҳои дар боло зикршуда ин шаҳодати координатсияи ҳар ду лиганд бо нукра аз ҳисоби атоми сулфури тиолӣ мебошад.

Дар кори [44] комплексҳосилкунии нукра(I) бо глитсинат ион дар асоси реаксияи оксиду барқароршавӣ оварда шудааст. Муқаррар шудааст, ки барои

реаксияи комплексҳосилкунии нукра(I) бо глитсинат-ион дар ҳалкунандаҳои омехта пересолвататсияи лиганд роли асосиро дар тайиғирёбии устувории комплексҳо ва тавсифи термодинамики иҷро мекунанд.

Раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо моноэтаноламин ва 2-диэтиламиноэтанол бо усули ҳалшавандагӣ ва потенциометрӣ дар кори муалиффони [45] оварда шудааст. Онҳо константаи устувории комплексҳои на он қадар устуворро муайян намудаанд. Нишон додааст, ки: “Устувории комплексҳодар қатори моноэтаноламин, 2-этил-и 2-диэтиламиноэтанол кам мешавад” [45].

Бо усули титронии потенциометрӣ ва королиметрӣ омӯзиши комплексҳосилкунии AgNO_3 бо 1,10-дитио-4, 7, 12, 16-тетраоксосиклооктадекан (ДТТО18К6) дар маҳлули кори аз тарафи муаллифони кори [46] омӯхта шудааст. Муайян карда шудааст, ки AgNO_3 бо (ДТТО18К6) дар маҳлул 25°C комплексҳои таркиби 1:1 ва 1:2-ро ҳосил мекунад. Параметрҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳо дар маҳлул муайян карда шудааст.

1.3. Хосият ва ғайолияти биологии пайвастагиҳои комплекси нукра (I) бо ҳосилаҳои бензимидазол

Қобилияти таъсири омилҳо ба намоёндагони микропаразитосенотозаи потегенӣ самаранокии пайвастагиҳои нукраро нишон медиҳад. Суръати таъсири антимикробӣ дар иштироки пайвастагиҳои комплекси нукра ҳангоми воридшавӣ ба организм аз лаҳзаи воридшавӣ аллакай маълум мешавад. Гуфта шудааст, ки: “Концентратсияи ионҳои нукра дар ҳуҷайра баробар бо миқдори ферментҳои ҳуҷайравии бактериявӣ мебошад” [47].

Бризгунов В.С. ва ҳамкорон қайд менамоянд, ки: «Нукра нисбат ба як қатор антибиотикҳо, аз ҷумла пенисиллин ва боимитсин, таъсири зидди микробии қавитар зоҳир мекунад» [48]. Ба гуфтаи муаллифони: «Ионҳои нукра ба штаммҳои бактериявӣ, ки ба антибиотикҳо муқовимат нишон медиҳанд, таъсири боздоранда ва ҳатто нобудкуанда мерасонанд» [48].

Дар асоси ҷунин хосиятҳо Мосин О.В. усулҳои табобатиро пешниҳод

намуда, таъкид мекунад, ки: «Истифодаи маҳлулҳои ионҳои нукра дар концентратсияи 500 мкг/л метавонад дар табобати дисбактериоз самаранок бошад»[49]. Ё нишон медиҳад, ки: «Татбиқи ин маҳлулҳо тавассути электрофорез ба барқароршавии муҳити микрофлораи муътадил мусоидат мекунад ва натиҷаҳои терапевтӣ назаррас арзёбӣ шудаанд» [49].

Илова бар ин, дар кори [50] зикр мегардад, ки «Пайвастагиҳои нукра(1) бо лигандҳои дорои гурӯҳҳои тиол, тиолат ва пиридин хосияти баланди зиддимикробӣ нишон медиҳанд»[50]. Муаллифон таъкид мекунанд, ки: «Механизми таъсири онҳо асосан бо озодшавии ионҳои Ag^+ , вайрон кардани сохти мембранаи ҳуҷайра, боҳамтаъсиркунӣ бо сафедаҳо ва ферментҳо, инчунин таъсир ба молекулаи ДНК вобаста аст»[50].

Пайвастагиҳои $Ag(I)$ ба лигандҳои гуногун қобилияти ҳосилкунии комплексҳои устувор доранд. Масалан, $[Ag(NH_3)_2]^+$ бо аммиак, $[Ag(CN)_2]^-$ бо сианид ва комплекси тиомочевина бо гурӯҳҳои-SH комплексҳои устуворро ҳосил мекунанд. Ҳар як лиганд таъсири бевосита ба устуворӣ, ҳалшавандагӣ ва фаъолияти биологиро муайян мекунад. Комплексҳои тиол- $Ag(I)$ ва пиридин- $Ag(I)$ дар таҳқиқоти лабораторӣ MIC фаъолияти захрнокии паст нишон дода, бар зидди бактерияҳои $Gram^+$, $Gram^-$ ва баъзе фаъолияти зиддизанбӯруғӣ истифода карда карда мешаванд.

Токсикологияи пайвастагиҳои нукра(I) низ аҳамияти калон дорад. Ҳангоми истифодаи дарозмуддат метавонад ба чамъшавии нукра дар бофтаҳо ба аллергия оварада расонад. Ионҳои Ag^+ ва нанопайвастагиҳои нукра метавонанд ба митохондрия, ферментҳо ва ДНК-и ҳуҷайраҳои инсон таъсири манфӣ расонанд, бинобар ин истифодабари IC_{50} ва selectivity index барои истифодаи клиникӣ муҳим аст. Ҳамчун пайвастагиҳои маълуми нукра(I) ба монанди; нитрати нукра ($AgNO_3$) антисептик ва реактиви лабораторӣ, хлориди нукра ($AgCl$)-электродҳо ва таҳлилҳои фотохимиявӣ, инчунин пайвастагиҳои комплексӣ бо тиомочевина, пиридин ва аммиак мавриди истифода қарор доранд. “Ин пайвастагиҳо дар соҳаи тиб, саноат ва озуқаворӣ васеъ истифода мешаванд, махсусан барои пешгирии сироятҳои бактериявӣ

ва зидди занбурӣ дар солҳои охир зиёд истифода шуда истодаанд» [51].

Дар асоси маълумоти мавҷуда нукра ба 650-700 намуди микроорганизмҳо таъсир мерасонад. «Механизми таъсири нукра бар ҳуҷайраи микробӣ чунин аст, ки ионҳои нукра пас аз ворид шудан ба он ферментҳои занҷираи нафасро боз медоранд, инчунин раванди оксидшавӣ ва оксидативии форсорониҳо ҷудо мекунад, ки ба нестшавии ҳуҷайра оварда мерасонад. Ба чунин ферментҳо катализатор, дегидразаҳо ва пероксидазаҳо дохил мешаванд» [48,50,51,52].

Дар кори С.М. Федоров ва ҳаммуаллифон [53] таъкид мешавад, ки:

«Спектри васеи таъсири зиддимикробии нукра, набудани муқовимат ба он дар аксари микроорганизмҳои патогенӣ, захрнокӣ паст ва таҳаммулпазирии хуби беморон аз омилҳои асосие мебошанд, ки ба афзоиши таваҷҷуҳ ба истифодаи нукра дар бисёр кишварҳои ҷаҳон мусоидат менамоянд»[53]. Ҳамчунин қайд карда мешавад, ки «Дар адабиёти илмӣ маълумоти кофӣ оид ба хосиятҳои аллергияи нукра мавҷуд нест, ки ин омил истифодаи онро боз ҳам муҳим мегардонад»[53].

Муаллифони К.В. Еремеева ва Игнатов И. дар қорҳои худ [54,55] нишон медиҳанд, ки: «Доруҳои дар асоси нукра синтезшуда таърихан бештар дар оториноларингология ва офталмология истифода мешуданд» [54,55]. Онҳо таъкид мекунад, ки: «Афзоиши мушкilotи вобаста ба аллергиянокӣ антибиотикҳо, таъсири захрнокӣ онҳо ба узвҳои дохилий ва фишор ба системаи иммунӣ сабаби ҷустуҷӯи алтернативаҳо гардидааст» [54,55]. Таҳқиқоти муосир низ нишон медиҳанд, ки «Зарраҳои нукра нисбат ба спектри васеи бактерияҳо таъсири ҳалокатовар доранд ва дорои фаъолиятҳои зиддизанбурӯғӣ ва зиддивирӯсӣ мебошанд» [54,55].

Тибқи маълумоти [56,57]: «Ионҳои нукра қобилияти ғайрифавол кардани вирусҳои доранд, ки «ионҳои Ag^+ нисбат ба вирусҳои зуком (штаммҳои А-1 ва В), энтеровирусҳо, аденовирусҳо ва ҳатто вируси норасоии масунияти одам (ВНМО) таъсири мусбат нишон медиҳанд» [58]. Дар кори [59] нишон дода шудааст, ки: «Фаъолияти бактерисидии пайвастагҳои нукра

нисбат ба пайвастагиҳои фенолӣ то 1500 маротиба баландтар мебошад ва дар баъзе ҳолатҳо аз сулема то 3,5 маротиба самараноктар аст» [59].

Муаллиф Григориева Л.В. [60] муайян намудааст, ки: «Барои пурра ғайрифавол кардани бактериофаги *Escherichia coli* ва вирусҳои Коксаки (серотипҳои А-5, А-7, А-14) нисбат ба бактерияҳои рӯда концентратсияи баландтари нукра (500-5000 мкг/л) зарур аст» [60].

Ҳамазамон, дар як қатор таҳқиқотҳо вобаста ба хусусиятҳои физикӣ-химиявии таъсири нукра аҳамияти махсус дода шудааст. Қайд мегардад, ки «оксидшавии протоплазмаи бактерияҳо ва вайроншавии сохти онҳо бо иштироки оксигени ҳалшуда дар об» яке аз механизмҳои муҳими таъсири нукра ба ҳисоб меравад.

Ҳамчунин аҳамияти махсус ба равандҳои физико-химиявӣ дода мешавад. Вақтҳои махсус, оксидшавии протоплазмаи бактерияҳо ва вайроншавии он бо оксигени ҳалшуда дар об яке аз проблемаҳои глобалӣ буда барои ҳали он нукра ҳамчун катализатор нақши муҳим мебозад.

Баъзе мутахассисон таъсири антимикробии нукраро бо кам кардани фаъолияти ферментҳо, ки гурӯҳҳои SH ва COOH доранд, шарҳ медоданд. «Ҳосилшавии пайвастагиҳои комплекси бо кислотаҳои нуклеинӣ ва вайроншавии сохти онҳо ҳамчун яке аз омилҳои марғи ҳуҷайраҳои микробӣ баррасӣ мешавад» [59,61].

Нукра, дорои таъсири баланди антибактериалӣ дошта, аналоғи табиӣ барои бисёре аз антибиотикҳои синтетикӣ мебошад. Дар асоси таҳқиқотҳои ионҳои Ag^+ микрофлораи беморсозро маҳв мекунад, бе он ки фаъолияти бактерияҳои муфид барои организмро вайрон кунанд, аз ин рӯ дисбактериоз рушд намекунад. Ҳоло нукра на танҳо ҳамчун металл, ки микроорганизмҳоро мекушад, балки ҳамчун микроэлемент, ки барои фаъолияти бисёре аз аъзои организм ва системаҳо зарур аст, бо хосиятҳои заددи вирусӣ ва баланд бардоштани системаи иммунӣ маълум мебошад.

Ҳамин тариқ: “Нукра ҳамчун воситаи дорои таъсири баланди антибактериалӣ баромад намуда, метавонад ҳамчун аналоғи табиӣ баъзе

антибиотикҳои синтетикӣ арзёбӣ гардад»[62].

Муайян шудааст, ки “Ионҳои Ag^+ микрофлораи патогениро нест намуда, ба бактерияҳои муфид таъсири манфӣ намерасонанд, ки дар натиҷа рушди дисбактериоз мушоҳида намешавад» [62]. Илова бар ин, нукра «На танҳо ҳамчун маводи зиддимикробӣ, балки ҳамчун микроэлементи барои фаъолияти физиологии организм муҳим, арзёбӣ мегардад» [62].

Тибқи маълумоти мавҷуда: «Меъёри шабонарӯзии нукра барои инсон тақрибан 90 мкг-ро ташкил медиҳад». Қайд шудааст, ки: «Микдори зиёди нукра дар майнаи сар, ғадудҳои дохилӣ, чигар, гурда ва бофтаи устухон ҷамъ мешавад»[62]. Инчунин муайян гардидааст, ки «Нукра дорои хосияти иммуномодуляторӣ буда, метавонад ба гормонҳои стероидӣ монанд таъсир расонад». Вобаста ба консентратсия: «Ионҳои нукра метавонанд ҳам фаготситозро фаъол созанд ва ҳам онро маҳдуд намоянд»[62]. Таъсири онҳо «Боиси зиёд шудани иммуноглобулинҳои синфҳои А, М, G ва афзоиши Т- лимфоситҳо мегардад» [50,55,59,63].

Пайдо шудаанд доруҳои нав, ки нукра доранд: “Аргосулфан, дермазин, сулфадиазин нукра, повиаргол, саркум, бактериофунгисид ва ғайра, ки таъсири зидди вирусӣ, фунгисидӣ, зидди илтиҳобӣ ва иммуномодуляторӣ доранд. Дар асоси кори муаллифони A.R.Shahverdy[65] ва дигарон ҳулоса карда шудааст, ки таъсири антимикробии доруҳои асосёфта аз нукра як маротиба қавитар аз пенисиллин, биомисин ва дигар антибиотикҳо мебошад, зеро таъсири ингибиторӣ ба штаммҳои бактериявии муқовиматкунанда ба антибиотикҳо мебошад» [65].

Пайвастагии химиявии ки ҳамчун лиганди органикӣ дар бисёр пайвастагиҳои синтезкардашуда истифода мешавад [67] ва тиб маводи доруги бо номи албендазол мавҷуд аст ин доруи зиддигелминтӣ буда яке аз ҳосилаҳои бензимидазол ба ҳисоб меравад, ки барои табobati энтеробиоз, аксаридоз, стронгилоидоз, эхинококкоз, трихиноз ва трихофаселлёз истифода мешавад. Албендазолро асосан барои нест кардани шаклҳои кирми сестодаҳо, аз ҷумла кирми эхинокок ё ки онро кирми тасмашакл меноманд ва

нематодҳо барои нест кардани кирми риштамонанди руда васеъ истифода мебаранд.

Ҳамчунин албендазол дар мубориза бо *Cysticercus cellulosae* ва шаклҳои кирми тасмашакл самаранокии назаррас нишон медиҳад [68].

Механизми албендазол ба механизми мебендазол монанд буда, асосан ба синтези β -тубулини ситоплазмӣ равона шудааст. Ин таъсир ба паст шудани ҷабби глюкоза дар ҳуҷайраҳои паразит меанҷомад ва дар натиҷа синтези АТФ суст мешавад, ки боиси марги паразитҳо мегардад. “Дар муқоиса бо паразитҳо, албендазол ба мубодилаи глюкоза дар ширхӯрон ва одам таъсири ингибиторӣ намерасонад, ки нишонаи баланди селективии дору мебошад” [69].

Азбаски дору β -тубулини алоқаманд аст, он ташаккули микротубулҳо дар ҳуҷайраҳои паразитро ҳалалдор мекунад, ки ба гардиши нутриентҳо ва азхудкунии энергияи ҳуҷайра таъсири ғавқулודда мерасонад. “Дар натиҷа, ҳуҷайраҳои паразит наметавонанд сохтори энергетикӣ заруриро нигоҳ доранд ва ғавран мемиранд” [70].

1.4. Истифодаи пайвастагиҳои комплекси биометаллҳо дар тибби муосир

Табобат ва пешгирии бемориҳои сироятӣ ҳанӯз як масъалаи душвори ва ҳалшаванда боқӣ мемонад, бо сабаби паҳншавии муқовимат ба намудҳои гуногуни микроорганизмҳо ба маводҳои антимиқробӣ мавҷуда мебошад [71]. Бар асоси кори муаллифи Давид М.Л. ҳулоса кардан мумкин аст, ки: “Ҳосилаҳои нитроимидазол як гурӯҳи устувор барои воситаҳои антипротозой ва антибактериалӣ мебошанд” [72]. Ихтирооти муаллифи [73] ба навоварии ҳосилаҳои 1-(β -оксиэтил)-2-метил-5-нитроимидазол мансуб буда, дар он фаъолияти антибактериалӣ, зидди трихомонадӣ, фунгисидӣ ва системаи иммунӣ оварда шудааст. Пайвастагиҳои синтезкардашуда метавонанд ҳомеостази металл-лигандро барқарор кунанд. Мақсади ихтироот муайян кардани спектри таъсир, ва таҳлили системаи иммунӣ мебошад. Пайвастаҳои комплекси 1-(β -гидроксиэтил)-2-метил-5-

нитроимидазол бо намакҳои мис(II) ва никел(II) ки дорои фаъолияти баланд нисбат ба вирусҳои *Escherichia coli*, *S aureus*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*, *Bac. subtilis*, *Bacter. fragilis*, *Bacter. Aniformis* мебошанд аммо нисбат ба пайвастагиҳои албендазолӣ фаъолияти сусти зидди паразитӣ доранд.

Ихтирооти муаллифи Калетин Н.И. вобаста ба: “Ҳосилаи нави албендазол 1-(β -оксиэтил)-2-метил-5-нитроимидазол мебошад, ки дорои таъсири антибактериалӣ, зидди трихомонадӣ ва иммунитетити таҳкимкунанда аст. Дар асоси кори муаллиф хулоса кардан мумкин аст, ки албендазол 1-(β -оксиэтил)-2-метил-5-нитроимидазол дорои фаъолияти антибактериалӣ, зидди трихомонадӣ ва иммунитетити таҳкимкунанда мебошад. Ҳамзамон нишон дода шудааст, ки ҳангоми ҳосил шудани пайвастагиҳои комплексӣ бо металлҳо фаъолияти антибактериалии онҳоро нисбат ба лиганди аслии тақвият медиҳад» [74].

Норасоии албендазол аз бад будани ҳалшавандагии он дар об, фаъолияти кам дар муқобила бо аэробҳо ва қобилияти вайрон кардани гомеостази металл-лиганд иборатанд. Чунонки дарҷ мешавад: “Дар асоси коҳиши пешравии самаранокии антибиотикотерапия ҳангоми афзоиши аллергиятсияи аҳоли, нитроҳосилаҳои имидазол алалхусус албендазол, ки дар тиб бар зидди микроорганизмҳо истифода мешавад” [76]. Дар мақолаи Бабчак В. ва ҳаммуаллифон самаранокии доруи албендазол бар зидди паразити чигарии *Fasciola hepatica* дар говҳои аз табиат сироятёфта дар шароити фермаи воқеии Словакия таҳқиқ карда шудааст. Барои арзёбии таъсири дору ҳам усулҳои *in vivo* (FECRT) ва ҳам *in vitro* (озмоиши парвариши тухм-ЕНТ) истифода шудаанд. Говҳо ба ду гурӯҳ ҷудо карда шудаанд: гурӯҳи таҷрибавӣ бо миқдори 7,5 мг/кг албендазол табобат гирифтанд ва гурӯҳи назоратӣ бе истифодаи дору. Пас аз табобат, шумораи тухмҳои паразит дар наҷосат ба ҳисоби миёна 77-81,8% коҳиш ёфт, ки аз кам шудани ҳассосияти фассиолҳо ба албендазол дарак медиҳад. Натиҷаҳои озмоишҳои биохимиявӣ низ ин ҳолатро тасдиқ намуданд: дар концентратсияи 0,5 μ M, дар давоми 12 соат 65% ва дар 15 рӯз 79% тухмҳо

нобуд гардиданд. Муаллифони кори [77] ба хулоса омаданд, ки дар шароити фермаҳое, ки муддати тӯлонӣ аз албендазол истифода мебаранд, эҳтимоли пайдоиши муковимати *Fasciola hepatica* ба ин дору вучуд дорад. Онҳо тавсия медиҳанд, ки барои арзёбии пурра ва назорати муковимат, усулҳои *in vitro* бо усулҳои классикии *in vivo* якҷоя истифода шаванд.

Аксарият методҳои аналитикӣ ба реаксияи комплексҳосилкунӣ асос ёфтаанд. Дар ин ҳолат ё худ реагентҳои аналитикӣ комплексҳо мебошанд, чуноне ки муаллифони кор нишон додаанд ки ҳангоми омузиши хосияти захрнокии пайвасти комплекси оҳан (III) бо тиопирин дар ҳайвоноти озмоишгоҳӣ маълум гардид ки захрноки аз консентрасияи пайвасти комплексӣ вобаста буда барои калламушҳои сафед меъёри марговар аз 200-300 мг/кг ташкил дод. [78].

Муаллифони кори [79] пешниҳод кардаанд, ки: «Як силсила пайвастагиҳои нуқра (I) бо лигандҳои органикӣ хусусан бо 3-оҳо-3-phenyl-2-(2-phenylhydrazono)-пропанол пайвастагиҳои устуворро ҳосил мекунанд. Онҳо пайвастагиҳои навро синтез намуда хосиятҳои онҳоро аз ҷумла фаъолияти антимиқробӣ онҳоро омӯхтаанд. Ҳамаи пайвастагиҳо бо усулҳои спектроскопӣ (FT-IR, ¹HNMR) ва таҳқиқоти молекулаи шарҳ дода шудаанд»[79]. Ҳамчунин хосиятҳои онҳоро бо усулҳои муосир аз ҷумла тасвири морфологӣ, устувории гармӣ ва унсурҳои оптоэлектроникӣ таҳлил намудаанд.

Муаллифони [80] нишон медиҳанд, ки пайвастагиҳои металлӣ бо лигандҳои органикӣ, ки асоси N- донор доранд аз ҷумла аммиак, аминҳо, уреа-деривативҳо ва N-гетеросиклҳо- яке аз гурӯҳҳои маълум дар химия, биохимия, комплексҳосилкунӣ ва саноат мебошанд. Яке аз ҷанбаҳои маҳими таҳқиқшавандаи кори муаллифони дар боло зикршуда ин таъсири хусусиятҳои лиганд ва сохти он, миқдори лигандҳо, ҷойгиршавии онҳо дар таркиб ва реаксияи пайвастагиҳои металл-N-донорӣ мебошад.

Таҳлил нишон медиҳад, ки таъсири мутақобилаи лиганда-маркази атом ё лиганда-анион дар фазаи саҳт ё маҳлул метавонад ба самаранокии маводҳо

(масалан, каталитикӣ, фотоэлектрони) тавассути ташаккул додани оксидҳои омехта дар наномикдорҳо оварда расонад.

Дар кори А.В. Обухов заминаҳои назариявӣ ва таҷрибавии истифодаи доруҳои нукраро барои сирояти Вич Спид баррасӣ мекунад. Муаллиф маълумотро дар бораи фаъолияти зиддивирусии ионҳои нукра, қобилияти онҳо барои паҳш кардани такрори вирусҳо ва таъсир расонидан ба механизмҳои иммунии организм таҳлил мекунад. Қайд карда мешавад, ки «доруҳои нукра метавонанд, таъсири иммуномодуляторӣ ва антисептикӣ дошта бошанд, аммо хусусияти таҷрибавии чунин равишҳо ва зарурати таҳқиқоти минбаъдаи клиникӣ таъкид мегардад.

Муаллифони [82] пайвастаҳои нави мураккаби нукраро бо аминокислотаҳои аргинин ва кислотаи глутаминӣ синтез карда, фаъолияти зиддимикробӣ ва ҳосиятҳои онҳоро омӯхтанд. Муаллиф нишон додааст, ки: «Комплексҳои ҳосилшуда таъсири зиддибактериалии намоён доранд, дар ҳоле ки истифодаи аминокислотаҳо ҳамчун лигандҳо устуворӣ, ҳалшавӣ ва самаранокии биологӣ ионҳои нукрарор зиёд мекунад, ки ин гуна пайвастаҳо барои таҳияи доруҳои зиддимикробӣ истифода мешаванд»[82].

Дар кори А.А.Масленко таъсири оби нукрагин ва оби бо нукра консервшуда ба ҳолати узвҳои ҳозима таҳқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки дар концентратсияҳои дурусти нукра чунин об ба роҳи меъдаю рӯда таъсири манфӣ намоён намерасонад, осеби морфологӣ луобпардари ба вучуд намеорад ва метавонад таъсири муътадили зиддимикробӣ дошта бошад. Хулоса бароварда шудааст, ки истифодаи оби нукрагин бо мақсадҳои пешгирикунанда ва санитарӣ гигиенӣ ҳангоми риояи микдорҳо нисбатан беҳатар аст. Тибқи маълумоти манбаи [84], нукра дар шакли ионҳо бо ионҳо ва молекулаҳои гуногун фаъолон таъсир мекунад. Концентратсияҳои кам муфиданд, зеро нукра бисёр бактерияҳои бемориоварро дар организм нест мекунад. Инчунин муайян шудааст, ки ионҳои нукра дар концентратсияҳои кам ба баланд шудани муқовимати умумии организм ба бемориҳои сироятӣ мусоидат мекунанд.

Бо рушди ин самтҳои истифода, ҳоло нукра ба ҳамираи дандон ва карандашҳои муҳофизатӣ илова карда мешавад. Плиткаҳои керамикӣ бо нукра пӯшонида мешаванд. Дар Чопон ҳатто ладан истеҳсол мекунанд, ки ионҳои нукра доранд ва ҳангоми сӯхтан ионҳои нукраро озод мекунад, ки бактерияҳоро мекушад. Дар асоси пайвастагиҳои нукра доруҳои монанди протаргол, калларгол истеҳсол мешаванд, ки шаклҳои каллоидии нукра буда, ба табobati осебҳои зардоби чашм кӯмак мерасонанд. Моддаҳои координатсионӣ бо лигандҳои органикӣ васеъ ва самаранок барои шустани захмҳо ё луобпарда дар ҳолатҳои гуногуни илтиҳобӣ истифода мешаванд, инчунин дар тайёр кардани воситаҳои гуногуни антибактериалӣ истифода мешаванд.

Дар кори баррасии Иравонӣ С [85] ва ҳамкорон усулҳои асосии синтези нанозарраҳои нукра: химиявӣ, физикӣ ва биологӣ мураттаб карда шудаанд. Муаллифон принципҳои ба даст овардан, шароити синтез, андоха ва шакли нанозарраҳо, инчунин устувории онҳоро муқоиса мекунанд. Таваҷҷуҳи махсус ба усулҳои биологӣ (сабз), ки ба истифодаи микроорганизмҳо ва экстрактҳои растанӣ асос ёфтаанд, ҳамчун усулҳои аз ҷиҳати экологӣ беҳатартар дода шудааст. Қайд карда мешавад, ки усули синтез ба хосиятҳои зиддимикробӣ, зидди илтиҳобӣ ва фармакологии нанозарраҳои нукра таъсири назаррас мерасонад. Ин кор ҳамчун пойгоҳи бунёди барои интиҳоби усули оптималии ба даст овардани Ag-нанозарраҳо дар таҳқиқоти тиббӣ-фармасевтӣ хизмат мекунад.

Дар кори [86] оиди нанозарраҳои нукра дар организм (*in vivo*) дар модели калламушҳо таҳқиқ шудааст. Муаллифон воридшавӣ, тақсимшавӣ ва тағйирёбии нанозарраҳои нукраро дар бадан пас аз таъсир омӯхта, нишон доданд, ки: “Нанозарраҳои Ag қобилияти ба шакли ионӣ гузаштан, дар узвҳо ва бофтаҳои алоҳида ҷамъ шудан ва дар равандҳои биохимиявӣ иштирок карданро доранд” [86]. Таъкид шудааст, ки таъсири биологӣ ва захролудии эҳтимолии нанозарраҳои нукра аз андоза, пӯшиш ва шароити таъсир вобаста аст. Ин кор барои арзёбии беҳатарӣ ва механизмҳои таъсири

наноматориалҳои нукра ҳангоми истифодаи тибии онҳо аҳамияти калон дорад.

Дар кори [87,88,89-90] хосиятҳои бактерисидӣ ва ситотоксикии нанозарраҳои нукра таҳлил карда шудаанд. Муаллифони механизмҳои таъсири зиддимикробӣ Ag-нанозарраҳоро, аз ҷумла вайроншавии мембранаҳои ҳуҷайра, тавлиди намудҳои фаъоли оксиген ва озодшавии ионҳои Ag^+ барраси мекунанд. Ҳамзамон, омилҳое, ки китотоксикиро барои ҳуҷайраҳои ширхӯрон муайян мекунанд- андозаи зарраҳо, консентратсия, тағйири сатҳ ва давомнокии таъсир- муҳокима карда мешаванд. Хулосаи он аст, ки зарурати оптимизатсияи хусусиятҳои нанозарраҳои нукра барои ба даст овардани мувозинат байни самаранокии баланди зиддибактериалӣ ва минималии токсикӣ, ки барои истифодаи беҳатари биомедитсинии онҳо муҳим аст, баён карда шудааст.

Инчунин механизми таъсири зиддимикробии нанозарраҳои нукра, ки бо индуксияи фишори оксидативӣ дар бактерияҳои намудҳои гуногун алоқаманд аст, таҳқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки нанозарраҳои Ag боиси ташаккули намудҳои реактиви оксиген мегарданд, ки ба вайроншавии мембранаҳои ҳуҷайра, сафедаҳо ва кислотаҳои нуклеинӣ оварда мерасонад.

Дар кори Сандил штамби Эршиха кол ҳамчун модели бактерияҳои грамманфӣ фаъолияти баланди антимиқробии наночастаҳои нукра нишон додааст. муайян карда шудааст, ки наночастаҳои нукра бо девори ҳуҷайра ва мембранаҳои бактерияҳо таъсир намуда, гузарандагии онҳоро вайрон мекунанд ва зарраҳои сохти навро ба вучуд меоранд, ки таъсири бактерисидӣ ҳам бо тамоси мустақими наночастаҳо бо ҳуҷайраи бактерия ва ҳам бо озодшавии ионҳои Ag^+ алоқаманд аст.

Муаллифони корҳои [91,92,93,94,95] истифодаи пайвастагиҳои нукраро дар соҳаи тиб муайян намудаанд. Алалхусус барои табобати беморони гирифтори сирояти чиркдорро бо усули хурокии аммиакии хлориди нукра тадқиқ кардаанд. Онҳо самаранокии ин усулро дар мубориза бо сироят

арзёбӣ карда, қайд кардаанд, ки маҳлули нукра метавонад илтиҳоби чиркинро дар беморон коҳиш диҳад.

Дар ин рисола хосиятҳои шифобахш ва ҷавонкунандаи нукра оварда шудаанд. Муаллиф тавсиф мекунад, ки нукра чи гуна дар тиб ва косметология истифода мешавад, таъсири антисептикии он, таъсири ба саломатӣ ва роҳҳои эҳтимолии истифода барои дастгирии бадан ва беҳтар кардани ҳолати пӯстро баррасӣ мекунад.

“Дар солҳои охир олимони истифодаи микроэлементи нукраро дар тиб, хосиятҳои биологӣ ва антисептикии он, инчунин самтҳои имконпазири истифода барои пешгирӣ ва табобати бемориҳои гуногунро баррасӣ мекунад” [91,92,93,94,95].

Маволи дар асоси нукра таҳияшуда, ки колларгол ном дорад дар табобати астмаи бронхияӣ истифода мешавад. Муаллиф нишон дод, ки колларгол метавонад илтиҳоби роҳҳои нафасро коҳиш диҳад ва ҳолати беморонро беҳтар кунад.

Муаллифони кори [96] таъсири зиддибактериявӣ ва гемостатикиро, ки пайвастиҳои нукра бо кислотаи полиакрилий доранд, таҳқиқ карданд. Натиҷаҳо нишон доданд, ки ин ҳосилаҳои нукра қобилияти намоёни боздоштани афзоиши микробҳо ва қатъи хунравиро нишон дода, онҳоро ҳамчун маводи умедбахш барои истифодаи тиббӣ муаррифӣ мекунанд.

“Нукра метавонад бо сафедаҳо ва ферментҳо пайваست шуда, қобилияти онҳоро бозмедорад, хусусан дар решаҳо ва бофтаҳои меристематикӣ ин ҳолат дида мешавад” [97].

1.5. Хулосаи шарҳи адабиёт

Таҳлили маълумоти адабиёт нишон дод:

1. Дар адабиёт дар бораи пайвастиҳои мураккаби баъзе металлҳо бо азолҳо маълумот мавҷуд аст. Дар адабиёт дар бораи пайвастиҳои мураккаби нукра(I) бо албендазол ва истифодаи ин комплексҳо барои мақсадҳои гуногун маълумот мавҷуд нест.

2.Дар адабиёт пайвастагиҳои мураккаби нукра бо карбогидридҳои сер ва носер, аминокислотаҳо, тиокислотаҳо, бо кислотаҳои карбон, бо аминҳои сершумори силсилаи хушбӯю равшанӣ, бо лигандҳои дорои нитроген ва сулфур, нитроген ва селен бо пайвастагиҳои дикон ва фосфор, органик ва дигар моддаҳо ёфт шудаанд.

3.Таҳқиқ карда шудааст, ки дар баъзе ҳолатҳо комплексошударӯи на танҳо таъсири фармакологиро баланд бардошта метавонад, балки заҳролудшавиро кам карда, таъсири манфии номатлуби лигандҳоро кам карда метавонад.

4.Процессҳои комплексошударӯии нукра(I) бо албендазол ҳануз таҳқиқ нашудааст.

5.Дар асоси гуфтаҳои боло ҷустуҷӯи роҳҳои синтези пайвастагиҳои нави комплекси Ag(I) бо албендазол, омӯзиши пайвастагиҳои комплекси ба даст овардашуда бо усулҳои гуногуни физикию химиявӣ ва омӯхтани хосиятҳои биологии онҳо вазифаҳои таърихнопазир ва ҳам аҳамияти амалӣ дорад.

БОБИ 2. ҚИСМИ ТАҶРИБАВӢ

2.1. Моддаҳои аввала, таҳлил ва таӑр намудани маҳлулҳо

Дар раванди синтези пайвастагиҳои координатии нуқраи (I), ҳамчун моддаҳои ибтидоӣ, намаки AgNO_3 , ки қаблан бо усули дубора кристаллизатсия тоза карда шуда буданд, истифода шуданд. Албендазол (х.т.) ҳамчун лиганд ба кор бурда шуд. Барои ҳалкунандаҳо, маҳлулҳои органикӣ ва ғайриорганикӣ, аз ҷумла этанол, ДМФА, ДМСО, эфир, кислотаи сулфат ва хлорид ба кор бурда шуданд. Намаки NaNO_3 бо истифода аз маҳлули обии концентратсияшуда дубора кристаллизатсия карда шуд. Кислотаи нитрат (х.т.) бидуни тозакунии иловагӣ истифода гардид.

Концентратсияи гидроксидаи натрий бо истифода аз усули титронии рост бо ӑрии маҳлули 0.1M кислотаи хлорид дар иштироки индикатори метили норинҷи муайян карда шуд. Маҳлули гидроксидаи натрийро бо ӑрии кислотаи янтарат муайян намудем. Зарфҳои химиявие ки ҳангоми иҷрои корҳои таҷрибавӣ истифода карда шуданд бо ӑрии омехтаи хром, оби муқаттар шуста мешуданд. Омехтаи кислотагӣ ва хромиро аз руи методикаи тайӑр карда шуданд.

Барои гузаронидани таҳқиқот маҳлули 6M кислотаи сирко истифода карда шуд. Барои омор кардани маҳлули 6M кислотаи сирко аз кислотаи сиркоӣ ях истифода карда шуд. Бо назардошти массаи молярии кислотаи сирко ($M=60,05\text{г/мол}$) ва зичии кислотаи сиркоӣ ях ($\rho=1,049\text{г/см}^3$) дар ҳарорати 20°C , барои тайӑр намудани 1л маҳлули 6M миқдори зарурии кислота ҳисоб карда шуд. Барои ин 6,0 мол кислотаи сиркоӣ ки ба 360,3 г кислотаи соф мувофиқ аст, зарур мебошад. Бо назардоштаи зичии кислотаи сиркоӣ яхин ҳаҷми он 343,6 мл-ро ташкил дод. Ба қолбаи ҳаҷмаш 1000мл тақрибан 500 оби дистиллат гирифта ба он оҳиста 343,6 мл кислотаи сиркоӣ яхин илова карда шуд. Ҳангоми омехта кардан маҳлул гарм мешавад, бинобар ин пас аз хунук кардан то ҳарорати ҳонагӣ ҳаҷми маҳлул то 1000мл пур карда шуд. Маҳлули ҳосилшударо ҳеле боэҳтиёт омехта намуда даҳани зарф

махкам карда шуд. Концентрасияи ҳисобии маҳлули тайершуда 6,0мол/л кислотаи сиркоро ташкил дод.

2.2. Муайян кардани тозагии лиганд

Барои исбот намудани тозагии лиганд яъне албендазол аз усули хроматография истифода карда шуд. Барои ин, албендазол дар миқдори муайяни спирт ҳал карда шуда, бо ёрии капилляр нуқтае дар поёни қоғази хроматографӣ гузошта мешавад. Пластинкаи хроматографӣ ба таври уфуқи дар камераи пур аз маҳлули ҷудокунанда то баландии 5 мл ҷойгир карда мешавад. Маҳлули ҷудокунанда аз бутанол, кислотаи сирко ва об ташкил ёфтааст.

Пластикаро дар камера нигоҳ медоранд то ҳангоми болоравии пешрафти маҳлул ба сатҳи аломати ҷудокунӣ нарасад. Пас аз ба поён расидани раванди хроматографӣ, пластикаро, аз камера берун оварда, дар ҳарорати ҳонагӣ хушк мекунанд.

Таҳқиқот нишон дод, ки дар қоғази филтр шуда танҳо як нуқта пайдо мешавад ки далели тозагии лиганда мебошад.

Аввалан, дар таҷҳизот миқдори 0,01 мг комплекси албендазол ҳал карда шуда бо ёрии капилляр 3-4 маротиба дар нуқтаи маркази поёни қоғази хроматографӣ ворид карда мешавад.

Ин кор бо ду системаи алоҳида иҷро мешавад.

Система 1: буфер (C_2H_5)₃N:NH₄OH: CH₃OH: H₂O (10: 10: 200: 400)

Триэтиламин: аммиак: метанол: об

Тафсилоти система ва натиҷаҳои хроматографӣ

Система 2: Бутанол: кислотаи сирко: об

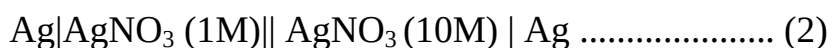
Нигарониҳои то он даме идома доштанд, ки қоғаз то болои камера пурра намнок шавад. Пас аз он ки қоғаз комилан намнок гардид, онро дар печи хушк карданд то нуқта пайдо шавад. Бо пайдо шудани нуқтаи сафед, қоғазро ҳамчун детектор ба эксикатори йодӣ барои 10 дақиқа гузоштанд. Барои пурра дида шудани нукра, қоғазро дар сузани спирти сухтанд ки дар натиҷа нуқтаи сиёҳ ба амал омад.

Қоғазе ки дар система дуҷум ҷойгир буд, ҳамчун детектор бо нингидридин коркард гардид. Онро ба нингидрин тар карда дар печи хушк карданд. Пас аз хушк шудани нуқтаи гулобӣ барои он ки нуқта нопадид нашавад, онро муддати муайян дар парафин нигоҳ доштанд.

Натиҷаҳо дар ҳар ду система якхел баромаданд, ки ин шаҳодати он аст, ки комплекси синтез шудаи нукра(I) ва адбендазол тоза мебошанд.

2.3. Муайян кардани баргардандагии электроди нукрагин

Элементи галванӣ метавонад на танҳо аз нимэлементҳо бо металлҳои гуногун, балки инчунин бо истифода аз як навъи металл ва маҳлулҳои дорои концентратсияи гуногун омода карда шавад. Барои ҷаъолияти элементҳои галванӣ фарқи зарурии потенциалҳо метавонад бо роҳи истифодаи маҳлули нитрати нукра бо концентратсияҳои гуногун ва электродҳо аз як навъи металл ба вуҷуд оварда шавад. Барои ҳамин мо электроди нукрагин ба маҳлулҳои нитрати нукра бо концентратсияҳои гуногун ғунодем, то ки дар онҳо потенциалҳои электродии гуногун ба вуҷуд оянд. Қувваи электроҳаракатдҳандаи (ҚЭХ) чунин элемент танҳо аз таносуби концентратсияҳои маҳлулро вобаста аст дақиқтараш аз ҷаъолияти ионҳои метал. Схемаи электрохимиявии чунин элементҳои галванийи концентратсионӣ ба таври зерин тасвир карда шавад:



Концентратсияи AgNO_3 дар нимэлемент аввал 10 мол/л ва дар нимэлементи дуҷум 10^{-2} мол/л мебошад. Азбаски шароити кори ин элементҳои галванийи концентратсионӣ аз шароити стандарти фарқ мекунад, барои ҳисоб кардани потенциалҳои тавозунии электродҳо бояд аз формулаи Нернст истифода бурд. Потенциалии стандартӣ электроди нукра чунин аст:

$$E^0(\text{Ag}|\text{Ag})=+0.80 \text{ В} \dots\dots\dots (3)$$

Барои ин ҳолат бар асоси формулаи Нернст потенциали электроди нукра чунин муайян карда мешавад:

$$E=E^0-0.0591/n \log (1/[\text{Ag}^+]) \dots\dots\dots (4)$$

Ҳамин тариқ маълум гашт ки электродҳои нукра нисбат ба система

баргарданда мебошад.

Дарт усули тиркунии потенциометрӣ асосан аз элементи галваникӣ интиқоли истифода мекунам. Ба сифати электроди индикаторӣ электроди металии нуқрагин ва ҳамчун электроди муқоисавӣ электроди хлорнуқргин истифода карда шуд. Концентрасияи ибтидоии нитрати нуқра $5 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-2}$ мол/л баробар аст.

Потенциали система дар вақти титркунии потенциометри бо ёрии компаратори R-3003 чен карда мешуд. Дар ҳар як ҳарорат титркунии потенциометри се-чор маротиба такрор мешуд.

Қимати таъвозунии потенциал дар электроди индикаторӣ дар мудати 7-10 муқаррар мегардид. Ҳарорат дар дохили ячейка бо ёрии термостати оби доими нигоҳ дошта мешуд. Концентрасияи таъвозунии иони нуқра бо истифода аз баробарии 100 муайян мешуд,

$$I_g = \frac{[Ag^+]}{[Ag^+]_T} = \frac{E_1 - E_2}{1,985 \times 10^{-4} \cdot T} \dots \dots \dots (5)$$

Дар ин ҷо :

$[Ag^+]$ -концентрасияи мувозинатии ионҳои нуқра

$[Ag^+]_T$ - концентрасияи умумии ионҳои нуқра дар ҳар як нуқтаи титркунӣ ҳангоми серобкунӣ

E_1 -потенциали аввалаи система

E_2 -потенциали система дар ҳар як нуқтаи титркунӣ

2.4. Усули муайян кардани константаи ионизатсияи лиганди органикӣ

Ба сифати лиганд дар қори мо албендазол ё ки 5- пропилипто-1Н-бензимидазол-2-ил кислотаи карбамини эфири метил истифода карда шуд.

Барои муайян намудани албендазол усули титрониро истифода намудем. Бо истифода аз усули Сержен 101 рКа(константаи кислотноки) лиганди органикӣ муайян карда шуд.

Маҳлули 0.1 М НСl ва барои муайян намудани константаи асосноки рКа(константи асосноки) 0.1 маҳлули NaOH истифода карда шуд. Барои титронӣ аз асбоби рН-150 МИ истифода намудем. Барои ҳисоби константаи

ионизатсия бо ҳисоби миёна натиҷаҳои се таҷрибаро овардаем. Ҳисоби ҳиссаи моли шакли протонидашудаи лиганд HL^+ , шакли нейтралӣ L ва тонеи L^- дар ҳудуди рН аз 1.5 то 12 омӯхта шуд. Ҳисобҳои мувофиқи муодилаи зерин ба роҳ монда шудаанд:

$$\alpha_{HL^+}, \% = \frac{[HL^+]}{C_L} = \left[\frac{h^2}{(h^2 + hK_1 + K_1K_2)} \right] \cdot 100 \quad (6)$$

$$\alpha_L, \% = \frac{[L]}{C_L} = \left[\frac{hK_1}{(h^2 + hK_1 + K_1K_2)} \right] \cdot 100 \quad (7)$$

$$\alpha_{L^-}, \% = \frac{[L^-]}{C_L} = \left[\frac{K_1K_2}{(h^2 + hK_1 + K_1K_2)} \right] \cdot 100 \quad (8)$$

Барои таҳқиқи комплексҳосилкунӣ элементи гальваникии бе гузариш истифода шуд. Ба сифати электроди индикатори лавҳачаи нуқрагин истифода шуд. Электроди муқоисавӣ ин хлор нуқрагин ба ҳисоб меравад.

Дар қори илмӣ мазкур натиҷаҳои таҳқиқотҳои комплекс ҳосил кунӣ нуқра бо албендазол дар муҳити кислотаи сусти рН 4.5 бо усули потенциометрӣ оварда шудааст. Бо усули титронии рН метри константаи ионизатсия албендазол ки pK_a ба 11.53 баробар шуд, муайян карда шуд. Аз рӯи натиҷаҳои диаграммаи тақсимшавӣ албендазол маълум гашт ки дар ҳудуди рН аз 0.5 то 3.5 албендазол дар маҳлул дар шакли HAL^+ баъдан оҳиста оҳиста ба шакли нейтралӣ гузаштан мегирад ва дар ҳудуди рН аз 4 то 11 лиганд дар шакли нейтралӣ арзи вуҷуд дорад. Дар $pH > 12$ гидрогени атоми пироли қанда шуда лиганд ба намуди аниони албендазолат AL^- воমেҳурад.

2.5. Усулҳои синтези комплексҳои нуқра бо албендазол дар муҳитҳои гуногун

Синтези $AgNO_3$. Барои ҳосил кардани намаки $AgNO_3$ 10 г ғурушаҳои нуқраи намунаи 99,9% -ро гирифта ҳангоми гарм кардани ба он 43 мл кислотаи нитратро илова намудем. Баъди пурра ҳалшавӣ маҳлулро филтр намуда буғронӣ намудем. Дар натиҷа плёнкаи кристаллӣ ҳосил шуд ки онро хунук намуда пасон омехта намудем. Кристаллҳои ҳосилшудаи $AgNO_3$ ро бо

ёрии воронкаи Бюхнер бо оби ях ду бор шуста шуданд. Кристаллҳои ҳосилшуда ва шусташуда дар ҳарорати 1000°C хушконида шуданд.

2.5.1. Синтези пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:1 дар муҳити спиртӣ

Барои ба даст овардани пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити этанол 10.6 албендазол дар 25мл спирти этиленӣ 96% ҳал карда шуд. Ба маҳлули 6.8 AgNO_3 ки дар 20мл этанол ҳал карда шуда буд, илова гардид. Таносуби молии реагентҳо 1:1-ро ташкил меод. Омехтаи реаксионӣ дар ҳарорати 50°C дар муддати 2 соат таҳти омехтаи мунтазам нигоҳ дошта шуд.

Пас аз анҷоми реаксия, моддаи саҳти ҳосилшуда филтр намуд бо 50мл этанол ва 20 мл оби муқаттар шуста шуд. Маводи тоза дар эксикатори вакуумӣ болои КОН хушкунанада то ба даст омадани массаи доими хушк карда шуд. Комплекси ҳосилшуда ранги қаҳваранг дошта дар об этанол ва эфир ҳалнашаванда вале дар диметилсулфоксид ҳалшаванда мебошад. Баромади синтез 85% ро ташкил дод.

2.5.2. Синтези пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:2 дар муҳити спиртӣ

Барои синтези пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби 1:2. 21,2 г албендазоли (х.т.) дар 25 мл спирти этиленӣ 96% ҳал карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда тадриҷан ва зери омехтаи фаъол маҳули 6,8 г AgNO_3 , ки дар 20 мл этанол тайёр шуда буд, илова гардид. Гарчанде таносуби молҳо 1:2 интихоб шуда буд аммо миқдори намак ба 1 мол нукра мувофиқ буд яъне таносуби умумии молии система 1:1-ро ташкил дод.

Омехтаи реаксионӣ дар ҳарорати 50°C дар толи 2 соат таҳти омехтаи доимӣ нигоҳ дошта шуд. Пас аз анҷоми реаксия пайвасти нави ки дар шакли саҳт чӯдо шуд филтр намуда он бо 55 мл спирти этил ва 25 мл оби хунук шуста шуд. Пасони пайвасти ҳосилшуда баъд аз тоза намудан дар дохили эксикатори вакуумӣ болои КОН то ба массаи устувор хушк карда шуд. Пайвасти ниҳой ранги қаймоқи торик дошта дар об этанол ва эфир

ҳалнашаванда мебошд, аммо дар диметилсулфоксид ҳалшаванда аст. Баромади синтез 89% ро ташкил дод.

2.5.3. Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:1 дар муҳити 75% ДМСО

Барои ҳосил намудани пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити 75% ДМСО. 10.6 г албендазол(х.т.) дар 25 мл ДМСО ҳал карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда тадриҷан ва зери омехтаи пуршиддат маҳлули 6.8 г Ag NO_3 ки дар 20 мл об тайёр карда шуда буд, илова гардид. Таносуби молии модаҳои ибтидоӣ 1:1 буд. Омехтаи реаксионӣ дар ҳарорати 45°C дар тули 2 соат бо омехтаи доими нигоҳ дошта шуд.

Моддаи саҳти ҳосилшуда бо филтратсия ҷудо гардида бо 50 мл этанол ва 20 мл оби хунук шуста шуд. Намуна дар эксикатори вакуми болои КОН то ба масаи устувор хушк карда шуд. Пайвасти ҳосилшуда ранги қаймоқӣ дошта дар об спирт ҳалнашаванда буда дар ДМСО каме ҳал мешавад. Баромади синтез 80% буд.

2.5.4. Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:2 дар муҳити 75% ДМСО

Дар 25 мл диметилформамид 21,2 г албендазол(х.т.) ҳал карда шуд ва ба он тадриҷан маҳлули 6.8 г Ag NO_3 дар об илова гардид. Таносуби молии реагентҳо 1:1 буд аммо мақсад ҳосил шудани комплекс бо таносуби 1:2 буд. Омехтаи реаксионӣ дар ҳарорати 46°C дар тули 2 соат таҳти омехтаи доими нигоҳ дошта шуд.

Пайвасти синтезкардашудаи нукра бо албендазолро тавасути филтр ҷудо карда гирифта барои тоза нигоҳ доштан он аввал дар 50 мл спирти этил ва баъдан дар 20 мл оби муқаттар шуста шуд. Бад аз тоз кардан дар эксикатори вакууми болои КОН то массаи доими хушк карда шуд.

Аводи синтезшудаи албендазол бо нукра дорои ранги хокистарранг буда дар об ва спирт ҳалнашаванда буда дар ДМСО каме ҳалшаванда мебошад. Баромади синтез 89% ро ташкил дод.

2.5.5. Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:1 дар муҳити 99% ДМСО

Барои синтези пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити ДМСО, 10.6 г албендазол дар 25 мл ДМСО ҳал карда шуд. Намаки нитрати нукра бо миқдори 6,8г ки пешаки дар 20 мл ДМСО ҳал шуда буд бо омехтаи албендазол илова карда шуд. Компонентҳои аввали система дар таносуби 1:1 қарор доштанд. Омехтаи реаксионӣ дар ҳарорати 60⁰ С дар тӯли 2 соат таҳти омехтаи мунтазам нигоҳ дошта шуд.

Пайвасти ҳосилшудаи албендазолати нукра филтр карда шуд. Пасон дар 50 мл этанол ва 20 мл оби хунук шуста дар эксикатори вакуми болои КОН хушк карда шуд. Ранги пайвасти ҳосилшуда хокистарранг буда дар об ва спирт ҳалнашаванда буда дар ДМСО ҳалшаванда мебошад. Баромади синтез 80% ро ташкил дод.

2.5.6. Синтез пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар таносуби молии 1:2 дар муҳити ДМСО-99%

Барои синтез, 25 мл диметилсулфоксид (ДМСО) омода карда шуд, ки дар он 23,6 г албендазол ҳал карда шуд. Маҳлули қаблан омодашуда, ки дорои 6,8 г нитрат нукра (AgNO_3) дар 20 мл об ҳал карда шуда буд, тадриҷан ба маҳлули ҳосилшуда илова карда шуд. Реагентҳои ибтидоӣ бо таносуби молярӣ 1:2 истифода шуданд. Омехтаи реаксия бо омехтакунии доимӣ то 50⁰С барои 2 соат гарм карда шуд.

Маҳсулоти саҳти ҳосилшуда тавассути филтратсия аз фазаи моеъ ҷудо карда шуд. Сипас таҳшин бо 50 мл этанол ва 20 мл оби хунук шуста шуд. Сипас маҳсулот дар эксикатори вакуумӣ дар болои гидроксиди калий (КОН) то расидан ба вазни доимӣ хушк карда шуд. Моддаи ҳосилшуда хокаи кристаллии қаймоқранг бо ранги хокистарранг мебошад. Он дар об ва спирт ҳал намешавад, аммо дар ДМСО ҳал мешавад. Баромади синтез 90% буд.

2.5.7. Синтези пайвасти комплексии нукра бо албендазол дар таносуби

1:1 дар муҳити 6 М кислотаи сирко

Барои синтези пайвасти комплексии нукра бо албендазол дар муҳити 6 мол/л кислотаи сирко 10.6 г албендазол дар маҳлули 6 мол/л кислотаи сирко ҳал карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда тадриҷан ва зери омехтаи фаъоли доими маҳлули 6.8 г AgNO_3 ки дар 20 мл об тайёр карда шуда буд илова гардид. Таносуби молии моддаҳои ибтидоӣ 1:1 буд. Дар натиҷа маҳлули шабеҳи шир (эмулсияи сафед) ҳосил гардид ки онро дар ҳарорати 45°C дар тули 5 соат таҳти омехта нигоҳ доштанд. Пайвасти саҳти ҳосилшуда бо филтратсия ҷудо шуда бо 50 мл этанол ва 20 мл оби хунук шуста гардид ва дар эксикатори вакуумӣ болои КОН то массаи доими хушк карда шуд.

Пайвасти аввал ранги қаҳваранг дошта баъдан ба сиёҳиҳокистарӣ табдил ёфт. Он дар об ва спиртҳо ҳалнашаванда буда дар ДМСО ҳалшаванда мебошад. Баромади синтез 90% ро ташкил дод.

2.5.8. Синтези пайвасти комплексии нукра бо албендазол дар таносуби

1:2 дар муҳити 6 М кислотаи сирко

Барои тайёр кардани комплексҳои нукра бо албендазол, ки дар он як қисми нукра ба ду қисми албендазол (таносуби 1:2) тақсим мешавад, усули зерин истифода шуд. Аввалан 21,2 грамм албендазол дар маҳлули 6-молярии кислотаи сирко ҳал карда шуд. Сипас, бо омехтакунии доимӣ ва шадид, маҳлуле, ки дорои 6,8 грамм нитрат нукра (AgNO_3) буд, оҳиста ба маҳлули ҳосилшуда илова карда шуд. Ин нитрат нукра қаблан дар 25 миллилитр об ҳал карда шуд. Қайд кардан муҳим аст, ки таносуби молярии реагентҳои ибтидоӣ ба 1:2 муқаррар карда шуд. Сипас омехтаи реаксия дар ҳарорати 45°C ба муддати панҷ соат омехта карда шуд. Пас аз анҷоми реаксия, қисми саҳти ҳосилшуда тавассути филтратсия аз фазаи моеъ ҷудо карда шуд. Намунаи ҳосилшуда аввал бо 50 миллилитр этанол ва сипас бо 20 миллилитр оби дистиллятсия шуста шуд. Барои пурра тоза кардани ҳалкунандаҳои боқимонда ва намӣ, намуна дар эксикатори вакуумӣ дар болои гидроксиди калий (КОН) то расидан ба вазни доимӣ хушк карда шуд. Маҳсулоти ниҳоӣ

синтез ранги хокистарранг-қаҳваранг дорад. Он ҳам дар об ва ҳам дар спирт ҳал намешавад, аммо дар диметилсулфоксид (ДМСО) ҳалшавандагӣ нишон медиҳад. Баромади умумии пайвастагии синтезшуда 90% -ро ташкил дод.

Барои муайян кардани тақриби элементии пайвастагиҳои нави синтезкардашудаи нукра (I) бо албендазол аз таҳлили элементи истифода карда шуд.

Таҳлили элементӣ дар асбоби Eltmtntar Vario EL барои элементҳои C, H, N, S, O ва элементи нукра бо асбоби Perkin-Elmer A. Analust дар Шанхай анҷом дода шуд.

2.5.9. Ченкунии ҳарорати гудохташавӣ

Ба мақсади тасдиқи тозагии ҳарорати обшавии ду намунаи алоҳидаи маводи таҳқиқшуда чен карда шуд.

Агар дар ҳар ду ҳолат ҳарорати гудозиш бетайғир монда бо ҳарорати гудозиши моддаи аслий баробар бошад, ин нишонаи тозагии лиганд мебошад. Аммо дар сурати мавҷуд будани ғашҳо номатлуб дар омехта ҳарорати гудозиш метавонад аз ҳарорати гудозиш моддаҳои таркиби боло бошад.

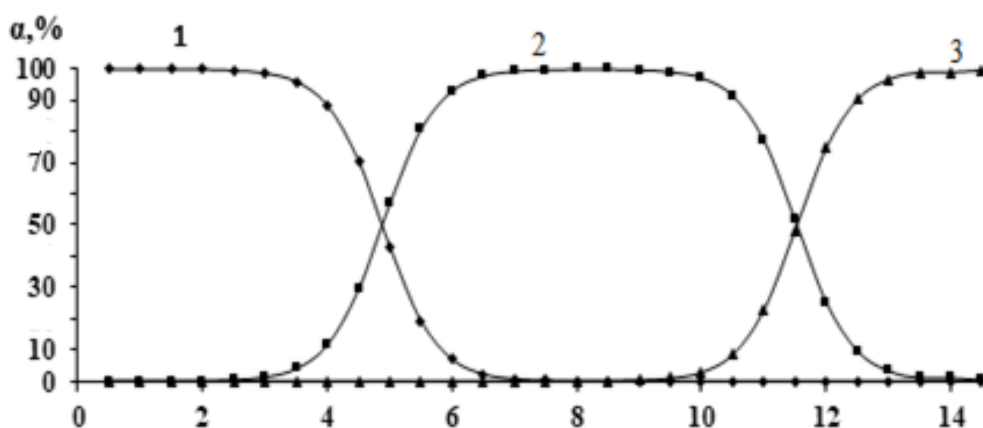
Ҳарорати гудозиши албендазол бо асбоби махсуси SMP10 чен чен карда шуд. Маводи нави синтезкардашудаи нукра() бо албендазолро дар каппеляри борики шишагӣ ҷойгир намуда ҳангоми гарм намудан ҳарорати аввала ва охираи он муайян карда мешавад. Ин усули стандартии муайянкунии ҳарорати гудозиши пайвастагиҳо ба ҳисоб меравад. Дар ҳолати мавҷуд будани ғашҳо дар тақриби пайвасти синтезкардашуда ҳарорат тайғир меёбад яъне метавонад нисбат ба қимати ҳосил моддаи тоза паст шавад ва диапазони гудозиш васеъ гардад.

Ҳарорати гудозиш албендазол дар давраи тадқиқот 208-210 °C муайян карда шуд ки бо маълумоти адабиёти мувофиқат намуда аз тозагии нисбии ҳам лиганд ва ҳам пайвасти синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол шабоҳат медиҳад.

БОБИ 3. РАВАНДИ КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ НУҚРА (I) БО АЛБЕНДАЗОЛ ДАР МАҲЛУЛ

3.1.Таҳлили раванди комплексҳосилкунӣ дар системаи нуқра(I)- албендазол -кислотаи сирко

Дар ин кор натиҷаҳои таҳқиқи раванди комплексҳосилкунии нуқра (I) ва албендазол дар маҳлули 6 мол/л кислотаи сирко пешниҳод гардидаанд. Барои муайян кардани таркиби аниқи комплексҳо, диаграммаи ҳолати протолитии албендазол вобаста аз рН (расми 1.) таҳлил карда шуд,ки тибқи он лиганд дар шакли нетралӣ мавҷуд мебошад.



Расми 3.1. - Диаграммаи тақсимои албендазол ва маҳсули ионизасияи он дар маҳлули сирко дар доираи васеи рН-маҳлул. Қачхаттаҳо: 1- L^+ , 2- L , 3- L^-

Ҳамин тариқ диаграммаи тақсимшавии албендазол нишон медиҳад,ки дар муҳити рН аз 4,0 то 10,5 лиганд дар намуди молекулавӣ мебошад. Яъне ин далели он аст,ки дар муҳити нейтралӣ устувории баланд дошта дар ин муҳит метавонад дар комплексҳосилкунӣ иштирок кунад.

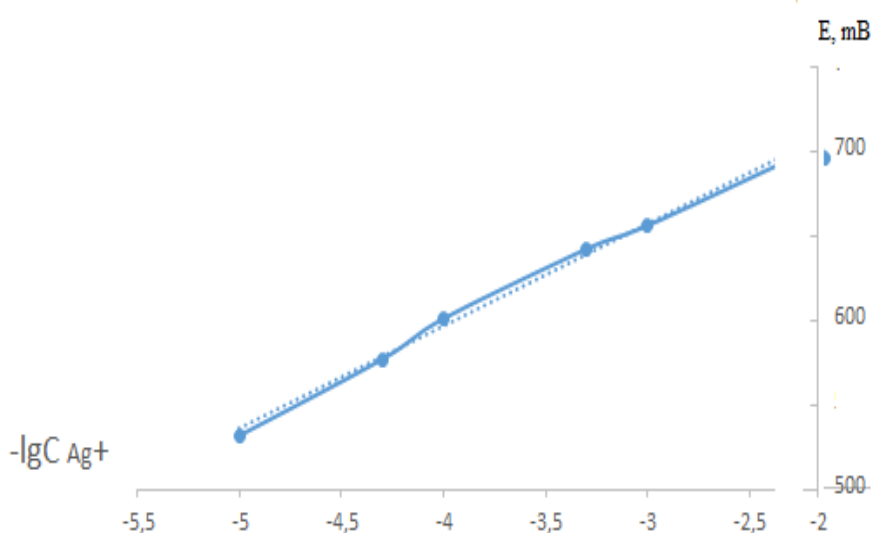
Ҳангоми омӯзиши хосияти комплексҳосилкунии ионҳои нуқра бо лигандҳои органикӣ, махсусан бо албендазол баргардандагии электроди нуқра (Ag/Ag^+) дар системаи оксиду барқароршавӣ нақши муҳим мебозад. Зеро электроди нуқра (Ag/Ag^+) дорои хосияти баланди электрохимиявӣ буда имкон медиҳад ки равандҳои оксидшавӣ ва барқароршавӣ, ҳамчунин таъсири мутақобилаи Ag^+ бо лигандҳои органикиро нишон диҳад.

Аз таҳлили адабиёти илмӣ бармеояд, ки: «Системаҳои дорои лигандҳои органикӣ, махсусан пайвастагиҳои синфи азолҳо ва ҳосилаҳои онҳо қобилияти баланди комплексҳосилкунӣ бо ионҳои металлӣ доранд»[103]. Аз ҷумла қайд мегардад, ки: «пайвастагиҳо ба монанди дибазол, имидазол ва албендазол бо иони нукра метавонанд комплексҳои нисбатан устувор ҳосил намоянд»[104].

Ин хусусият бо он шарҳ дода мешавад, ки: «Дар таркиби чунин лигандҳо атомҳои донории нитроген (N) ва сулфур (S) мавҷуданд, ки қобилияти координасияро бо ионҳои Ag^+ таъмин меномоянд»[103,104]. Ҳамчунин таъкид мешавад, ки: «Иштироки марказҳои донорӣ ба устувории термодинамикии комплексҳои ҳосилшуда мусоидат мекунад» [103].

Дар системаҳои оксиду барқароршави бошад санҷидани баргардандагии электрод хеле муҳим аст, зеро ки баргардандагии электрод имконият медиҳад, ки устуворӣ, стехиометрия ва кинетикаи пайвастагиҳои комплексӣ бо истифода аз усулҳои потенциометрӣ бо саҳеҳии баланд нишон дода шавад.

Аз ин сабаб барои муайян кардани потенциали стандартии системаи $\text{Ag}^+ - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}$ вобастагии потенциали оксидонӣ аз консентрасияи ғуногуни нукра дар муҳити нейтралӣ омӯхта шуд.



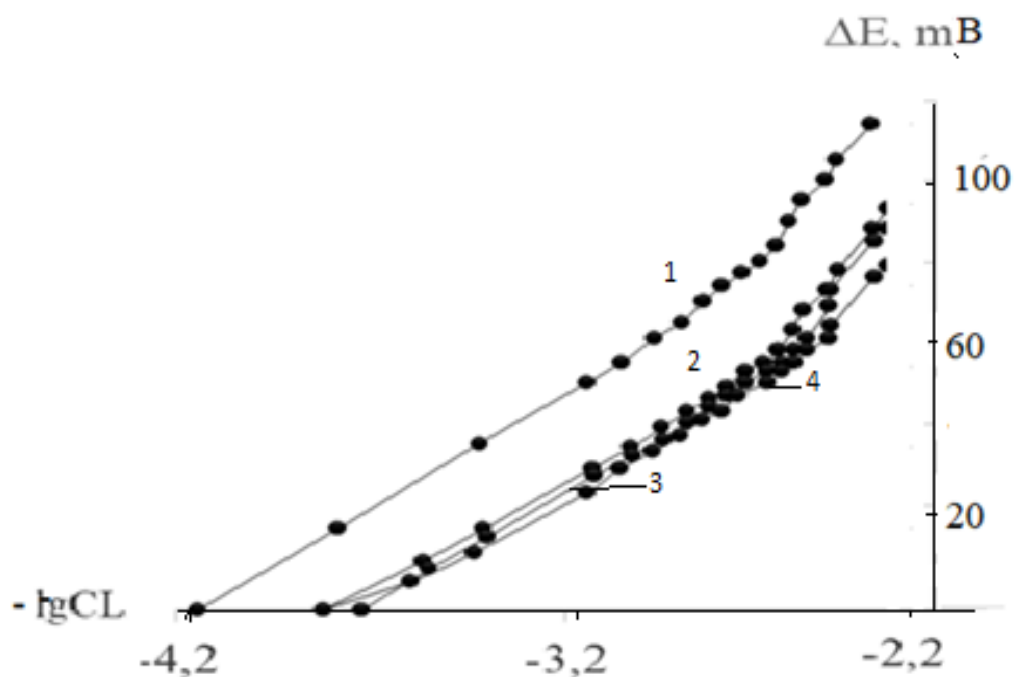
Расми 3.2. - Баргардандагии электроди нукра дар системаи $\text{Ag}^+ - \text{CH}_3\text{COOH}$ дар консентрасияҳои (мол/л): $5 \cdot 10^{-3}$; $1 \cdot 10^{-3}$; $5 \cdot 10^{-4}$; $1 \cdot 10^{-4}$; $5 \cdot 10^{-5}$; $1 \cdot 10^{-5}$

Чунонки аз расм аён аст, вобастагии потенциали оксидонӣ (E) аз консентрасияи ионҳои нукра (Ag^+) хаттӣ буда тангенси кунҷи он ба $60,36$ баробар мебошад ҳангоми экстрополясияи хатти рост ба тири абсиса потенциати стандартӣ система муайян гардид, ки ба $837,52$ мВ баробар аст.

Раванди комплексҳосилкунии ионҳои нукра(I) бо албендазол дар иштироки кислотаи сирко бо консентрасияи 6 мол/л ва қувваи ионии маҳлул $I=0,1$ мол/л ($NaNO_3$) дар ҳарорати $298,16K$ бо истифода аз электроди нукрагин бо усули потенциометрия таҳқиқ карда шуд.

Шумораи максималии албендазол ки бо ионҳои нукра(I) пайвасти комплексиро ҳосил мекунанд яъне координатсия шудаанд тавасути вобастагии ΔE аз $-\lg C_L$ (ниг.расми 3) ҳангоми афзудани пайдарпайи лиганди органикӣ муайян карда шуд.

Нишебии ин вобастагӣ дар ҳароратҳои гуногун ва қувваи ионии $0,1$ мол/л оварда шудааст.



Расми 3.3.- Вобастагии ΔE аз $\lg C_L$ барои пайвастагиҳои комплекси нукра(I) дар ҳарорати $288,16,16-318,16,16K$, $I=0,1$ мол/л ($NaNO_3$)

$T(1)=288,16,16K, T(2)=298,16,16K, T(3)=308,16,16K, T(4)=318,16,16K$

Дар расми 3.3 ҳаҷнун намуна вобастагии ΔE аз логарифмаи консентрасияи ионҳои нукра дар ҳароратҳои гуногун ва қувваи ионии 0,1 мол/л оварда шудааст. Натиҷаҳои дар график овардашуда нишон медиҳанд ки ҳангоми экстрополясияи ин хатҳо дуто қитъаи росхатта ҳосил шуданд. Дар ин вобастагӣ тангенс кунҷи нишебӣ ба чунин бузургӣҳо баробар аст: дар ҳароратҳои 288,16,16K ба 0,57168 в/мол, 298,16,16K ба 0,59154 В/мол, дар 308,16,16 K ба 0,61138В/мол, 318,16,16K ба 0,63123В/мол.

Аз ин натиҷаҳо бармеояд, ки дар системаи $\text{AgNO}_3\text{-L-CH}_3\text{COOH}$ ду молекулаи албендазол дар комплексҳосилкуни бо нукра иштирок мекунад. Дар ҷадвалҳои 3-1 ҳамчун намуна натиҷаҳои титркунии потенциометрӣ ва маълумоти ҳисобшудаи $\lg[\text{Ag(I)}]$, $\lg[\text{L}]$, $\lg\phi$ ва F_0 барои системаи $\text{Ag(I) -L-CH}_3\text{COOH}$ дар ҳароратҳои 288,16-318,16K оварда шудаанд.

Ҷадвалҳои 3.1.-Маълумот оид ба муайян кардани консентратсияи мувозинатии ионҳои нукра(I) ва албендазол дар 288,16 - 318,16 K; $C_L=1,0 \cdot 10^{-2}$

мол/л; $C_{\text{Ag(I)}}=1 \cdot 10^{-4}$ мол/л; $J=0,1$ мол/л NaNO_3

A) 288,16 K

ΔE , мВ	C_L	C_{Ag}	$\lg\phi$	[L]
1	2	3	4	5
1,00	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$
21,00	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$9,7 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
42,00	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-1}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$
57,00	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$9,6 \cdot 10^{-1}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$
62,00	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	1,048	$8,7 \cdot 10^{-4}$
68,00	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	1,149	$1,0 \cdot 10^{-3}$
72,00	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	1,217	$1,2 \cdot 10^{-3}$
77,00	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$	1,301	$1,4 \cdot 10^{-3}$
81,00	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	1,369	$1,5 \cdot 10^{-3}$
84,00	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	1,419	$1,7 \cdot 10^{-3}$
87,00	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	1,470	$1,9 \cdot 10^{-3}$
91,00	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	1,538	$2,1 \cdot 10^{-3}$

Идомаи ҷадвал 3,1 (б)				
1	2	3	4	5
97,00	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	1,639	$2,3 \cdot 10^{-3}$
102,00	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$7,3 \cdot 10^{-5}$	1,724	$2,5 \cdot 10^{-3}$
107,00	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	1,808	$2,9 \cdot 10^{-3}$
112,00	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	1,893	$3,1 \cdot 10^{-3}$
121,00	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	2,045	$3,8 \cdot 10^{-3}$
127,00	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	2,146	$4,1 \cdot 10^{-3}$

б)298,16 K

$\Delta E,$ мВ	C_L	C_{Ag}	$\lg \phi$	[L]
1	2	3	4	5
1,00	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
13,00	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
21,00	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
36,00	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$
41,00	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$6,9 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$
46,00	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
50,00	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
53,00	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
56,00	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$9,4 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
60,00	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	1,014	$1,8 \cdot 10^{-3}$
61,00	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	1,031	$2,0 \cdot 10^{-3}$
63,00	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	1,064	$2,2 \cdot 10^{-3}$
66,00	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	1,115	$2,3 \cdot 10^{-3}$
69,00	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	1,166	$2,5 \cdot 10^{-3}$
77,00	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	1,301	$2,9 \cdot 10^{-3}$
81,00	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	1,369	$3,1 \cdot 10^{-3}$
93,00	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	1,572	$3,8 \cdot 10^{-3}$
97,00	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	1,639	$4,2 \cdot 10^{-3}$

В)308,16 K

ΔE , мВ	C_L	C_{Ag}	$\lg \phi$	[L]
1	2	3	4	5
1,00	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$
11,00	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$
19,00	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$
34,00	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$5,5 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
39,00	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
43,00	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
47,00	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$
51,00	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
54,00	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$8,8 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
57,00	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$9,3 \cdot 10^{-1}$	$9,3 \cdot 10^{-5}$
61,00	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$
63,00	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	1,030	$7,0 \cdot 10^{-6}$
66,00	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	1,079	$6,1 \cdot 10^{-6}$
69,00	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	1,128	$5,3 \cdot 10^{-6}$
77,00	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	1,259	$3,7 \cdot 10^{-6}$
81,00	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	1,324	$3,2 \cdot 10^{-6}$

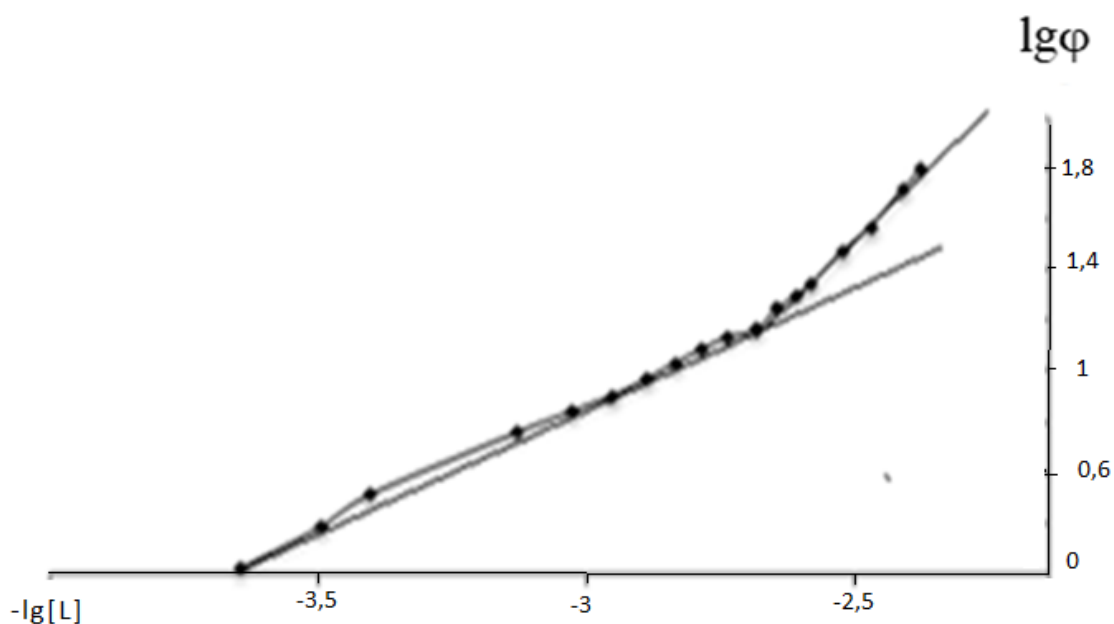
Г)318,16 К

ΔE , мВ	C_L	C_{Ag}	$\lg \phi$	[L]
1	2	3	4	5
1,00	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$
10,00	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$
18,00	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$
33,00	$8,4 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$
38,00	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
43,00	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-1}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
47,00	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
51,00	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
54,00	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
57,00	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	$9,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
61,00	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$	$9,6 \cdot 10^{-1}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$
63,00	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-1}$	$7,6 \cdot 10^{-6}$
66,00	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	1,045	$6,6 \cdot 10^{-6}$

Идомаи ҷадвал 3,1 (з)				
1	2	3	4	5
69,00	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	1,093	$5,8 \cdot 10^{-6}$
77,00	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	1,219	$4,1 \cdot 10^{-6}$
81,00	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	1,283	$3,5 \cdot 10^{-6}$
97,00	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	1,536	$1,6 \cdot 10^{-6}$

Чи хеле ки аз ин ҷадвалҳо бармеояд, ҳангоми зиёд шудани консентрасияи лиганд фарқи энергияи потенциали меафзояд яъне ин нишонаи он аст, ки дар система потенциали оксидонӣ кам мешавад. Сабаби камшавии потенциали оксидонӣ дар он аст, ки дар системаи омехташаванда зарраҳои комплекси нукра(I) бо албендазол ҳосил шудаанд.

Барои муайян намудани константаҳои умумии устувории комплексо аз усулҳои пешниҳодшудаи Фридман ва УККҒ-усулҳои камтарини квадратӣ ғайрихаттӣ истифода карда шуд. Мувофиқи усули Фридман вобастагиҳои $\lg \phi$ аз $-\lg C_L$ гирифта шуд. Ин вобастагӣ характери ғайрихаттӣ дошта аз ду қитъаи росхатта иборат аст. Ҳангоми экстраполясия кардани ҳар як қитъаи рост ба меҳари абсисс қиматҳои константаи умумии устувории зарраҳои комплекси муайян карда шуданд (ниг.расми 3.4).



Расми 3.4.- Вобастагии $\Delta \phi$ аз $-\lg[L]$ барои системаи Ag-албендазол- CH_3COOH дар ҳарорати 298,16, К, $J=0,1$ мол/л

Барои муайян намудани константаҳои устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол аз «барномаҳои компютерӣ бо истифода аз усули камтарини квадрати ғайрихаттӣ» истифода бурда шуд.

Қайд мегардад, ки: «истифодаи усулҳои ҳисоббарории ғайрихаттӣ имкон медиҳад параметрҳои термодинамикӣ бо дақиқияти баланда муайян карда шаванд. Константаи умумии устувори низ бо усули камтарини квадрати ғайрихаттӣ ҳисоб карда шудааст ва тибқи маълумоти бадастомада натиҷаҳои миёна, ки бо ду усули мустақил ҳисоб карда шудааст, худаанд бо ҳам наздик ҳастанд» [105]. Инчунин таъкид мешавад, ки қиматҳои ниҳони ҳисобшуда дар ҷадвали 6 пешниҳод гардидаанд.

Барои муайян намудани константаҳои устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол аз барномаҳои компютерӣ бо истифода аз усули камтарини квадрати ғайрихаттӣ» истифода бурда шуд. Дар рисолаи А.С. Содатдинова қайд карда мешавад, ки «константаҳои устувории нукра(I) бо лигандҳои органикӣ бо истифода аз усули ғайрихаттии хурдтарини квадратҳо ҳисоб карда шуданд, ки барои коркарди маълумоти комплексунонӣ муайян кардани параметрҳои мувозинат васеъ истифода мешавад»[105].

Қайд мегардад, ки: «Истифодаи усулҳои ҳисоббарории ғайрихаттӣ имкон медиҳад параметрҳои термодинамикӣ бо саҳеҳии баланд муайян карда шаванд» [105].

Константаи умумии устуворӣ бо усули камтарини квадрати ғайрихаттӣ муайян карда шуда натиҷаҳои миёнаи онҳо ки бо ду роҳ ҳисоб карда шуда буданд, дар ҷадвали 3.2 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.2.- Константаи устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои 288,16,-318,16 K ва қувваи ионии 0,1 мол/л(NaNO_3)

Усулҳо	β T, K	288,16	298,16	308,16	318,16
Фридман	$\lg\beta_1$	4,19±0,06	3,75±0,05	3,61±0,04	3,40±0,03
	$\lg\beta_2$	7,12±0,09	6,61±0,08	6,47±0,07	6,21±0,08

Идомаи ҷадвал 3.2.					
УККҒ	$\lg \beta_1$	$4,17 \pm 0,07$	$4,01 \pm 0,06$	$3,63 \pm 0,05$	$3,42 \pm 0,04$
	$\lg \beta_2$	$7,14 \pm 0,08$	$6,93 \pm 0,07$	$6,51 \pm 0,06$	$6,25 \pm 0,09$
Қиммати миёна	$\lg \beta_1$	$4,18 \pm 0,065$	$3,88 \pm 0,055$	$3,62 \pm 0,045$	$3,41 \pm 0,035$
	$\lg \beta_2$	$7,13 \pm 0,085$	$6,77 \pm 0,075$	$6,49 \pm 0,065$	$6,23 \pm 0,085$

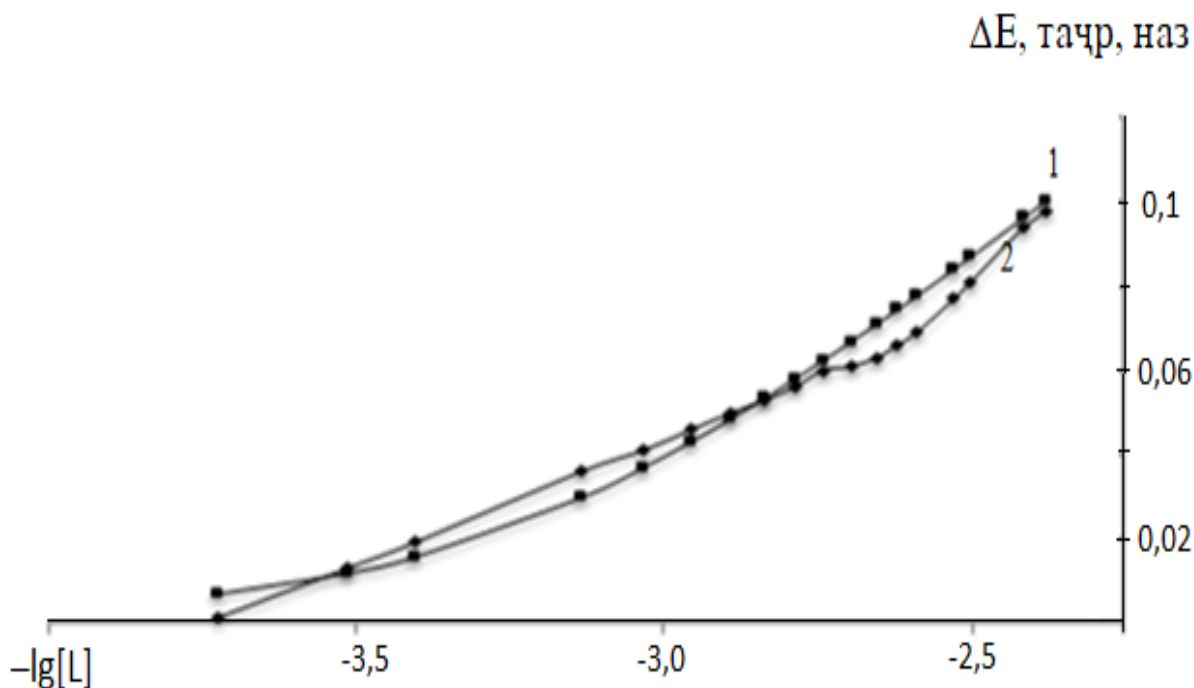
Чи хеле ки аз ҷадвал аён аст барои ҳисоби константаи устувории комплексҳо аз ду усули муосир истифода карда шуд. Натиҷаҳои ба дастмадаи ҳар ду усул бо ҳам хеле наздиканд, ки ин шабоҳати дурустии механизми реаксияҳо дорад. Боз агар ба ҷадвал назар андозем дида мешавад ки бо афзудани ҳарорат қиматҳои $\lg \beta_1$ ва $\lg \beta_2$ оҳиста оҳиста кам мешаванд, яъне устувории пайвасти комплекси нукра бо албендазол бо зиёд шудани ҳарорат кам мешавад.

Ҳангоми муқоиса намудан бо корҳои илмӣ дигар муҳаққиқон ва олимони соҳаи пайвастагиҳои координатсионӣ [100-114] маълум шуд, ки бузургиҳои константаҳои устувории пайвастаҳои комплекси ҳосилшуда ба таври назаррас аз натиҷаҳои корҳои тадқиқотӣ ба дастмадаи мо фарқ мекунад. Аммо аз натиҷаҳо бар меояд ки бузургии константаи устувории онҳо вобаста ба муҳити лиганд аз ҳам фарқ мекунанд. Ҳамчун намуна бузургиҳои константаи устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо NN-этилентиомочевина [115] чунинанд: $\lg \beta_1 = 6,02$ ва $\lg \beta_2 = 8,605$.

Константаи устувории комплексҳои нукра(I) бо албендазол нисбат ба ин пайвастагӣ зиёдтаранд. Сабаби асосии ин фарқият дар он аст, ки иони нукра дар муҳити нейтралӣ ба осони ба атоми сулфури албендазол пайваست мешавад. Вале дар мавриди албендазол раванди комплексҳосилкунӣ дар муҳити турш мегузарад ки дар он чараёни ҷудошавии протонҳо сустар суръат мегирад. Ин омил боиси он мешавад ки комплексҳосилкуни байни иони нукра ва албендазол мушкилтар ба амал меояд ва дар натиҷа бузургии константаи устуворӣ пастар мешавад.

Пас аз гузаронидани тадқиқот ва натиҷагирии бузургҳои константаи устувории онҳо бо истифода аз муодилаи зерин ҳисоб карда шуданд.

$$\Delta E_{\text{назариявӣ}} = \frac{2,3RT}{nF \log(1 + \beta_1[\text{Алб}] + \lg \beta_2)} + + + \dots \dots \dots (9)$$



Расми 3.5.- Вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ барои системаи Ag-албендазол-ДМСО дар ҳарорати 298,16 К. Қачхаттаҳо: 1)- $\Delta E_{\text{назариявӣ}}$ 2)- $\Delta E_{\text{таҷрибавӣ}}$

Натиҷаҳои таҷрибавии онро бо натиҷаҳои назариявӣ дар муқоиса гузошта дурустии модели пешниҳодшуда яъне комплексҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол тасдиқ карда шуд.

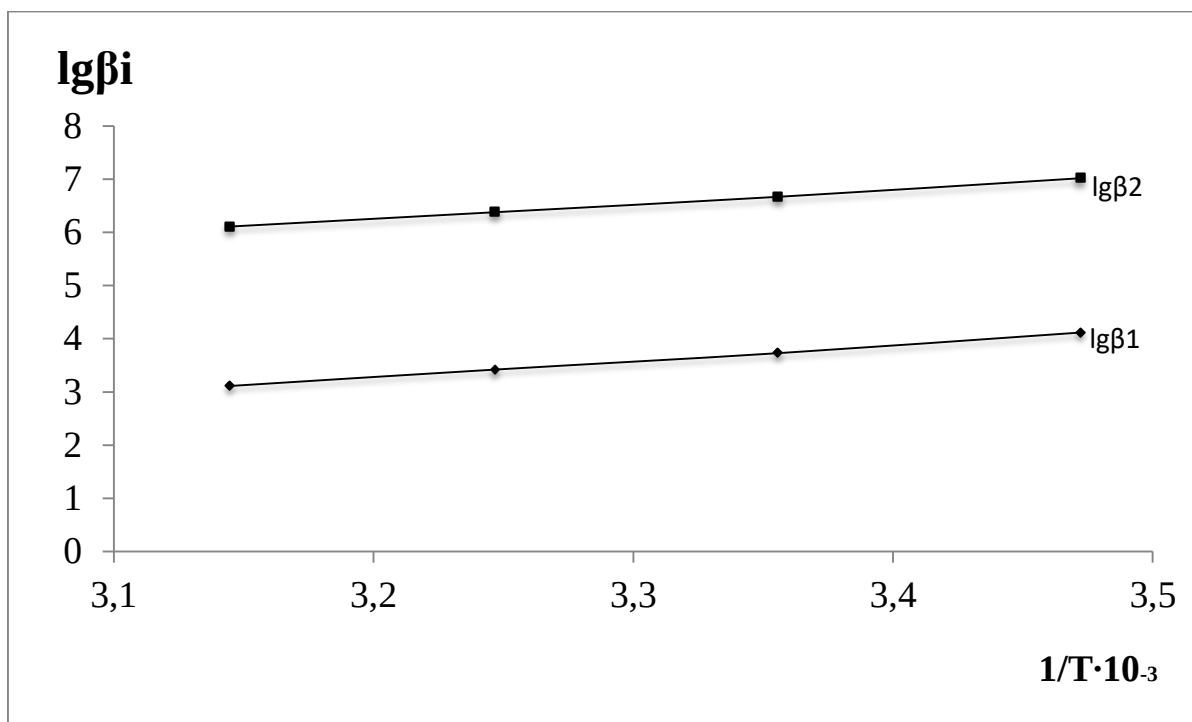
3.2. Функсияҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳои нуқра (I) бо албендазол ва тақсимооти онҳо дар муҳити кислотаи сирко

Муқоисаи раванди комплексонии нуқра(I) бо албендазол нишон дод, ки дар системаи Ag^+ -албендазол- CH_3COOH ду шакли пайвасти комплекси ҳосил мешавад. Константаи умумии устуворӣ $\lg \beta_2$ барои комплекси имидазолӣ ба 4,12 воҳиди баробар шуд.

Бо истифода аз усули коэффисиенти ҳароратӣ аз муодилаи

$$\Delta H - T\Delta S = -RT \lg \beta_i,$$

бузургиҳои ΔH ва ΔS реаксияҳои комплексонии нукра(I) бо албенадзол бо усули графикӣ (расми 3.6.) ёфт шуданд. Бузургии ΔG аз рӯи муодилаи $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ муайян карда шуд.



Расми 3.6. -Вобастагии $lg\beta_i$ аз $1/T$ барои зарраҳои комплексии зерин:

1 - $[Ag(L)NO_3]^+$; 2 - $[Ag(L)_2(NO_3)_2]^+$ при 298,16 K

Барои муайян кардани тағйироти энталпия (ΔH) ва энергияи озоди Гиббс (ΔG) дар раванди ташаккули комплексҳо, аз муодилаи Кларк-Глю истифода шуд. Дар ин муодила, вобастагии логарифми константаи устуворӣ ($lg\beta_i$) аз тағйирёбии ҳарорат ($1/T$) таҳлил карда шуд. Қимати ΔH аз нишебии хати рост, ки ин вобастагиро нишон медиҳад, муайян карда шуд. Қимати ΔG бошад, аз қисмати хат, ки меҳвари ординатҳоро бурида мегузарад, гирифта шуд. Тағйироти энтропия (ΔS) бошад, аз муодилаи Гиббс ҳисоб карда шуд.

Тавре ки аз расми 6 бармеояд, дар фосилаи ҳарорати 298,16K, вобастагии $lg\beta_i$ аз $1/T$ барои ҳамаи комплексҳо хатӣ мебошад. Барои муайян кардани функсияҳои термодинамикӣ (ΔH , ΔG), муодилаи Кларк-Глю истифода шуд.

Дар ин муодила, вобастагии $lg\beta_i$ аз $1/T$ таҳлил карда шуд. Қимати ΔH аз нишебии хати рост ва қимати ΔG аз қисмати буридаи хат дар меҳвари

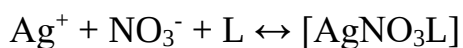
ординатҳо муайян карда шуд. Қимати ΔS аз муодилаи Гиббс ҳисоб карда шуд.

Дар ҷадвали 3.3 функсияҳои термодинамикии реаксияи ташаккули комплексҳои нукра(I) бо албендазол, ки бо усули коэффицентҳои ҳароратӣ (а) ва бо истифода аз муодилаи Кларк-Глю (б) ҳисоб шудаанд, оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.3.- Бузургиҳои функсияҳои термодинамикии раванди ҳосилшавии комплексҳои албендазолии нукра(I) бо усули Кларк-Глю

Реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳо	ΔH , кҶ/мол	ΔG , кҶ/мол	ΔS , кҶ/мол
$Ag+L \rightarrow [AgL]^+$	$-58,62 \pm 2,3$	$-21,40 \pm 4,8$	$-61,13 \pm 7,8$
$Ag+2L \rightarrow [Ag(L)_2]^+$	$-53,0 \pm 0,8$	$-43,16 \pm 1,6$	$-49,89 \pm 0,7$

Аз маълумоти ҷадвал бармеояд, ки функсияҳои термодинамикии бо ду усул ҳисобшуда бо ҳам хеле наздиканд. Тавре ки маълум аст, дар ҳамаи марҳилаҳои комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол бузургии ΔG манфӣ мебошад ки ин нишонаи худ ба худ ба амал омадани раванд мебошад. Аммо аз ҷиҳати энергетикӣ ҳосилшавии комплексҳо моноядроӣ нисбат ба биядроӣ самараноктар мебошанд. Аз ҷиҳати энергетикӣ ҳосилшавии комплексҳои биядроӣ албендазолати нукра нисбат ба моноядроӣ устувортаранд. Яъне ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси моноядроӣ нукра(I) бо албендазол 21,0 кҶ/мол энергия хориҷ мешавад ва барои комплексҳои биядроӣ бошад 43,16 кҶ/мол энергия хориҷ мешавад. Бузургии ΔS барои комплекси моноядроӣ аз сабаби кам шудани миқдори зарраҳо мувофиқи реаксия манфӣ мебошад:



Натиҷаҳои таҷриба нишон медиҳанд, ки комплексҳои нави ҳосилшудаи моноядроӣ нукра(I) бо албендазол аз ҷиҳати энталпия устувортаранд. Аммо пайвасти комплекси бихастваи энталпияи камтарро доранд ки ин шабоҳати худ аз худ ҷоришавии реаксияҳоро дорад.

Яке аз вазифаҳои асосии таҳқиқи мувозинат ин ҳисоб кардани концентратсияи ҳар як ҷузъи системаи мураккаби комплексҳо мебошад.

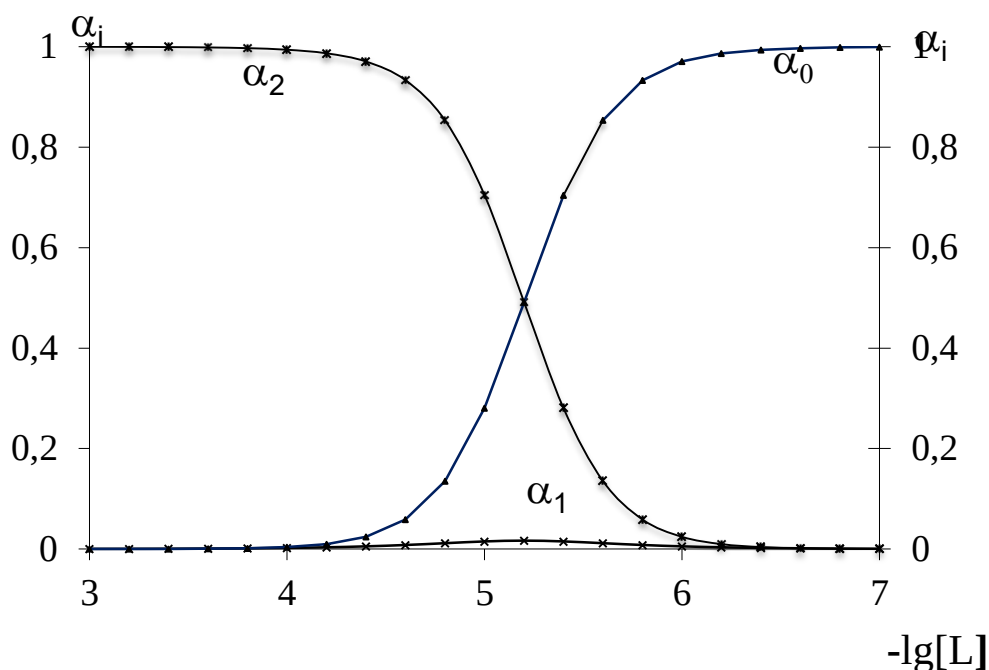
Тавре ки аз муодилаи

$$\alpha_n = \frac{[MeL_n]}{T_{Me}} = \frac{\beta_n [L]^n}{\sum_0^N \beta_i [L]^i} \quad (10)$$

бармеояд, ҳиссаи молии қисмии ҳар як комплекс на аз концентратсияи умумии иони марказӣ ва на аз концентратсияи умумии лиганд вобастааст. Агар константаҳои устувории пайвастагии комплексӣ маълум бошад бо осонӣ ҳиссаи молии онро ҳисоб кардан имконпазир аст. Вазифаи асосӣ ҳангоми таҳқиқи мувозинат дар системаҳои мураккаби комплексҳо ин ҳисоби дақиқи концентратсияи ҳамаи пайвастагиҳои ҳосилшаванда мебошад. Муҳим аст қайд кард, ки ҳиссаи молии қисмии ҳар як комплекс, мувофиқи муодилаи додашуда, танҳо аз константаҳои устуворӣ ва концентратсияи лиганд муайян карда мешавад ва аз миқдори умумии реагентҳои ибтидоӣ вобаста нест. Ин ҳисобҳоро дар мавҷудияти константаҳои маълум осон мекунад.

Аммо, барои системаҳое, ки шумораи зиёди комплексҳо доранд муайян кардани бевосита концентратсияи оптималии лиганд ва рахҳои пики тақсимот танҳо дар асоси константаҳо дақиқ мегардад. Барои ҳамин тақсимои комплексҳоро бо ёрии диаграммаҳо ҳисоб менамоянд.

Бо ҳамин мақсад барои муайян кардани соҳаи ҳосилшавии пайвастаҳои комплексӣ дар системаи $AgNO_3-L-CH_3COOH$ дар ҳарорати 298,16K графики диаграммаи тақсимшави барои зарраҳои комплекси дар система ҳосилшаванда сохта шуд (расми 3.7).



Расми 3.7.- Качхатаҳои тақсимшавии комплексҳои албендазолити Ag(I) бо албендазол $-\text{CH}_3\text{COOH}$ дар ҳарорати 298,16 K, ки дар ин ҷо $\alpha_0-\text{Ag}^+$; $\alpha_1-[\text{AgL}]^+$; $\alpha_2-[\text{AgL}_2]^+$

Таҳлили диаграммаҳои тақсимот нишон дод, ки ҳангоми реаксияи ионҳои нукра(I) бо албендазол дар маҳлул асосан комплексҳои моноҳастаи ҳосил мешаванд, ки тақрибан 99 %-ро ташкил медиҳанд. Ин нишон медиҳад, ки пайвасти комплекси моноҳастаи аз ҷиҳати термодинамикӣ хеле устуворанд.

Комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар ҳалқунандаи органикӣ –ДМСО низ дар ҳамин ҳароратҳои аз 288,16 -318,16 K ва қувваҳои ионии 0,05, 0,1, 0,5, 1,0 мол/л омехта шуда натиҷаҳои назаррас ба даст оварда шуданд.

Дар ин асос пайвастагиҳои комплекси иони нукра(I) бо албендазол дар шакли саҳт ҳам дар муҳити 6 мол/л сирко ва ҳам ДМСО синтез карда шуданд. Аз маҳлул пайвасти комплексӣ бо таносуби 1:1 ва 1:2 дар намуди хокаи сафеди хокистарӣ ва хокаи қаҳваранг ҷудо карда шуданд.

Барои тасдиқи ҳосилшавии комплексҳо ва омӯзиши таъсири қувваи ионӣ ба ин раванд мо вобастагии фарқи потенциалро аз қувваҳои ионии

гуногун чен намудем ва графики вобастагии $E_{\text{таҷрибавӣ, назариявӣ}}$ аз $\lg[L]$ сохта шуд (расми 5). Аз таҳлили вобастагии $\lg\beta_1$ аз $1/T$ параметрҳои термодинамикӣ ҳисоб шуданд. Қиматҳои манфии ΔH ва ΔG нишон медиҳанд, ки ҳосилшавии комплексҳои $[AgL]^+$ ва $[AgL_2]^+$ раванди худҷараён ва экзотермӣ мебошанд. Қиммати манфии ΔS бошад ин кам шудани бетартибӣ дар система ҳангоми ҳосилшавии комплексҳо шаҳодат медиҳад.

Дар умум натиҷаҳо нишон додаанд, ки албендазол бо ионҳои нукра(I) дар муҳити 6 мол/л сирко пайвастагиҳои комплекси устуворро ҳосил мекунад. Устувории пайвастагиҳои синтезкардашудаи албендазол бо ионоҳои нукра(I) дар муҳити ДМСО нисбат ба сирко ва спирти зиёдтар мебошанд.

3.3. Комплексоҳосилкунии нукра (I) бо албендазол дар муҳити ДМСО

Вобаста ба муҳити ҳалкунанда пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол хосиятҳои гуногун ҳам аз ҷиҳати сохт, устуворӣ ва қобилияти реаксионӣ фарқ мекунанд. Комплексоҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар муҳити кислотаи сирко ва диметилсулфоксидӣ омукта шуд. Муҳити кислотаи сирко ва ДМСО аз ҷиҳати табиат ва қувваи боҳамтаъсиркунӣ бо иони металл фарқияти калон дорад.

Аз натиҷаи тадқиқоти гузаронидашуда бармеояд, ки: «Муҳити 6 мол/л кислотаи сирко муҳити протонӣ ва туршӣ мебошад» [116]. Дар чунин шароит, иони Ag^+ «Қисман бо молекулаҳои кислотаи сирко ва ё аниони атсетат, ки дар он «нукра ҳамчун катализатор нақши муҳим мебозад» (CH_3COO^-) таъсир намуда, пайвастагиҳои комплекси нисбатан сусти устувор ҳосил мекунад» [116].

Муаллифон таъкид мекунанд, ки «мавҷудияти концентратсияи баланди протонҳо боиси протонизатсияи лиганд мегардад», ки дар натиҷа «қобилияти боҳамтаъсиркунии он бо иони нукра коҳиш меёбад» [117]. Ҳамин омил ба паст шудани самаранокии комплексоҳосилшавӣ мусоидат меменамояд.

Ҳамзамон қайд мегардад, ки «раванди комплексоҳосилшавӣ дар чунин муҳитҳо асосан тавассути атомҳои нитроген амалӣ мегардад», ки «Ҳамчун

донорҳои нисбатан суст барои Ag^+ баромад мекунад» [118]. Дар натиҷа, «константаҳои устувории комплексиҳои ҳосилшуда нисбатан паст арзёбӣ мешаванд, ки ин бо хусусияти туршии муҳит ва суст шудани қобилияти донории лигандҳо вобаста мебошад» [118].

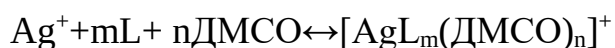
Аз ин лиҳоз, дар қори мазкур комплексоҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол дар муҳити диметилсулфоксид (ДМСО) мавриди омӯзиш қарор дода шуд.

Тибқи маълумоти адабиёт [119], «ДМСО ҳамчун ҳалкунандаи қутбӣ ва дорои қобилияти баланди донорӣ» тавсиф мегардад. Ин хусусиятҳо ба раванди ҳамоҳангшавии ионҳои металлӣ таъсири назаррас мерасонанд.

“Дар муҳити ДМСО «раванди комплексоҳосилкунии иони нуқра(I) бо албендазол характери мураккаб дорад, зеро ҳам молекулаи албендазол ва ҳам молекулаи ДМСО метавонанд бо иони Ag^+ ба реаксия рафта пайвасти комплексиҳо ҳосил намоянд. Ин рақобат бо он шарҳ дода мешавад, ки ҳар ду система дорои марказҳои донории электронӣ мебошанд, ки қобилияти додани ҷуфти электронро ба иони нуқра доранд» [120].

«Молекулаи албендазол дорои якчанд маркази донорӣ мебошад, аз ҷумла атоми сулфур дар гурӯҳи тиолӣ ва атоми нитрогени гурӯҳи пиридинӣ, ки барои комплексоҳосилкунӣ бо иони Ag^+ аҳамияти калон доранд» [120]. Потенсиали ченшавандаи электроди нуқра аз миқдори ионҳои озоди Ag^+ вобастагӣ дорад, ки он дар навбати худ аз тақсимшавии иони нуқра байни заррачаҳои комплексиҳои ҳосилшуда муайян мегардад. Аз ин рӯ, мувозинати байни шаклҳои озод ва комплексиҳои Ag(I) аҳамияти калидӣ дар тавсифи электрохимиявии система дорад.

Дар айни замон молекулаҳои ДМСО низ дорои атоми сулфур мебошанд, ки метавонанд бо иони нуқра пайвасти комплексиҳои солватиро ҳосил кунанд. Раванди умумии реаксия чунин аст:



Мавҷудияти ин рақобат барои пайвастшавӣ боиси кам шудани миқдори ионҳои нуқра(I) дар маҳлул мегардад, ки ба хосиятҳои потенциометрии

система таъсири назаррас мерасонад. Потенсиали ченшавандаи электроди нуқра аз миқдори иони озоди нуқра(I) вобастасат, ки он дар навбати худ аз тақсимои иони нуқра байни заррачаҳои комплекси ҳосилшуда вобастааст. Дар ин замина, Бек М. дар таҳқиқоти худ қайд менамоянд, ки: «Константаҳои устувори комплекси нуқра(I) бо албендазол дорои хусусияти шартӣ мебошанд ва онҳо аз таркиби ҳалқунанда, консентратсияи ДМСО ва қувваи ионии маҳлул вобастагии назаррас доранд» [121,122]. Ин гуфтаҳо нишон медиҳанд, ки параметрҳои муҳити реаксионӣ ба таври мустақим ба тавозуни комплексҳосилшавӣ таъсир мерасонанд.

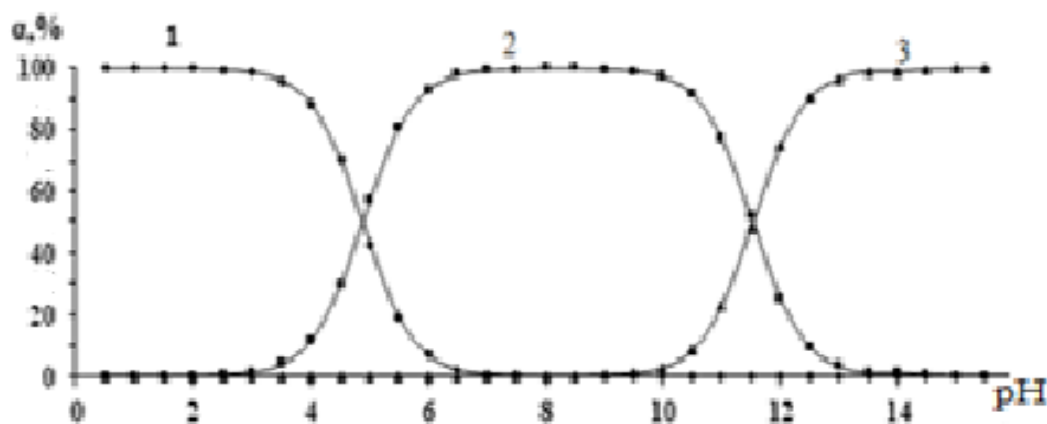
Аз ин сабаб дар кори маскур омузиши комплексҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол дар муҳити сусти кислотагӣ бо усули потенциометрӣ оварда шудааст. Бо усули титркунии pH–метрӣ константаи ионизасияи кислотагии албендазол муайян карда шуд, ки $pK_{\text{кислота}} = 12,89 \pm 0,07$ баробар буда дар муҳити ишқорӣ ($pH=8,22$) бошад $pK_{\text{асос}} = 4,44 \pm 0,04$ баробар мебошад. Дар ҷадвали 8 натиҷаҳои константаи ионизасияи кислотагӣ ва ишқории албендазол оварда шудааст.

Ҷадвали 3.4.- Натиҷаҳои константаи ионизасияи кислотагӣ ва ишқории албендазол дар ҳарорати 298,16K, $C_L=1 \cdot 10^{-2}$ мол/л, $J=0,1$ мол/л ($NaNO_3$)

V, HCl	V, ум	pH	[HL]	[L]	pK ₁
0,1	0,1	6	0,00199601	0,000998	5,30103
0,1	0,2	5,25	0,00398406	0,000996	4,85206
0,1	0,3	4,9	0,00596421	0,000994	4,678151
0,4	0,7	4,83	0,001380671	0,000986	4,976128
0,2	0,9	4,66	0,001768173	0,000982	4,915273
0,1	1	4,55	0,001960784	0,00098	4,85103
0,1	1,1	4,42	0,002152642	0,000978	4,762423
0,1	1,2	4,41	0,00234375	0,000977	4,790211
0,1	1,3	4,38	0,002534113	0,000975	4,794973
V, NaOH	V, ум	pH	[HL]	[L]	pK ₂
0	0	8,24	0	0	
0,1	0,1	9,96	0,00199601	0,000998	9,26103
0,1	0,2	10,44	0,00398406	0,000996	10,04206
0,1	0,3	10,61	0,00596421	0,000994	10,38815
0,1	0,4	10,7	0,00793651	0,000992	10,60309
0,1	0,5	11,11	0,00990099	0,00099	11,11

Идомаи ҷадвал 3.4.					
0,1	0,6	11,31	0,001185771	0,000988	11,38918
0,1	0,7	11,44	0,001380671	0,000986	11,58613
0,1	0,8	11,57	0,001574803	0,000984	11,77412
0,1	0,9	11,62	0,001768173	0,000982	11,87527
0,1	1	11,66	0,001960784	0,00098	11,96103
0,1	1,1	11,72	0,002152642	0,000978	12,06242
0,1	1,2	11,79	0,00234375	0,000977	12,17021
0,1	1,3	11,83	0,002534113	0,000975	12,24497
0,1	1,4	11,87	0,002723735	0,000973	12,31716
0,1	1,5	11,93	0,002912621	0,000971	12,40712
0,1	1,6	11,93	0,003100775	0,000969	12,43515
0,1	1,7	11,93	0,003288,16201	0,000967	12,46148

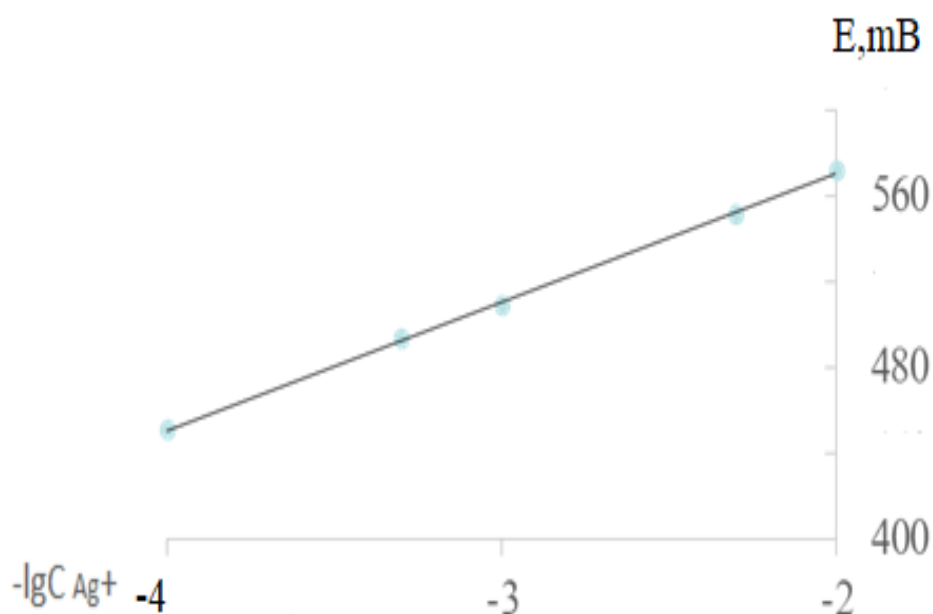
Чи хеле ки аз диаграммаи тақсимои албендазол дар муҳити ДМСО дида мешавад(расми 3.8) албендазол дар ҳудуди васеи рН аз 0,2 то 3,5 дар шакли протонидашудаи Алб⁺ қарор дорад. Дар фосилаи рН аз 6,0 то 10,0 албендазол дар намуди молекулаи нейтралӣ буда дар рН>12,0 бошад аз ҳисоби атоми гидрогени пиролий ҷудошуда албендазол дар намуди аниони яъне L⁻ мешавад.



Расми 3.8.-Диаграммаи тақсимшавии албендазол ва маъсули ионизасияи он , 2- AL ва 3- AL⁻

Комплексҳосилкунии нуқра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО дар рН -5,5 таҳқиқ карда шуд. Дар ин муҳит молекулаи албендазол пурра дар шакли молекулавӣ мавҷуд аст ва ҳангоми реаксияи комплексҳосилкунӣ бо иони нуқра (I) танҳо молекулаҳои нейтралӣ он иштирок мекунанд.

Барои омода кардани система ҳангоми раванди комплексҳосилкунӣ бо усули потенциометрӣ дар навбати аввал лозим аст, ки баргардандагии электроди индикаториро нисбат ба системаи таҳқиқшаванда омӯзанд. Аз ин сабаб вобастагии потенциалҳои ин система дар консентратсияҳои гуногуни нукра омӯхта шуда вобастагии E аз логарифми консентратсияи нукра сохта шуд, ки дар расми 3.9 оварда шудааст.



Баргардандагии электроди нукра дар системаи Ag^+ -ДМСО маҳлулҳои консентратсияшон: (мол/л) 1) $1 \cdot 10^{-5}$; 2) $5 \cdot 10^{-5}$; 3) $1 \cdot 10^{-4}$; 4) $5 \cdot 10^{-4}$

Чуноне ки дар ин расмҳо дида мешавад вобастагӣҳо дар ҳарду система яъне ҳам дар системаи $Ag(I)$ -албендазол- CH_3COOH ва ҳам $Ag(I)$ -албендазол-ДМСО хатӣ буда тангенси кунҷашон 60,3 ва 59,90 расиши хати рост ба тирӣ абсиса дар муҳити кислотаи сирко ба 837,52 мВ ва дар муҳити ДМСО 690,28 мВ баробар буда, потенциали стандартӣ ин системаҳоро нишон медиҳад.

Барои муайян кардани раванди комплексҳосилкуни нукра бо албендазол муҳитҳои гуногун интихоб карда шуданд, ки лиганд дар кадом

мухит ҳалшавандагии хубтар дорад. Пасон маълум гашт ки дар мухити 6мол/л кислотаи сирко ва ДМСО ҳалшавандани албендазол хеле хуб аст.

Маълумотҳои таҷрибавӣ аз титркунии потенциометрӣ ва параметрҳои дар асоси онҳо ҳисобшуда барои системае, ки ионҳои нукраи(I) –албендазол-ДМСО-ро дар бар мегирад, дар доираи ҳарорати аз 288,16 то 318,16 К дар ҷадвали 3.5 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.5.- Натиҷаҳои консентрасияи мувозанатии ионҳои нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои 288,16 К; $C_L=1,05 \cdot 10^{-2}$ мол/л, $C_{Ag}1 \cdot 10^{-3}$ мол/л, $J=0,1$ мол/л ($NaNO_3$)
а)288,16К

E, мВ	ΔE , мВ	[CL], мол/л	$Lg[Ag]_T/[Ag]=dE/19,72$	[CAg], мол/л	[L],мол/л
228	-	-	-	-	0
227	1,00	0,00007937	0,01690331	0,00009920634	0
205	23,00	0,00027237	0,38877620	0,00009727626	-4,14393030
183	45,00	0,00053030	0,76064909	0,00009469697	-3,80326706
169	59,00	0,00084249	0,99729547	0,00009157509	-3,42739227
162	66,00	0,00100719	1,11561866	0,00008992805	-3,16891760
158	70,00	0,00119718	1,18323191	0,00008802816	-3,07514207
154	74,00	0,00137931	1,25084517	0,00008620689	-2,98603741
151	77,00	0,00155405	1,30155510	0,00008445945	-2,91486174
145	83,00	0,00172185	1,40297498	0,00008278145	-2,85587094
144	84,00	0,00190939	1,41987830	0,00008090614	-2,80608616
141	87,00	0,00211356	1,47058824	0,00007886435	-2,75603814
137	91,00	0,00230769	1,53820149	0,00007692307	-2,70748403
131	97,00	0,00249249	1,63962137	0,00007507507	-2,66588788
126	102,00	0,00266862	1,72413793	0,00007331378	-2,62971178
121	107,00	0,00305556	1,80865450	0,00006944444	-2,59777963
115	113,00	0,00324324	1,91007437	0,00006756756	-2,53479202
106	122,00	0,00394673	2,06220419	0,00006053268	-2,50727168
100	128,00	0,00429224	2,16362407	0,00005707762	-2,41717389

Чи хеле ки аз ҷавдал аён аст, бо илова кардани лиганд камшавии потенциали электродии система мушоҳида мешавад ки ин нишонаи камшудани шумораи ионҳои озоди нукра мебошад, яъне ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси дар маҳлул шумораи ионҳои озоди нукра кам мешавад.

Камшавии консентрасияи ионҳои нукра аз $9,9 \cdot 10^{-5}$ то $5,7 \cdot 10^{-5}$ мол/л тасдиқ мекунад, ки қисми асосии ионҳои нукра(I) ба дохили комплекс гузаштаанд. Қиматҳои манфии $\lg[Ag]$ нишон медиҳанд, ки консентрасияи ионҳои озоди нукра дар маҳлул хеле паст буда мувозанат ба самти ҳосилшавии пайвастагҳои устувори комплекси равона аст.

Ҳамин тариқ натиҷаҳои ҷадвали 16 собит менамоянд ки дар ҳарорати 288,16 К ва қувваи ионии 0,1 мол/л албендазол ҳамчун лиганди донорӣ бо ионҳои нукра(I) қобилияти баланди комплексҳосилкуниро зоҳир мекунад. Натиҷаҳои ба даст омада дар ҳарорати маскур барои ҳисоб намудани константаҳои усутвории комплексҳо, таҳлили термодинамикӣ ва асоснокии механизми боҳамтаъсиркунии нукра(I) бо албендазол истифода карда шуданд. Аз натиҷаҳои ҷадвали 16 бармеояд ки бузургии ΔE ҳангоми титркунии портенсиометрӣ дар ҳарорати 288,16 К ба 100 мВ тағйир меёбад. Ин далели таҷрибавӣ ҳосилшавии заррачаҳои комплекси нукра(I) –ро бо албендазол дар маҳлул нишон медиҳад.

Ҷадвалҳои 3.6. Натиҷаҳои консентрасияи мувозанатии ионҳои нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои 298,16-318,16 К; $C_{CL}=1,05 \cdot 10^{-2}$ мол/л, $C_{Ag}=1 \cdot 10^{-3}$ мол/л, $J=0,1$ мол/л ($NaNO_3$)

E, мВ	ΔE , мВ	$[CL]$ мол/л	$Lg[Ag]_T/[Ag] = dE/19,72$	$[CAg]$ мол/л	$[L]$, мол/л
227,0	1,00	0,00019608	0,01690331	0,000098039216	-3,72447349
226	13,00	0,00038462	0,21974307	0,000096153846	-3,51109253
214	19,00	0,00049430	0,32116295	0,000095057034	-3,40347604
208	36,00	0,00087591	0,60851927	0,000091240876	-3,13172149

Идомаи ҷадвал 3.6.					
191	41,00	0,00107143	0,69303584	0,000089285714	-3,03195494
186	46,00	0,00125874	0,77755240	0,000087412587	-2,95346823
181	50,00	0,00143836	0,84516565	0,000085616438	-2,88887825
177	53,00	0,00161074	0,89587559	0,000083892617	-2,83437662
174	56,00	0,00177632	0,94658553	0,000082236842	-2,78769464
171	60,00	0,00196141	1,01419878	0,000080385852	-2,74083558
167	61,00	0,00216301	1,03110210	0,000078369906	-2,69446370
166	63,00	0,00235474	1,06490872	0,000076452599	-2,65462575
164	66,00	0,00253731	1,11561866	0,000074626866	-2,61987987
161	69,00	0,00271137	1,16632860	0,00007288,166 297	-2,58913225
158	77,00	0,00309392	1,30155510	0,000069060773	-2,52831249
150	81,00	0,00327957	1,36916836	0,000067204301	-2,50156457
146	94,00	0,00396135	1,58891143	0,000060386473	-2,41525144
133	98,00	0,00430524	1,65652468	0,000056947608	-2,37738651

B)308,16K

E, мВ	ΔE , мВ	[CL] мол/л	$Lg[Ag]_T/[Ag]$ = $dE/19,72$	[CAg] мол/л	[L],мол/л
226,0	-	-	-	-	-
225	1,00	0,00023438	0,01635590	0,0000976 56250	-3,64367550
215	11,00	0,00038462	0,17991495	0,0000961 53846	-3,49568003
207	19,00	0,00049430	0,31076219	0,0000950 57034	-3,40106393
192	34,00	0,00087591	0,55610075	0,0000912 40876	-3,12834326
187	39,00	0,00107143	0,63788027	0,0000892 85714	-3,02966910
183	43,00	0,00125874	0,70330389	0,0000874 12587	-2,95135084
179	47,00	0,00143836	0,76872751	0,0000856 16438	- 2,887298,1646

Идомаи ҷадвал 3.6. (В)					
175	51,00	0,00161074	0,83415113	0,0000838 92617	-2,83341177
172	54,00	0,00177632	0,88321884	0,0000822 36842	-2,78691706
169	57,00	0,00196141	0,93228656	0,0000803 85852	-2,74006395
167	59,00	0,00221184	0,96499836	0,0000778 81620	-2,68340941
162	64,00	0,00240122	1,04677789	0,0000759 87842	-2,64533736
159	67,00	0,00258160	1,09584560	0,0000741 83976	-2,61169752
156	70,00	0,00275362	1,14491331	0,0000724 63768	-2,58185180
148	78,00	0,0031318, 167	1,27576055	0,0000686 81319	-2,52262040
142	84,00	0,00350649	1,37389598	0,0000649 35065	-2,47081177
133	93,00	0,00400480	1,52109912	0,0000599 52038	-2,41021745
128	98,00	0,004318,1 618	1,60287864	0,0000568 18182	-2,37598816

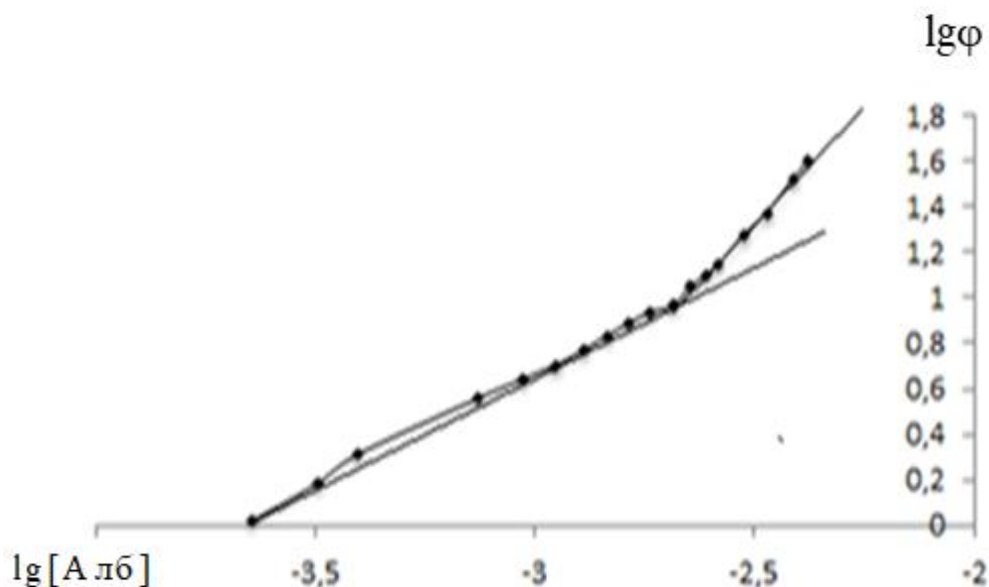
г)318,16K

E, мВ	ΔE , мВ	[CL] мол/л	$Lg[Ag]_{T/[Ag]}$ $=dE/19,72$	[CAg] мол/л	[L],мол/л
224	-	-	-	-	-
223	1,00	0,00019608	0,01584284	0,00009803921	-3,72341302
214	10,00	0,00034749	0,15842839	0,00009652509	-3,53988061
207	17,00	0,00045802	0,26932826	0,00009541984	-3,43200820
191	33,00	0,00084249	0,52281369	0,00009157509	-3,14612303
186	38,00	0,00100719	0,60202788	0,00008992805	-3,05933140
181	43,00	0,00119718	0,68124208	0,00008802816	-2,97559435
177	47,00	0,00137931	0,74461343	0,00008620689	-2,90730069
173	51,00	0,00155405	0,80798479	0,00008445945	-2,85034396

Идомаи ҷадвал 3.6. (Г)					
170	54,00	0,00172185	0,85551331	0,00008278145	-2,80151261
167	57,00	0,00188312	0,90304183	0,00008116883	-2,75918285
163	61,00	0,00221184	0,96641318,1	0,00007788162	-2,68342091
160	64,00	0,00240122	1,01394170	0,00007598784	-2,64513172
157	67,00	0,00258160	1,06147022	0,00007418397	-2,61152347
154	70,00	0,00275362	1,10899873	0,00007246376	-2,58170342
146	78,00	0,0031318,	1,23574144	0,00006868131	-2,52251875
140	84,00	0,0035550	1,33079848	0,00006544502	-2,47746210
131	93,00	0,00400480	1,47338403	0,00005995203	-2,41017061
125	99,00	0,00434389	1,56844106	0,00005656108	-2,37326711

Дар натиҷаи таҳлили ҷадвалҳо маълум гардид ки бо зиёдшавии консентарсияи албендазол дар маҳлул потенциали электродии нукра дар маҷмӯъ аз 228,9 то 125 мВ таъғир меёбад, дар ҳароратҳои 288,16, 298,16, 308,16, 318,16К низ тағйирёбии потенциали электродӣ ба назар мерасад. Камшавии потенциали электродӣ ин шаҳодати ҳосилшавии пайвасти комплекси нукра(I) бо албендазолро дорад. Барои муайян кардани миқдори зарраҳое, ки ҳангоми таъсири нукра(I) бо албендазол ҳосил мешавад, усули графикаи Ясимирский истифода карда шуд ки мафҳуми он дар қори [123] оварда шудааст.

Дар расми 3.10 вобастагии $\lg f$ аз $-\lg[L]$ дар 298,16К оварда шудаанд ки аз комплексҳосилкунии зинагӣ байни иони нукра(I) ва албендазол шаҳодат медиҳад, қунҷи нишебии вобастагии $\lg f$ аз $-\lg[L]$ дар ҳолати изоҷагии албендазол дар маҳлул ба $0,109 \text{ В.л.мол}^{-1}$ баробар аст, ки ин ба ҳосил шудани зарраи комплекси тарикбашон аз линад изофашудагии $[\text{Ag(L)}_2]^+$ шаҳодат медиҳад.



Расми 3.10.- Вобастагии $\lg\phi$ аз $\lg[L]$ барои комплексҳои нукра(I) бо албендазол дар ҳарорати 298,16 К., $J=0,1$ мол/л

Чи хеле ки аз расм аён аст бо зиёдшавии консентрасияи албендазол дар маҳлул бузургии Фридман мунтазам кам мешавад. Ин таъғирёбӣ ба қонунияти потенциали оксидони мувофиқат намуда нишон медиҳад ки дар маҳлул байни ионҳои нукра(I) ва албендазол бо ҳам таъсиркунии устувор ба амал омада комплексҳои нави координасиониро ҳосил мекунанд. Камшавии консентрасияи ионҳои озоди нукра(I) дар маҳлул ин нишонаи ҳосилшавии пайвасти комплекси онро дорад.

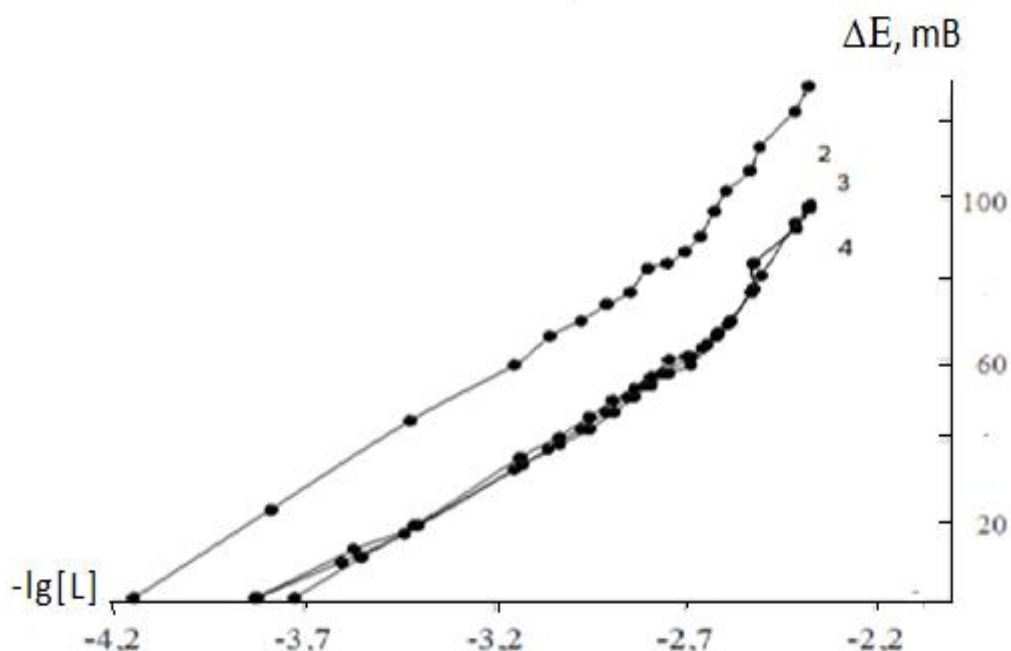
Таҳлили вобастагии хаттии ΔE аз $\lg[L]$ дар консентратсияҳои муайян нишон медиҳад, ки дар ин система қонуни Нернст риоя мегардад. Тибқи таърифи классикӣ, «Потенсиали электроди системаи электрохимиявӣ аз консентратсия ё фаъолияти моддаҳе, ки дар реаксия иштирок мекунанд, вобаста мебошад» [124].

Риоя шудани қонуни Нернст имконияти фароҳам меорад, ки параметрҳои термодинамикии раванд бо усулҳои графикӣ ва ҳисоббарорӣ муайян карда шаванд. Аз ҷумла, бо истифода аз усули Фридман, ки ба таҳлили нишебии хат ва нуқтаи буриши он бо меҳвари координата асос

ёфтааст», ҳисобкунии константаҳои устувориҳои комплексоҳро анҷом дода мешавад.

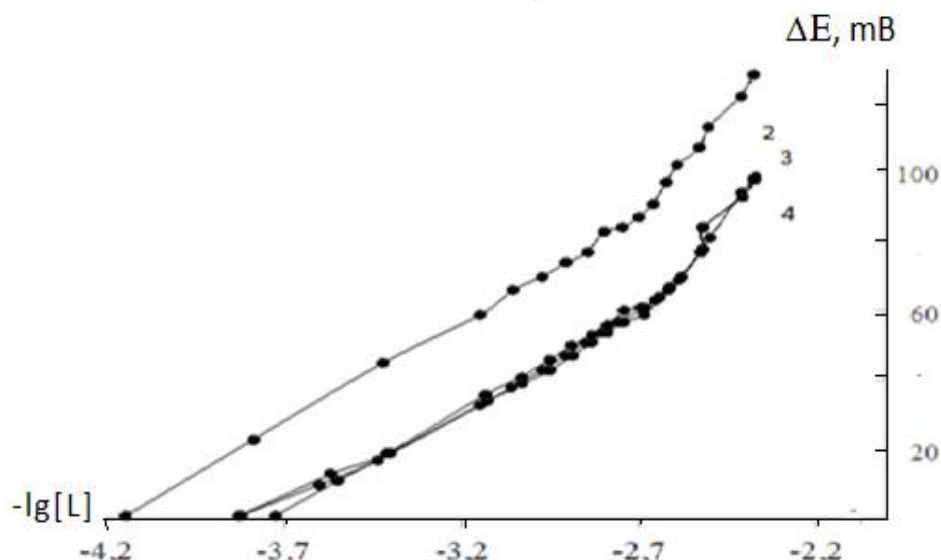
Дар асоси ин усул, шумораи лигандҳои дар комплекс иштироккунанда ва бузургии константаҳои устувориҳои онҳо муайян карда шудаанд. Ин равиш имкон медиҳад, ки параметрҳои асосии мувозинати комплексоҳилшавӣ бо дақиқии баланд ҳисоб карда шаванд.

Ҳамин тариқ вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ нишонаи ҳосилшавии пайвасти комплекси усулҳои нукра(I) бо албендазол буда, истифодаи усули Фридманро барои ҳисоб намудани собитҳои устуворӣ асоснок менамояд. Натиҷаҳои ба даст омада аҳамияти муҳим барои фаҳмиши хосиятҳои координатсияшавии албендазол ва ҳосилшавии пайвасти комплекси нукра(I) бо албендазолро дорад. Миқдори максималии молекулаҳои албендазол ки ба ионҳои нукра(I) пайваست шудаанд аз вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ бо миқдори изофаи албендазол оварда шудааст. Дар ин маврид нишебии вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ ба 0,109 В/мол баробар буд, ки ин шабоҳати он буд, ки дар раванди комплексоҳилкунӣ бо иони нукра(I) ду молекулаи албендазол пайвасти комплекси ҳосил намудааст.



Расми 3.11.- Вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ барои пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои: 1) 288,16K; 2) 298,16K; 3) 308,16K; 4) 318,16K. $J=0.1$ мол/л

Дар расми 3.11 вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ барои комплексҳои нукра(I) бо албендазол оварда шудааст. Хосиятҳои хаттии ин вобастагиҳо нишонаи зина ба зина ҳомилшавии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол мебошанд.



Расми 3.11.- Вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ барои пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои: 1) 288,16K; 2) 298,16K; 3) 308,16K; 4) 318,16K. $J=0.1$ мол/л

Натиҷаҳои таҳқиқотӣ таҷрибавӣ нишон дод, ки ионҳои нукра(I) бо албендазол (х.т.) дар ҳароратҳои гуногун дар системаи Ag-L-ДМСО ду заррачаи комплекси устуворро ҳосил карда метавонанд. Аз сабаби он ки дар системаи маскур комплексҳосилкунӣ байни ионҳои нукра ва албендазол зина ба зина суръат мегирад, бо ёрии усули Фридман бузургҳои константаи устуворӣ ва усули хурдтарин квадрати ғайрихаттӣ муайян карда шуд. Барои ҳисоб намудани константаҳои устувори комплексо бо усули хурдтарин квадратҳои ғайрихаттӣ аз имкониятҳои барномаи Microsoft Excel истифода бурда шуд.

Тибқи маълумоти Капустин Е.И. «Microsoft Excel барномаи коркарди чадвалҳои электронӣ мебошад, ки аз ҷониби корпоратсияи Microsoft барои системаҳои оператсионии Windows, Windows NT ва Mac OS, инчунин Android iOS ва Windows Phone таҳия шудааст»[125]. Ин барнома имкониятҳои васеи ҳисобҳои иқтисодӣ-статистикӣ, воситаҳои графикӣ,

инчунин абзорҳои барномасозиро фароҳам меорад.

Илова бар ин, кайд карда мешавад, ки «Excel дорои муҳити макробарномасозии Power Query ва (ба истисноии версияи Mac OS X 2008) забони VBA (Visual Basic for Applications) мебошад», ки барои коркарди додаҳои таҷрибавӣ ва иҷрои ҳисобҳои мураккаб имконияти васеъ медиҳад. Барнома ҳамчун қисми маҷӯи Wicrosoft Office дар шабакаҳои интернетӣ дастраси васеъ мебошад» [125].

Дар қатъатҳои вобастагии ΔE аз $-\lg[L]$ дар ҳар ҳарорат ду қитъаи ростхатта ёфт шуданд, ки барои онҳо қунҷҳои хати рост аз руи ҳарорат чунин қиматҳоро мегиранд: 0,056-0,065; 0,0106-0,0109. Қунҷҳои хатҳои рост ки бо тағйирёбии потенциали оксидонӣ (ΔE) ва миқдори лигандҳои пайваستшуда ($\lg[L]$) бо муодилаи $\lg C_{Me}/[Me] = n \lg C_L - \lg K$ нишебии хатҳои рост ба шумораи молекулаҳои координатсияшудаи лиганд (n) мутаносиби роста мебошад. Аз ифодаи $p = -\text{ptg}\phi/0,019$ муайян карда шуд, ки қиматҳои ба даст омадаи қатъатҳо ба $n=1$ ва $n=2$ баробар мебошанд. Ин нишонаи он аст, ки дар муҳити таҳқиқишаванда нукра(I) бо албендазол пай дар пай ду зарраи комплекси ҳосил мекунад. Дар қисмати аввали қатъатта комплекси моноҳастаи ва дар қисматҳои минъбада яъне баландтар комплекси диҳастаи бо иштироки ду молекулаи албендазол ҳосил шудаанд ки онҳоро таркибан метавон чунин навишт: $[Ag(L)DMCONO_3]$; $[Ag(L)_2DMCONO_3]$

Ҳангоми экстрополясияи қитъаҳои ростхатта ба тири абсцисса қиматҳои константаи устувории $\lg\beta$ муайян карда шуд. Ин константаҳо ҳам бо усули Фридман ва ҳам бо усули квадрати хурдтарини ғайрихаттӣ ҳисоб шуда натиҷаҳои онҳо дар ҷадвали 3.7 оварда шудаанд. Муқоисаҳои ин ду усул нишон медиҳанд, ки қиматҳои ба даст омада бо ҳам наздик буда, дурустии модели стехометриро тасдиқ мекунанд. Бо зиёд шудани ҳарорат ҷойгиршавии хатҳо дар график тағйир меёбад, чунки константаи устувории комплексҳо низ гуногун буда барои ҳисоби параметрҳои термодинамикӣ (ΔH , ΔS , ΔG) истифода мешаванд.

Дар ҷадвали 3.7 бузургҳои константаҳои умумии устувории

комплексҳои нукра(I) бо усули Фридман ва усули квадрати хурдтарини ғайрихаттӣ дар ҳароратҳои гуногун оварда шудаанд.

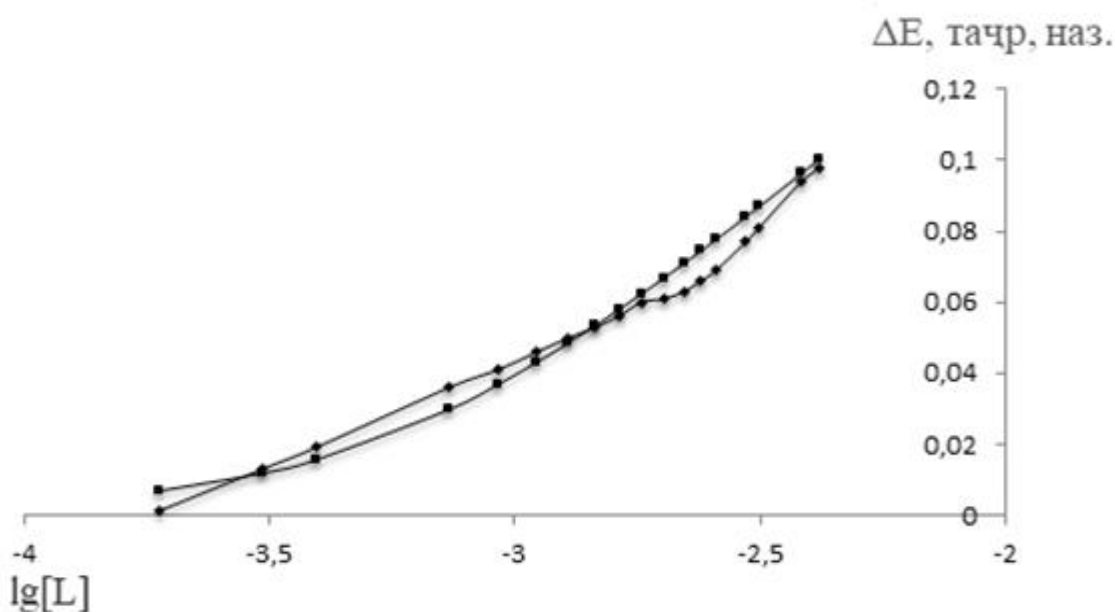
Ҷадвали 3.7. -Константаи устувори пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои аз 288,16-318,16K J=0,1мол/л

Усулҳо	T, K	288,16K	298,16K	308,16K	318,16K
Фридман	$\lg\beta_1$	4,19±0,06	3,75±0,05	3,61±0,04	3,40±0,03
	$\lg\beta_2$	7,12±0,09	6,61±0,08	6,47±0,07	6,21±0,08
УККҒ	$\lg \beta_1$	4,17±0,07	4,01±0,06	3,63±0,05	3,42±0,04
	$\lg\beta_2$	7,14±0,08	6,93±0,07	6,51±0,06	6,25±0,09
Қиммати миёна	$\lg\beta_1$	4,18±0,065	3,88±0,055	3,62±0,045	3,41±0,035
	$\lg\beta_2$	7,13±0,085	6,77±0,075	6,49±0,065	6,23±0,085

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои дар ҷадвал овардашуда нишон медиҳанд, ки албендазол ҳамчун лиганди донор бо иони нукра(I) пайвасти комплекси ҳам моноҳастаи ва ҳам бихастаиро ҳосил мекунад.

Боз барои исботи дурустии қиматҳои константаи устувори ҳосилшуда бузургҳои фарқи потенциали назариявӣ $E_{\text{назария}}$ —ро аз руи муодилаи (11) ҳисоб намуда нисбат ба қиматҳои таҷрибавӣ $E_{\text{таҷриба}}$ муқоиса карда шуданд.

$$\Delta E_{\text{назария}} = 2,3RT/nF \lg(1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \beta_3[L]^3) \dots\dots\dots(11)$$



Расми 3.11.- Вобастагии ΔE аз $\lg[L]$ барои системаи Ag-албендазол-ДМСО дар ҳарорати 298,16K, J=0,1мол/л

Аз ҷадвали айё аст, ки ҳар ду натиҷаҳо ба ҳам хеле наздиканд, ки ин ҳам дурустии кори таҷрибаро нишон медиҳад. Натиҷаҳои ба дастмада бо ду усул яъне усули Фридман ва ҳам усули квадрати хурдтарини ғайрихаттӣ коркард кардашуда нишон медиҳанд ки ҳар ду усул қариб ки бо ҳам мувофиқат мекунанд.

3.4. Таъсири қувваи ионӣ ва функсияҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳои нукра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО

Барои муайян намудани собитҳои умумии термодинамикӣ лозим омад ки мо ин равандро дар қувваҳои ионии гуногун омӯзем. Натиҷаҳои собитҳои умумии устувории пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол бо усулҳои дар боло зикршуда ёфт шуда дар ҷадвали 14 (а-г) оварда шудааст.

Ҷадвали 3.8.- Собитҳои умумии устувории пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол дар қувваҳои гуногун барои ситемаи Ag-L-ДМСО.

а) $J=0,05\text{мол/л}$

T, K	$\lg\beta_1[\text{AgL}]^+$	$\lg\beta_2[\text{AgL}_2]^+$
288,16	$4,20\pm 0,1$	$7,17\pm 0,06$
298,16	$3,91\pm 0,12$	$6,79\pm 0,05$
308,16	$3,65\pm 0,09$	$6,50\pm 0,04$
318,16	$3,43\pm 0,08$	$6,26\pm 0,02$

б) $J=0,1\text{мол/л}$

T, K	$\lg\beta_1[\text{AgL}]^+$	$\lg\beta_2[\text{AgL}_2]^+$
288,16	$4,18\pm 0,01$	$7,13\pm 0,01$
298,16	$3,88\pm 0,01$	$6,77\pm 0,01$
308,16	$3,62\pm 0,01$	$6,49\pm 0,01$
318,16	$3,41\pm 0,01$	$6,23\pm 0,01$

в) $J=0,5\text{мол/л}$

T, K	$\lg\beta_1[\text{AgL}]^+$	$\lg\beta_2[\text{AgL}_2]^+$
288,16	$4,05\pm 0,08$	$6,97\pm 0,03$
298,16	$3,78\pm 0,11$	$6,66\pm 0,05$
308,16	$3,49\pm 0,07$	$6,38\pm 0,04$
318,16	$3,30\pm 0,09$	$6,05\pm 0,09$

а) J=1,0 мол/л

T, K	$\lg\beta_1[\text{AgL}]^+$	$\lg\beta_2[\text{AgL}_2]^+$
288,16	3,89±0,09	6,70±0,04
298,16	3,65±0,11	6,50±0,07
308,16	3,32±0,07	6,19±0,05
318,16	3,15±0,09	5,81±0,08

Чавдали 3.8 нишон медиҳад, ки бо зиёд шудани ҳарорат константаҳои устуворӣ дар ҳамаи қувваҳои ионӣ кам мешавад. Ин гувоҳи он аст ки раванди комплексҳосилкунӣ дар системаи Ag-албендазол –ДМСО экзотермӣ буда яъне $\Delta H < 0$ мебошад. Муайян шуд ки бо зиёд шудани ҳарорат мувозанат ба самти диссоциацияи комплекс равона шудааст. Муқаррар карда шуд, ки устувории комплекси моноҳастаи дар ҳама ҳолатҳо нисбат ба бихастаи камтар аст. Аммо, ҳангоми гузариш аз комплексҳои моно ба бихастаи ин қонуният ғайраравона мешавад.

Ҳамчунин қайд мешавад, ки: «Ба тағйироти эмпирикии назарияи Дебай-Ҳюккел асос ёфта, имконияти ҳисоб намудани константаҳои устувории термодинамикиро бо назардошти таъсири қувваи ионии муҳит фароҳам меорад» [126]. Аз ин рӯ, истифодаи усули мазкур барои таҳлили системаҳои мураккаби координатсионӣ аҳамияти махсуси илмӣ дорад. Дар ҳисобҳо аз муодилаи зерин истифода карда шуд:

$$\lg \beta_0 = \lg \beta_c - \frac{\Delta v z^2 A \sqrt{J}}{1 + 1.6 \sqrt{J}} + bJ, \quad (12)$$

ки аз ин ҷо

$$\Delta v z^2 = \Delta v z^2_{\text{таҷриба}} - \Delta v z^2_{\text{аввала}} \quad (13)$$

Аз ин муодила бармеояд, ки: “Бо аломати зарбкунандаи $\Delta v z^2$ ки таъсири қувваи ионӣ ба константаҳои термодинамикии мувозинат муайян карда мешавад. Агар $\Delta v z^2 > 0$ бошад, константаи мувозинат бо афзоиши қувваи ионӣ зиёд мешавад, агар $\Delta v z^2 < 0$ бошад, кам мешавад ва агар $\Delta v z^2 = 0$ бошад, аз қувваи ионӣ кам вобаста мегардад” [125]. Константаҳои мувозинати реаксияҳои изозарядӣ ($\Delta v z^2 = 0$), ки ба системаи Ag^+ –албендазол–

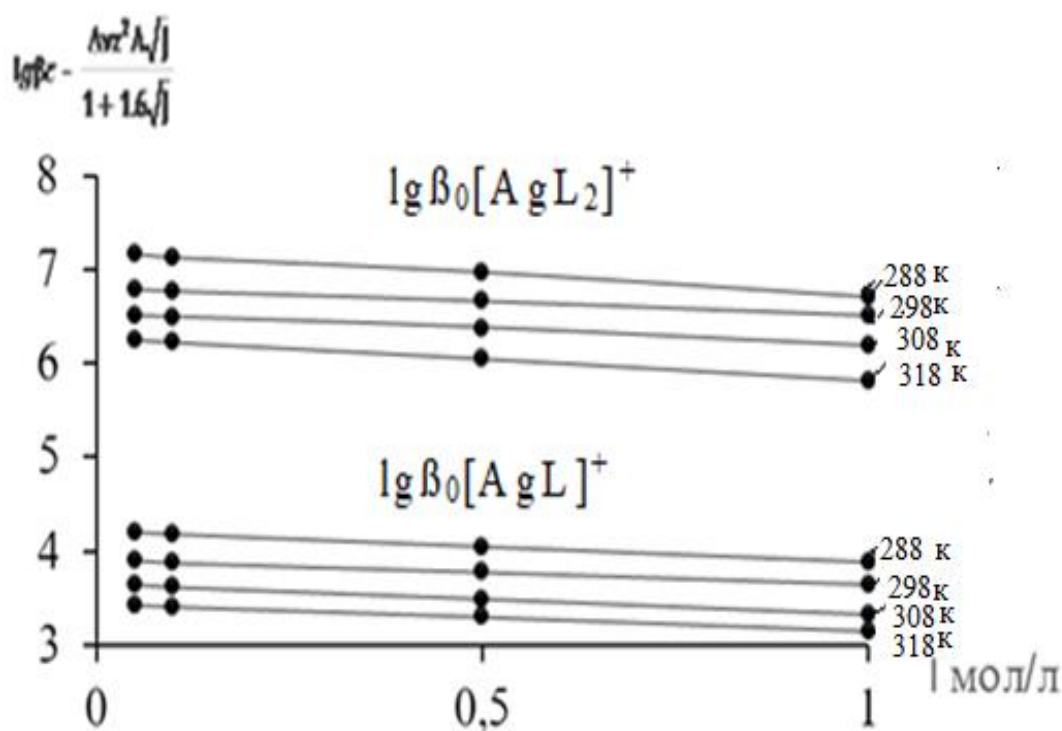
ДМСО дахл доранд, ва аз чадвалҳои $\lg \beta_c$ аз J мушоҳида карда мешавад ки кувваи ионӣ таъсири камтар дорад.,



Барои системаи нукра – албендазол – ДМСО бузургии $\Delta \nu z^2 = 0$ аст аз ин сабаб баробарии

$$\frac{\Delta \nu z^2}{1 + 1.6 \sqrt{J}} \approx \sqrt{J} \quad (14)$$

дар муодилаи Васильев ба нол баробар мешавад. Аз ин сабаб барои муайян кардани константаи термодинамикӣ вобастагии $\lg \beta_c = f(J)$ гирифта шуд. (расми 3.12.)



Расми 3.12. -Муайянкунии графיקии константаҳои термодинамикии устувори комплекси албендазолати Ag(I) дар маҳлулҳо ДМСО дар ҳароратҳои гуногун: $[\text{AgL}]^+$; $2-[\text{AgL}_2]^+$

Дар ин график вобастагии логарифмаи константаи термодинамикии устувори пайвастиҳои албендазолати нукра(I) дар муҳити ДМСО оварда шудааст. Собитаҳои термодинамикиро дар ҳар як ҳарорат дар мавриди

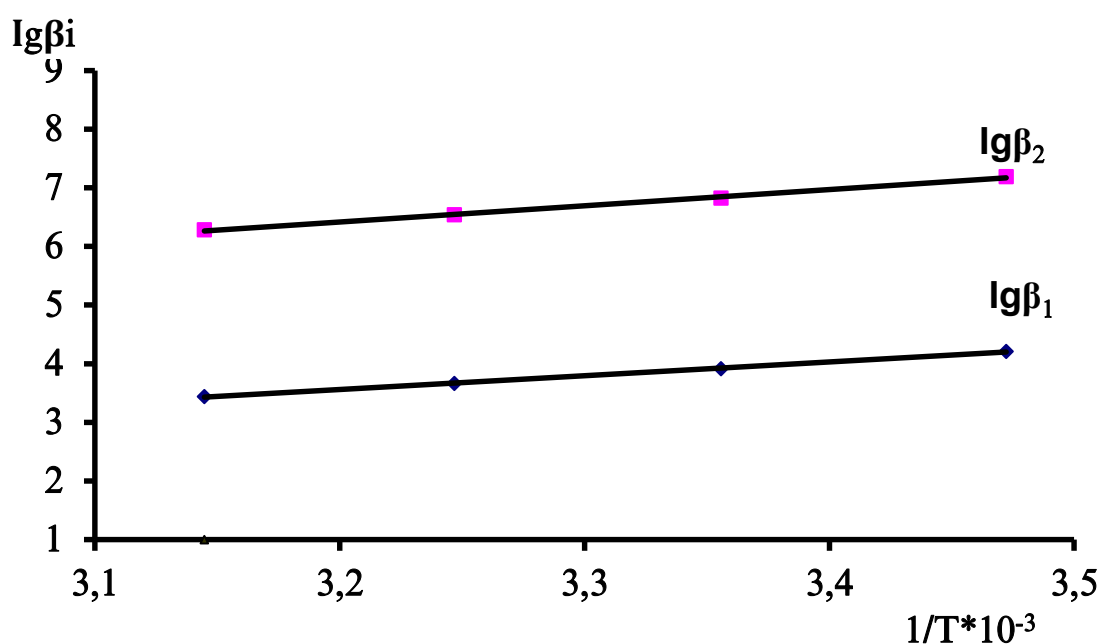
экстрополясия хати рост ба тири абсисса муайян намуда натиҷаҳо дар ҷадвали 3.9 оварда шудаанд.

**Ҷадвали 3.9 -Собитаҳои умумии термодинамикӣ барои системаи нукра-
албендазол –ДМСО дар 288,16-318,16 К**

T, K	$\lg\beta^0[\text{AgL}]^+$	$\lg\beta^0[\text{AgL}_2]^+$
288,16	4,21±0,07	7,19±0,03
298,16	3,91±0,08	6,82±0,045
308,16	3,66±0,06	6,54±0,03
318,16	3,44±0,06	6,28±0,05

Натиҷаҳое ки ҳангоми ҳисоби доимии термодинамикӣ ба даст омадаанд, барои ҳисоб кардани тағйирёбии энергияи стандартӣ Гиббс ҳангоми ҳосилшавии пайвастагиҳои комплексӣ бо истифода аз муодилаи $\Delta G = -2.3RT \lg\beta$ истифода шуданд. Барои комплекси моноҳастаи тағйирёбии энергияи стандартӣ Гиббс ба -20.67 кҶ/мол ва барои комплексҳои бихастаи ба -56.24 кҶ/мол баробар шуд.

Яке аз усулҳои маъмули муайянкунии ΔH барои реаксияи комплекҳосилкунӣ ин усули коэффитсиенти ҳароратӣ мебошад. Барои ҳамин дар расми 3.13 вобастагии константаҳои умумии устуворӣ аз ҳарорати мутақобила барои комплексҳои нукра(I) бо албендазол оварда шудааст. Барои муайян кардани ΔH , мо аввал нишебии вобастагии $\log \beta_i = f(1/T)$ -ро пайдо кардем ва сипас онро бо истифода аз муодилаи $\Delta H = -2.3Rtg\alpha$ ҳисоб кардем.



Расми 3.13. -Вобастагии $\lg \beta_i = f(1/T)$ барои комплексҳои албендазолати нукра (I) дар қувваи иони $J=0,1 \text{ мол/л}$

Бузургии энергияи озоди Гиббс (ΔG)-ро аз рӯи муодилаи

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (16)$$

муайян карда шуд.

Яъне муодила чунин шакл мегирад:

$$\Delta S = \Delta H - \Delta G/T \quad (17)$$

ки дар ин ҷо ΔG -энергияи озоди Гиббс, ΔH -энталпияи реаксия, ΔS -тағйирёбии энталпия мебошад.

Функсияҳои термодинамикии реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳои нукра(I) бо албендазол дар ҷадвали 3.10 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.10. - Бузургиҳои функсияи термодинамикӣ барои реаксияҳои ҳосилшавии комплекси нукра (I) бо албендазол

Реаксияҳои комплексҳосилшавӣ	ΔH^0 , кҶ/мол	ΔG^0 , кҶ/мол	ΔS^0 , Ҷ/(мол·К)
$\text{Ag}^+ + \text{L} \leftrightarrow [\text{AgL}]^+$	$-44,95 \pm 1,50$	$-22,39 \pm 0,11$	$-75,71 \pm 4,70$
$\text{Ag}^+ + 2\text{L} \leftrightarrow [\text{Ag}(\text{L})_2]^+$	$-52,87 \pm 4,30$	$-39,07 \pm 2,60$	$-46,32 \pm 6,30$

Таҳлили функсияҳои термодинамикӣ нишон медиҳад, ки ҳосилшавии ҳар ду зарра бо ҷудошавии гармӣ мегузаранд. Аммо, ҳадди аксар ҷудошавии

гармӣ ҳангоми ҳосилшавии комплекси бихастваи ба амал меояд. Қимати ΔS низ ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси дар марҳилаи аввали манфӣ аст, ки эҳтимолан аз коогулясияи молекулаҳо ва кам шудани шумораи молекулаҳо вобастааст:

Марҳилам аввал: $Ag^{++} L \leftrightarrow [AgL^+]$

Марҳилаи дуввум: $AgL^{++} L \leftrightarrow [AgL_2^+]$ дар ин марҳила миқдори лиганд меафзояд чунки иони нитат берун аз сфера мешавад.

Дар марҳилаи аввали ҳосилшавии комплекс, ихроҷи гармӣ мушоҳида мешавад, гарчанде ки бузургии ΔS манфӣ аст, яъне саҳми асосӣ дар бузургии ΔG аз тарафи бузургии манфии ΔH анҷом дода мешавад.

Ҳамин тариқ маълум гардид ки реаксияҳои ҳосилшавии раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол экзотерми буда худ ба худ (спонтанӣ) ҳоси мешаванд.

Бо усули собитаи ҳароратӣ тағйирёбии функсияҳои термодинамикии раванди комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол дар қувваҳои гуногун аз 0,05-1,0 мол/л омӯхта шуд. Натиҷаҳои ба даст оварда дар ҷадвали 3.11 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3.11.- Бузургҳои функсияҳои термодинамикии реаксияҳои комплексҳосилкунии нукра(I) бо албендазол

а) $J=0,05$ мол/л

Реаксияҳои комплексҳосилшавӣ	ΔH , кҶ/мол	ΔG , кҶ/мол	ΔS , Ҷ/(мол·К)
$Ag^+ + L \leftrightarrow [AgL]^+$	$-45,12 \pm 1,6$	$-22,35 \pm 0,13$	$-76,40 \pm 4,9$
$Ag^+ + 2L \leftrightarrow [Ag(L)_2]^+$	$-56,09 \pm 4,1$	$-39,92 \pm 2,7$	$-47,54 \pm 6,5$

б) $J=0,1$ мол/л

Реаксияҳои комплексҳосилшавӣ	ΔH , кҶ/мол	ΔG , кҶ/мол	ΔS , Ҷ/(мол·К)
$Ag^+ + L \leftrightarrow [AgL]^+$	$-45,14 \pm 1,5$	$-22,21 \pm 0,12$	$-76,95 \pm 4,7$
$Ag^+ + 2L \leftrightarrow [Ag(L)_2]^+$	$-52,34 \pm 4,2$	$-38,77 \pm 2,4$	$-45,55 \pm 6,3$

в) $J=0,5$ мол/л

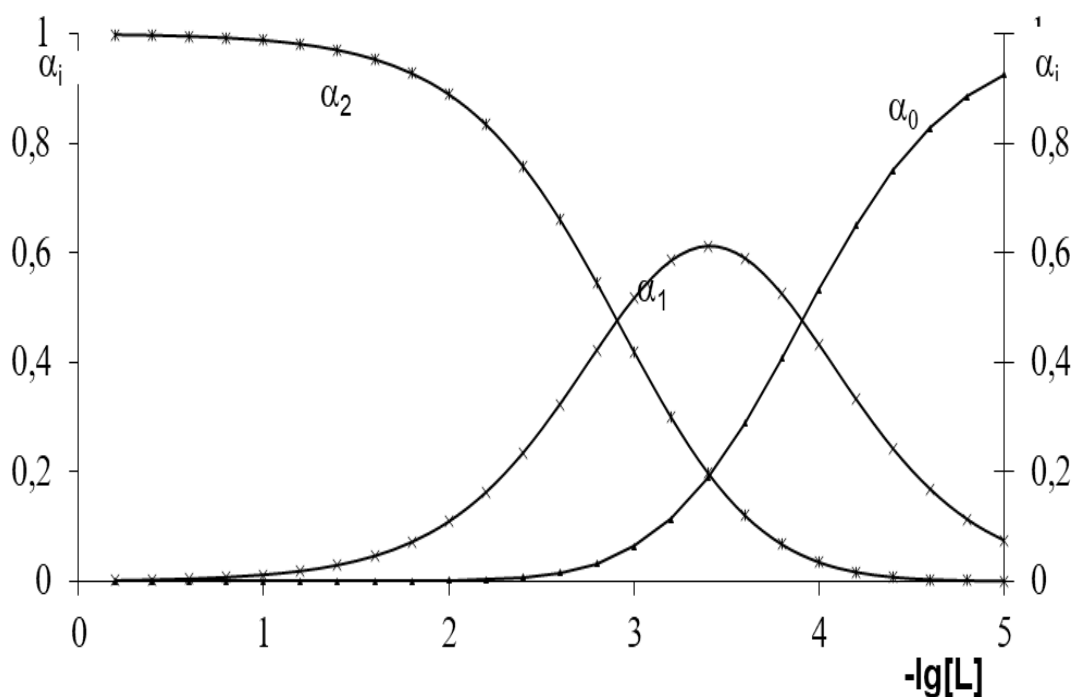
Реаксияҳои комплексҳосилшавӣ	ΔH , кҶ/мол	ΔG , кҶ/мол	ΔS , Ҷ/(мол·К)
$Ag^+ + L \leftrightarrow [AgL]^+$	$-44,61 \pm 1,3$	$-21,53 \pm 0,13$	$-77,42 \pm 4,4$
$Ag^+ + 2L \leftrightarrow [Ag(L)_2]^+$	$-53,25 \pm 3,8$	$-37,98 \pm 2,2$	$-51,24 \pm 5,7$

г) J=1,0 мол/л

Реаксияҳои комплексҳосилшавӣ	ΔH , кҶ/мол	ΔG , кҶ/мол	ΔS , Ҷ/(мол·К)
$Ag^+ + L \leftrightarrow [AgL]^+$	$-44,77 \pm 1,6$	$-20,66 \pm 0,11$	$-80,88 \pm 4,1$
$Ag^+ + 2L \leftrightarrow [Ag(L)_2]^+$	$-52,02 \pm 3,4$	$-36,74 \pm 2,4$	$-57,27 \pm 5,9$

Натиҷаҳои дар ҷадвали 3.11 ки дар чор қувваи иони оварда шудаанд дар ҳама ҳолатҳо бузургии ΔH манфи буда аммо қонуният дар тағйирёбии бузургии ΔH ҳангоми гузариш аз моно ба бихастваи риоя намешавад. Ба бузургии ΔS ҳам қувваи ионӣ ва ҳам миқдори лигандҳои пайваستшуда таъсир мерасонанд. Бузургии ΔG дар ҳамаи қувваҳои иони аз руи қонуният тағйир меёбад.

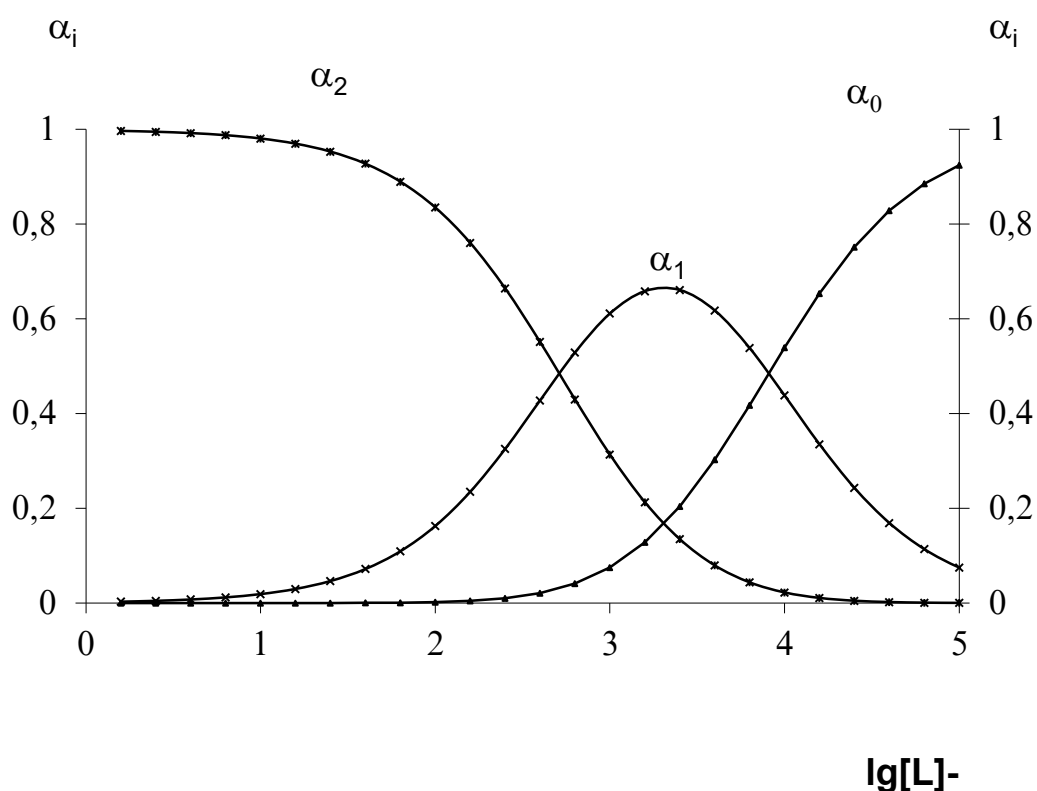
Заррачаҳои комплексие ки дар системаи нукра(I)-албендазол-ДМСО дар қувваҳои ионии 0,05, 0,1, 0,5 ва 1 мол/л эҳтимоли ҳосилшавии зиёдтаринро доштанд, барои муайян кардани ҳудуди ҳосилшавиҳои шаклҳои максималии заррачаҳои камплексӣ дар консентрасияи баланди лиганд, диаграммаҳои тақсимот сохта шуданд. Дар расми 3.13 намунаи диаграммаи тақсимот барои комплексҳои нукра(I) бо албендазол-ДМСО дар ҳарорати 298,16 К ва қувваҳои ионии маҳлул 0,1 мол/л нишон дода шудааст.



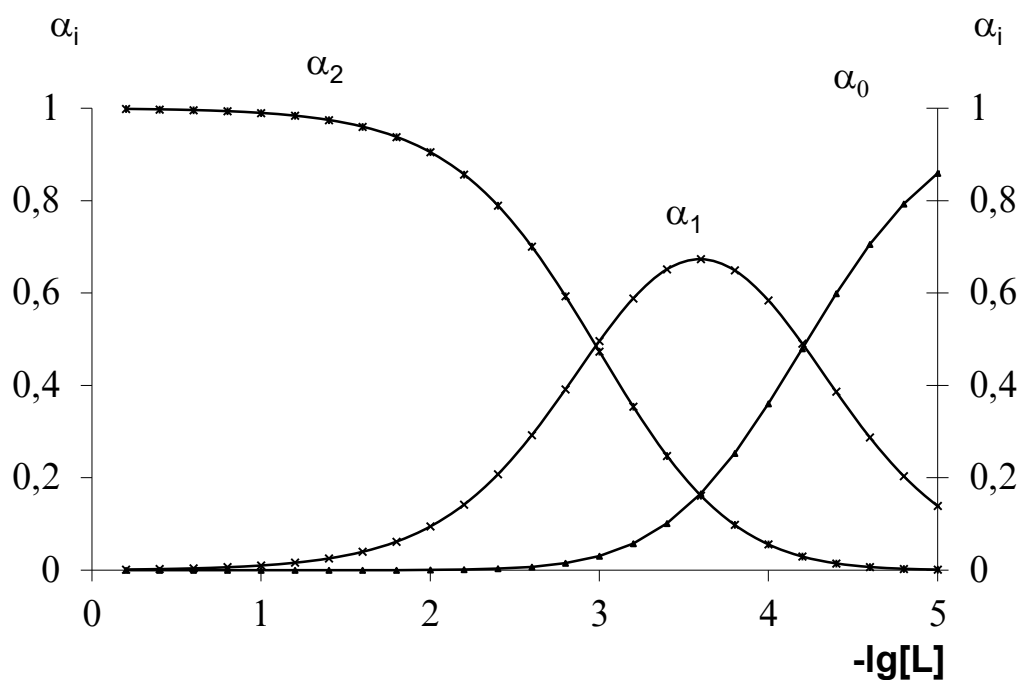
Расми 3.13.- Диаграммаи тақсимшавии заррачаҳои комплекси $Ag(I)$ –албендазол-ДМСО дар ҳарорати 298,16 К; ки дар ин ҷо α_0 - $AgNO_3$, α_1 - $[AgL]^+$; α_2 - $[AgL_2]^+$

Таҳлили диаграммаҳои тақсимот нишон медиҳад, ки дар системаи нукра(I)–албендазол–ДМСО дар консентратсияҳои пасти албендазол дар маҳлул, комплекси моноҳастаи ҷой дорад. Ҳангоми афзоиши консентратсияи лиганд комплекси якҳастаи ба комплекси бихастаи табдил меёбад ва фоизи зиёдтарро доро мебошад.

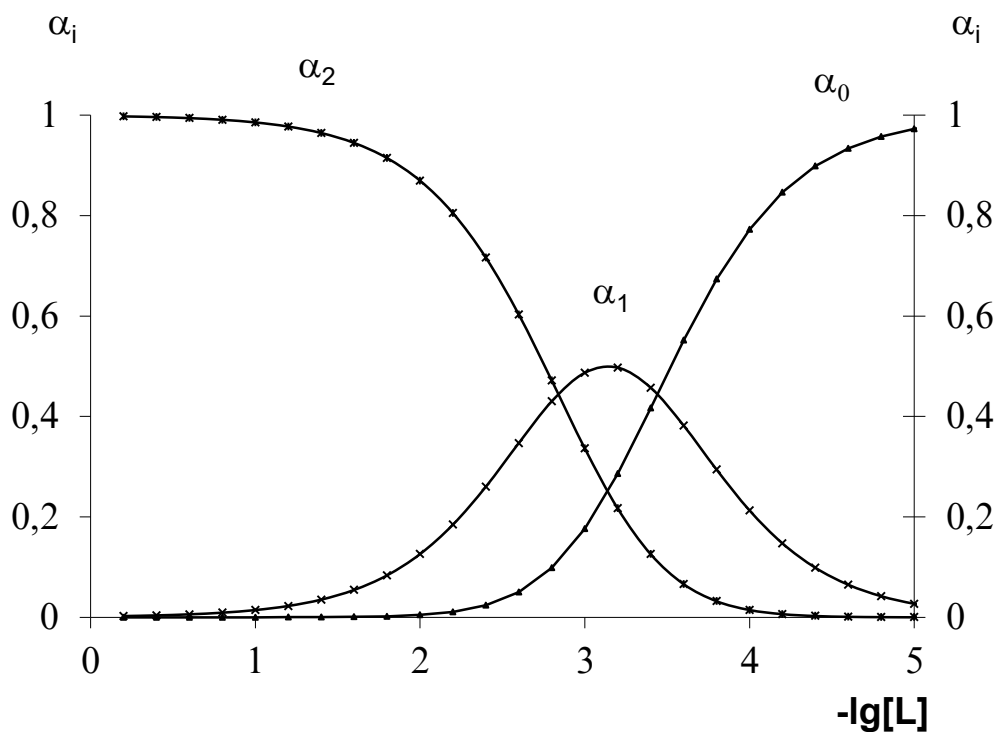
Ҳамчунон ин таҳлил барои чор ҳарорат ҳисоб карда шуд ва ба таври намуна боз диаграммаи тақсимшавии зарраҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар ҳароратҳои аз 288,16, 308,16 ва 318,16 К низ оварда шуд.



Расми 3.14.- Диаграммаи тақсимшавии зарраҳои комплекси Ag(I) – албендазол-ДМСО дар ҳарорати 288,16 К; ки дар ин ҷо α_0 - AgNO_3 , α_1 - $[\text{AgL}]^+$; α_2 - $[\text{AgL}_2]^+$



Расми 3.15.- Диаграммаи тақсимшавии зарраҷаҳои комплекси Ag(I) – албендазол-ДМСО дар ҳарорати 308,16 К; ки дар ин ҷо $\alpha_0\text{-AgNO}_3$, $\alpha_1\text{-[AgL]}^+$; $\alpha_2\text{-[AgL}_2\text{]}^+$



Расми 3.16.- Диаграммаи тақсимшавии зарраҷаҳои комплекси Ag(I) – албендазол-ДМСО дар ҳарорати 318,16 К; ки дар ин ҷо $\alpha_0\text{-AgNO}_3$, $\alpha_1\text{-[AgL]}^+$; $\alpha_2\text{-[AgL}_2\text{]}^+$

Аз ин расмҳо аён аст, дар ҳар як нуқтаи вобастагии $\alpha_i = f(-\lg[\text{Алб}])$ метавон консентрасияи молии ҳамаи заррачаҳои комплекси системаи маскурро бо саҳеҳии баланд пайдо кард.

БОБИ 4. ТАҲҚИҚИ УСУЛҲОИ ФИЗИКО-ХИМИЯВИИ ПАЙВАСТАГИҲОИ КОМПЛЕКСИИ НУҚРА(І) БО АЛБЕНДАЗОЛ ВА ОМУЌИШИ ФАЪОЛИЯТИ БИОЛОГИИ ОНҲО

4.1. Ҳарорати гудозиш ва ҳалшавандагии пайвастаҳои комплекси нуқра (І) бо албендазол

Таҳқиқи раванди комплексҳосилкунӣ дар маҳлул имконият медиҳад ки синтези мақсадноки пайвастагиҳои комплекси пайвастаҳои комплекси нуқра бо албендазол ба роҳ монда шавад.

Маълумотҳои бадастомада имкон медиҳанд, ки шароитҳои оптималӣ барои ҷудо кардани комплексҳое, ки дорои хусусиятҳои физикӣ-химиявӣ ва биологӣ мебошанд, муайян карда шаванд.

Пайвастагиҳои комплексие, ки дар асоси нуқра –албендазол-сирко синтез карда шуданд, дорои ранги сафеди хокистарранг буда дар об ҳал намешавад. Дар диметилформамид ҳалшаванда аст. Пайвасти комплекси нуқра-албендазол-ДМСО ранги қаҳваранг дошта каме буи ДМСО-ро дорад, қисман дар хлороформ ҳалшаванда мебошад. Ҳалшавандагии ин пайвастагиҳо вобаста ба таркиби онҳо, табиати лиганда ва ҳалкунанда фарқ мекунад. Лигандаҳои органикӣ хусусан албендазол метавонад бо Ag^+ комплексҳои ҳалшавандаро ҳосил намояд.

Барои ҳамин дар кори мо як қатор ҳалкунандаҳои органикӣ истифода карда шуданд то ки ҳалшавандагии пайвастагиҳои синтезкардашудаи нуқра бо албендазолро дар 6 мол/л сирко ва ДМСО муайян карда шаванд. Барои муайян кардани нуқтаи гудозиши пайвастагиҳои синтезкардашуда, дастгоҳи стандартии ПТП-М истифода шуд, ки қобилияти нигоҳ доштани ҳароратро дар доираи 20-360 °C тавассути гармкунии барқӣ дорад. Хокаи синтезшудаи комплексҳо дар капилляри шишагӣ ҷойгир карда шуд, ки пешакӣ ба сутуни зичии тақрибан 3мм фишурда шуда буд. Капилляр бо намуна дар дастгоҳ ба тавре ҷойгир карда шуд, ки нӯги пуршуда дар қисми поёни, дар сатҳи симоби термометр қарор гирад. Тамоми раванди гудозиш тавассути лупаи махсуси

дар дастгоҳ ҷойгиршуда назорат карда шуд. Тартиби андозагирӣ ду марҳиларо дар бар мегирифт: аввал, ҳарорати тахминии гудозиш муайян карда шуд, ва сипас, аз 30°C сар карда, ҳарорат бо суръати 2°C дар як дақиқа оҳиста баланд карда шуд. Ин давраи андозагирӣ даҳ маротиба такрор карда шуд. Натиҷаи ниҳой ҳарорати миёнаи гудозиши моддаҳои синтезшуда буд, ки дар ҷадвали 4.1 оварда шудааст.

Ҷадвали 4.1.-Ҳарорати гудозиши паввастагиҳои комплекси нукра бо албендазол моддаҳо дар муҳити; а) 6 мол/л сирко б) ДМСО

а) 6 мол/л сирко 3

№	Моддаҳо	Ҳарорати гудозиш, °C
1	Албендазол	206-212
2	[AgLCH ₃ COO]	145-147
3	[AgL ₂ CH ₃ COO]	260-300

б) ДМСО

№	Моддаҳо	Ҳарорати гудозиш, °C
1	Албендазол	206-212
2	[AgLDMSO]NO ₃	175-187
3	[AgL ₂ DMCONO ₃]	360

Ҷадвали 4.2.-Ҳалшавандагии пайвастагии комплекси нукра бо албендазол дар 6М сирко

№ п/п	Ҳалкунанда	Ҳалшавии комплекс	Ранги маҳлул
	ДМФО	Ҳалшаванда	Ранги хокистари
	ДМСО	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Атсетон	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Аммиак	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Хлороформ	Қисман ҳалшаванда	Такшони хокистари ношафوف
	Об	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Спирти этил	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Сирко	Ҳалшаванда	Хокистари хира

Идомаи ҷадвал 4.2.			
	Толуол	Ҳалнашаванда	Ҳокистари часпак
	Бензол	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Метанол	Қисман ҳалшаванда	Ҳокистарӣ

Ҷадвали 4.3.-Ҳалшавандагии пайвастагии комплекси нукра бо албендазол дар муҳити ДМСО

№	Ҳалкунанда	Ҳалшавии комплекс	Ранги маҳлул
	ДМФО	Ҳалнашаванда	Ҳокистари
	ДМСО	Ҳалнашаванда ё камҳалшаванда	Ҳокистари
	Ацетон	Ҳалшаванда	Ҳокистари
	Аммиак	Қисманҳалшаванда	Ҳокистари
	Хлороформ	Қисманҳалшаванда	Сафеди хокистарчатоб
	Об	Ҳалнашаванда	Такшони сафеди хокистарчатоб
	Спирти этил	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ
	Сирко	Ҳалнашаванда	Такшони хокистари бурида
9	Сирко 6М	Ҳалнашаванда	Такшони хокистарӣ

4.2. Таҳлили элементии пайвастагиҳои комплекси нукра (I) бо албендазол

Дар асоси таҳқиқотҳои дар боло зикршуда мо методикаи синтези 8-то пайвасти комплекси нукра бо албендазолро дида баромадем. Дар ҷадвали 4.4. таҳлили миқдорӣ аз рӯи мавҷудияти элементҳо дар таркиби пайвасти комплекси синтезкардашуда оварда шудааст.

Ҷадвали 4.4.- Таҳлили элементии пайвастагиҳои комплекси нукра (I) бо албендазол

№	Пайвастагиҳо	назариавӣ, % / таҷрибавӣ, %					
		Ag	C	H	N	S	O
1	[AgLCH ₃ COO] - (1:1)	24,96	38,90	4.20	9,72	7,42	14,81
		24,89	38,2	4.1	9,56	7,4	14,2
2	[AgL ₂ CH ₃ COO] -(1:2)	15,40	41,15	4,32	14,0	9,15	15,99
		15,0	41,0	4,7	13,9	9,1	16,2

Идомаи ҷадвал 4.4.							
3	[AgLDMCO]NO ₃ - (1:1)	24,79	33,12	3,47	12,8	7,37	18,38
		24,0	32,8	3,8	12,5	7,3	18,5
4	[AgL ₂ ДМCONO ₃]- (1:2)	15,4	41,15	4,32	14,0	9,15	14,05
		15,3	40,5	4,4	13,7	9,11	13,96
5	[AgLDMCO]NO ₃ -99%	20,09	4,5	4,30	9,72	7,4	14,81
		21,00	4,53	4,5	9,90	7,42	14,00
6	[AgL ₂ ДМCONO ₃]-99%	15,0	40,9	4,9	15,0	9,2	13,99
		14,98	41,0	4,87	14,8	9,21	14,0
7	[AgL(C ₂ H ₅ OH)]NO ₃	24,78	33,5	3,3	12,5	7,1	18,38
		24,5	33,0	3,4	13,0	7,3	18,3
8	[AgL ₂ (C ₂ H ₅ OH)]NO ₃	17,5	33,82	2,5	11,5	5,30	20,8
		17,8	33,7	3,0	12,0	5,7	21,0

4.3. Таҳқиқи СИ (спектроскопияи инфрасурх)-и комплексҳои албендазолати нукра(I)

Яке аз методҳои доимӣ ки дар солҳои охир барои муайян кардани гурӯҳҳои функционалӣ истифода мешавад ин спектори инфрасурх (СИ) ба ҳисоб меравад. Ин усул муқоисаи спектрҳои инфрасурх (СИ)-и лигандҳои озод ва спектри пайвастагии комплекси ҳосилшударо дар бар мегирад.

Вақте ки лиганд ба металл координатсия мешавад, тавассути кадом атоми лиганд (N, O, S, P) бо металл пайванд ба амал меояд. Оё лиганд моно-, би- ё полидентат аст ва оё он пайвандҳои пулӣ ташкил медиҳад?

Бо мақсади муайян намудани хусусиятҳои сохт ва гурӯҳҳои функционалии таркиби пайвастагиҳои нави синтезшуда, ки дар натиҷаи комплексҳосилкунии иони нукраи (I) бо албендазол ҳосил шудаанд, усули спектроскопияи инфрасурх (СИ) истифода гардид. Барои таҳқиқи мазкур спектрҳои инфрасурхии албендазол ва комплексҳои нукраи (I) бо албендазол дар диапазони васеи басомадҳо аз 4000 то 400см⁻¹ сабт ва таҳлил карда шуданд.

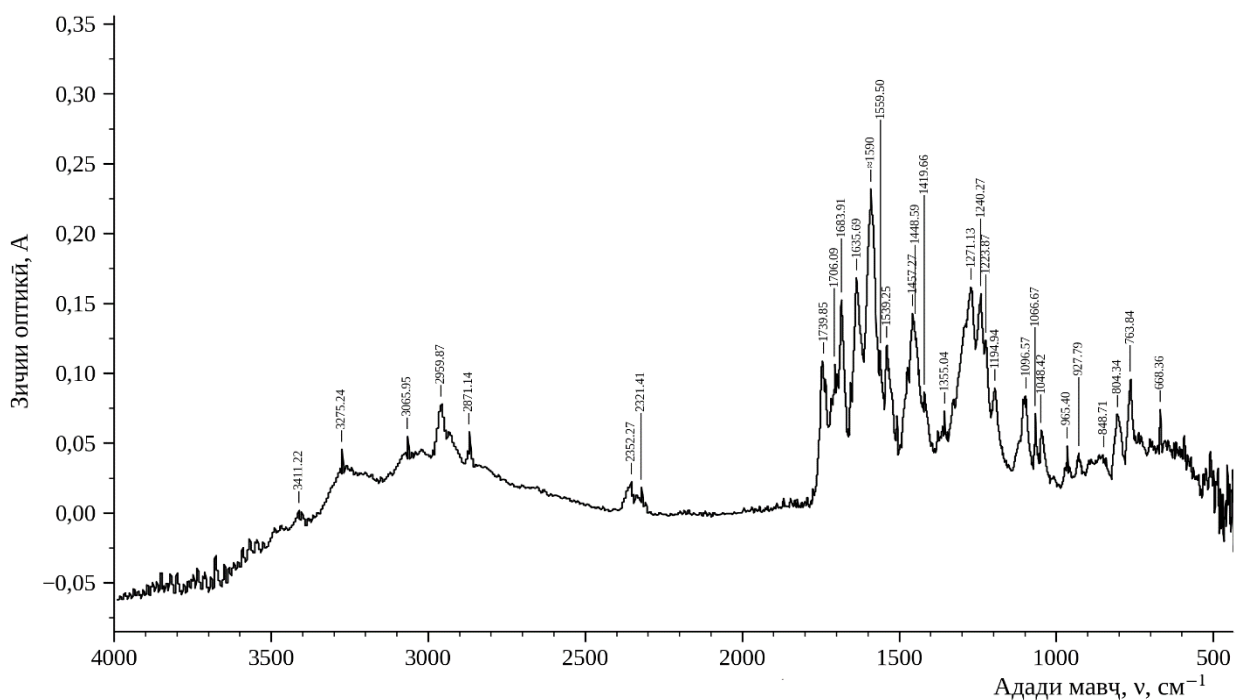
«Барои таҳлили амиқ ва муқаммالي раванди комплексҳосилкунӣ спектрҳои СИ-и моддаҳои зикршуда дар чор ҳудуди алоҳида сабт карда шуданд: аз 4000 то 3300см⁻¹, аз 3300 то 2000см⁻¹ аз 2000 то 1000см⁻¹ ва аз 1000 то 400см⁻¹» [127].

Ефимона А.И. ва ҳаммуаллифонашон овардаанд: «спектроскопияи ларзишӣ метавонад хеле иттилоотӣ бошад, зеро робитаи байни сохти электронӣ ва молекулавӣ боиси тағйирот дар бандҳои инфрасурх мегардад, ки аксар вақт ба мо имкон медиҳад, ки сохтори комплексҳои координасиониро тавсир кунем» [127].

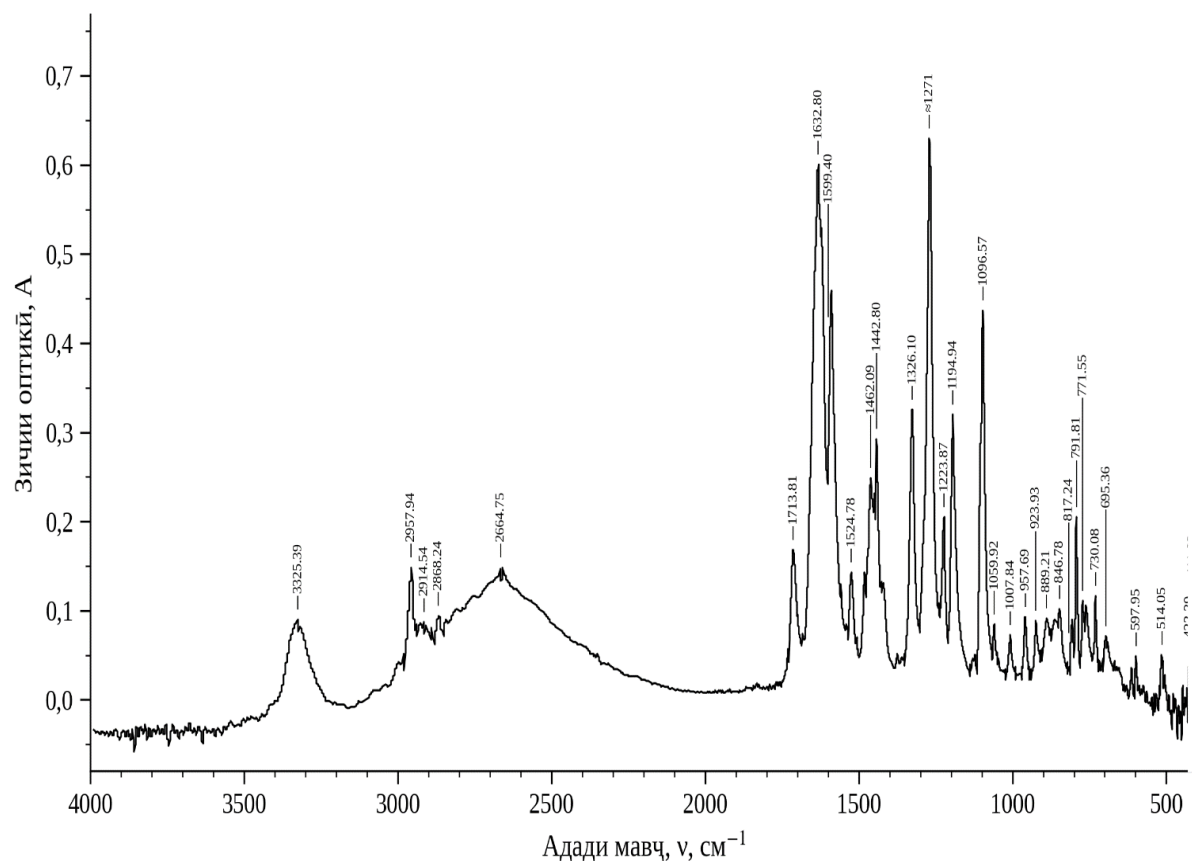
Интерпретасия ва таҳлили спектри инфрасурхи (СИ) пайвасти комплекси $[AgL_2NO_3]$ нишон медиҳанд, ки дар спектри инфрасурхи (СИ) ин модда бояд хатҳои ҷаббиши хос барои ҳалкаи бензолии моноивазшуда, гурӯҳи метилени ва системаи гетеросиклӣ мушоҳида шаванд.

Ҷойивазкунӣ ё нопадид шудани хатҳои ҷаббиши хос дар спектрҳои СИ-и пайвастиҳои нукра бо албендазол нистаб ба спектри СИ-и лиганди озод, нишондиҳандаи иштироки гурӯҳҳои функционалӣ муайян дар ҳосилшавии пайвастиҳои координатсионӣ мебошад.

Дар расми 4.1. СИ-спектрҳои пайвастиҳои нукра бо албендазол ва худ албендазол дар муҳити кислотаи сирко оварда шудаанд, ки дар онҳо воқеан хатҳои ҷаббиши хос мушоҳида мешаванд, ки ба тағйирёбии гурӯҳҳои функционалӣ мувофиқат мекунад.

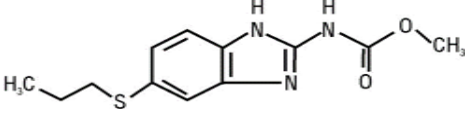


Расми 4.1. - Спектори инфрасурхи албендазол дар ҳудуди 4000 - 400 см^{-1} .



Расми 4.2. - Спектори инфрасурхи пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко

Ҷадвали 4.5.- Дар басомад ва нисбатдихии он дар спектри СИ-и албендазол ва пайвасти $[AgL_2NO_3]$ нишон дода шудаанд.

Пайвастагиҳо		$[AgL_2NO_3]$
vas(-O-CH ₃)	2958 см ⁻¹	2958 см ⁻¹
(C=O)	1800-1650 см ⁻¹	1625 см ⁻¹
ν(R ₂ NH)	3325 см ⁻¹	3326 см ⁻¹
(R'-COOR)	1269-1195 см ⁻¹	1271 см ⁻¹
δs(-CH ₃)	1360 см ⁻¹ .	1384 см ⁻¹
(C-N)	1180-1300 см ⁻¹ .	1380 см ⁻¹
(C=N)	1620 см ⁻¹	1600 см ⁻¹
(C=C)	1624 см ⁻¹	1622 см ⁻¹
(C-S)	750-550 см ⁻¹	615-620 см ⁻¹
S=O	1030-1070 см ⁻¹	1000-1020 см ⁻¹

<i>Идомаи ҷадвал 4.5.</i>		
(-NO ₃)	1327 см ⁻¹	1328 см ⁻¹
(N-H)	3300-3400 см ⁻¹	3000 см ⁻¹
	1080-1000 см ⁻¹	

Тавре ки аз ин ҷадвал ва расми 4.2. маълум мешавад, ҳосилшавии комплекс боиси тағйироти назарраси спектрҳои СИ-и лиганд дар тамоми диапазони басомад аз 4000 то 400см⁻¹ мегардад.

Дар спектрҳои СИ баъзе хатҳои ҷаббиш, ки ба бузургҳои хусусии ҳалқаи бензолӣ мансубанд, бетағйир мемонад, вале дар пайвастиҳои координатсионӣ онҳо бо шиддати камтар нисбат ба лиганди озод мушоҳида мешаванд.

Яке аз нишонаҳои иштироки албендезол дар соҳаи комплекси дарунии комплекси металлӣ, ин коҳиш ёфтани хатти ҷаббиш дар ҳудуди 1097см⁻¹ ва пайдоиши хатти иловагии ҷаббиш дар 1104см⁻¹ дар спектри СИ-и комплекс мебошад. Ҳамзамон, бисёре аз хатҳои ҷаббиши пуршиддати албендазоли озод дар чараёни ҳосилшавии пайвасти комплексӣ хеле заиф мегарданд ё пурра нопадид мешаванд. Дар ҳоле, ки дар лиганди координатсиянашуда чунин тағйирот мушоҳида намешавад, ва дар ҳудуди 3000 см⁻¹ танҳо «шона» (пахлӯи заиф) ба назар мерасад.

Хатти ҷаббиш дар 3300-3400 см⁻¹ ба бузургҳои деформатсионӣ (тағйироти) гурӯҳи N-H мансуб аст. Тағйироти хусусиятҳои он ба тағйирёбии шабакаи пайвандҳои гидрогенӣ дар раванди ҳосилшавии комплексҳо вобаста мебошад.

Дар спектр инчунин хатҳои ҷаббиши гурӯҳи CH₂ дар ҳудудҳои 1270-1273 см⁻¹ мушоҳида мешаванд, ки ба бузургҳои «веерӣ» ва «крутиль» (чилдишаванда) мансубанд. Хатти ҷаббиш дар ҳудуди 2958-2960 см⁻¹ хос барои бузургҳои валентии гурӯҳи ароматикӣ –C-H мебошад. Ба ҳамин ҳалқаи бензолӣ хатти дигари ҷаббиш дар ҳудуди 1525-1539 см⁻¹ низ мансуб аст, ки ба бузургҳои валентии ҳуди ҳалқа тааллуқ дора два ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплексӣ қойиваз намешавад.

Хаттҳои чаббиш дар ҳудуди $1269-1195\text{ см}^{-1}$ ба бузургҳои деформатсионӣ ($-\text{CH}_3$) дар гурӯҳи $-\text{COOCH}_3$, ки қисми системаи гетеросиклӣ мебошад, мансубанд. Мансубияти ин хат ба ҳалқаи гетеросиклӣ тавассути ҷойивазии он дар ҷараёни комплексҳосилшавӣ истоб мегардад: дар спектри албендазол озои ин хат дар 1360 см^{-1} ҷойгир аст, дар спектри комплекс- дар 1368 см^{-1} ҷой дорад. Иони нукра, ки пайвастиҳои комплекси устувортарро ташкил медиҳад, сабаби ҷойивазии бештар дар ин хат мегардад.

Дар таркиби комплекси $[\text{AgL}_2\text{NO}_3]$ пайдоиши хатти нави чаббиши шиддатнок дар ҳудуди 1380 см^{-1} мушоҳида мешавад, ки дар спектри лиганди озои дар ин интервал вуҷуд надорад.

Дар СИ-спектрҳо (расми 4.2.) пайдоиши хатҳои чаббиши хоси албендазол дар ҳудуди $1300-1600\text{ см}^{-1}$ мушоҳида мегардад, ки ба бузургҳои тавсифии гурӯҳҳои функционалии он мансубанд. Ҳамзамон, коҳиш ёфтани шиддати хатти чаббиши дар 3750 см^{-1} ба андозаи 29% сабт шудааст, ки далели равшани таъсири албендазол бо марказҳои адсорбсионии сатҳии модда мебошад.

Ин тағйирот нишон медиҳад, ки албендазол на танҳо ҳамчун лиганди координатсионӣ, балки ҳамчун модификатори фаъоли сатҳӣ низ амал мекунад, ки ба хосиятҳои физикӣ ва химиявии пайвастиҳои нукра таъсир мерасонад. Таҳлили спектри СИ-и комплекси нитрати нукра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО.

Таҳлили маълумоти спектроскопии инфрасурх (СИ) барои комплекси, ки бар асоси нитрати нукра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО ҳосил шудаанд- $[\text{AgL}]\text{NO}_3$ (расми 22) нишон дод, ки: «Дар спектри СИ-и комплекс танҳо як қатор хатҳои характериҳои чаббиш мушоҳида мешавад, ки ба бузургҳои гурӯҳҳои функционалии албендазол марбутанд (дар минтақаҳои 1268 см^{-1} , 1370 см^{-1} , ва 1536 см^{-1})» [125]. Аммо, ин хатҳо хеле суст зоҳир мешаванд.

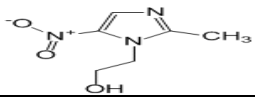
Масалан, хатти чаббиш дар спектри СИ-и албендазол дар 1340 см^{-1} , ки ба бузургҳои гурӯҳи нитро мутаносиб аст, хеле пурқувват аст, аммо дар

спектри СИ-и комплекси нитрати нукра(І) бо албендазол ин хат танҳо дар 1388 см^{-1} мушоҳида мешавад. Ин фарқи таҷрибавӣ далели омехтагии хатти пастбасомади δ (COO) дар спектрҳои СИ-и комплексҳо мебошад.

Илова бар ин, дар спектри сульфати нукра(І) бо албендазол дар муҳити ДМСО дар муқоиса бо комплекси нукра(І) дар муҳити кислотаи сирко бо албендазол дар ҳудуди аз 1370 см^{-1} то 1340 см^{-1} шиддатнокии хатҳои чаббӣш ки ин ба бузургҳои валентии пайвандҳои $-\text{CH}$ дар гурӯҳҳои $-\text{CH}_3$ вобастааст, зиёд мешавад. Ин метавонад далели ҳосилшавии пайвастиҳои координатсионӣ байни молекулаҳои албендазол ва ионҳои нукраи мебошад.

Дар спектри СИ-и комплекси $[\text{AgL}]\text{NO}_3$ дар ҳудудҳои $1800\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ танҳо як хати миёнаи интенсивӣ мушоҳида мешавад, ки мутаносибан дар 1538 см^{-1} ва 1543 см^{-1} ҷойгир аст. Ин далели таҷрибавӣ гувоҳӣ медиҳад, ки дар спектрҳои СИ-и ин комплексҳо ҷойивазкунии пастбасомади чаббӣши δ (C-N-H) рух медиҳад.

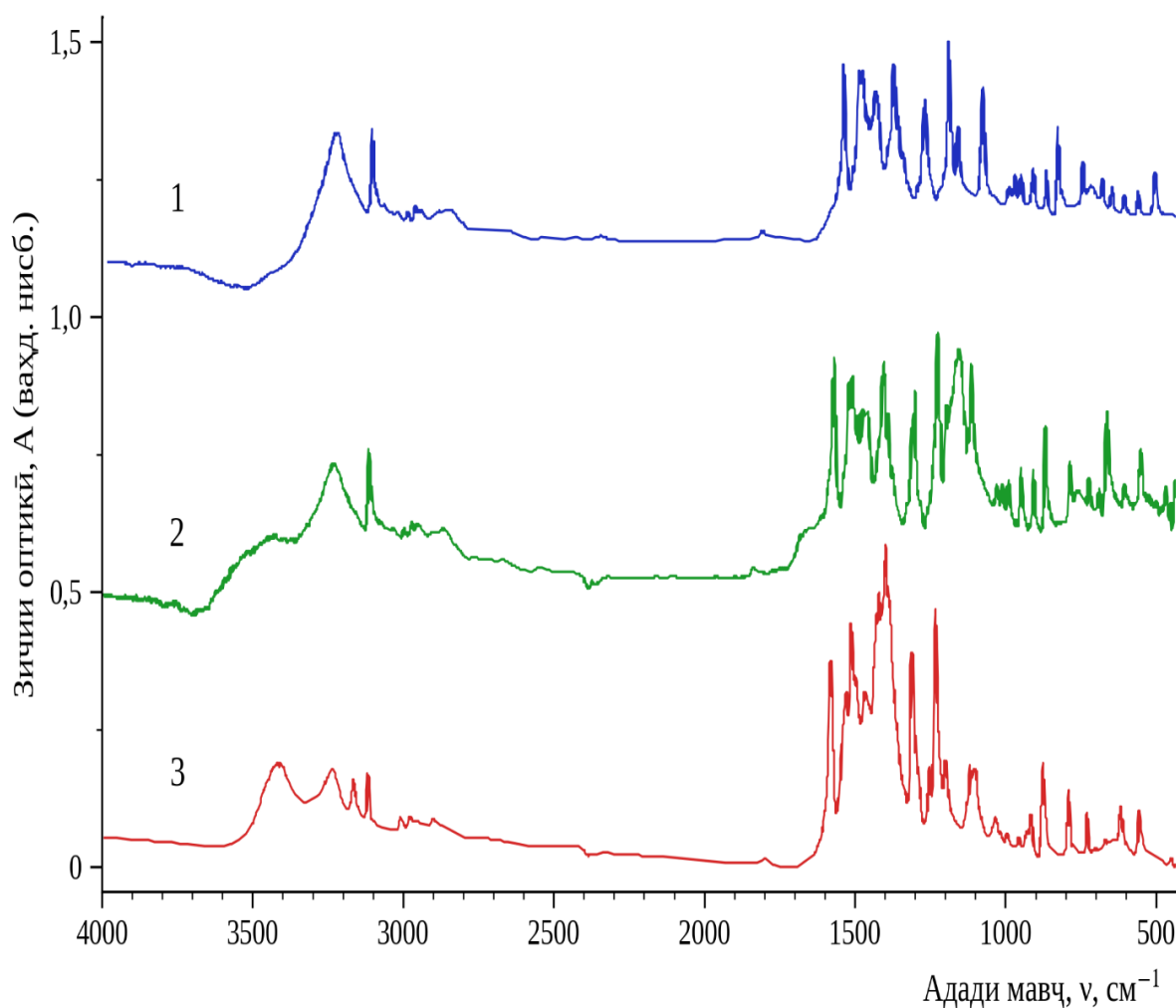
Ҷадвали 4.6.- Басомади лағжиш (см^{-1}) дар СИ-спектри синтезкардашудаи таркибашон $[\text{AgLДМСО}]\text{NO}_3$

Пайвастагӣҳо		$[\text{AgLДМСО}]\text{NO}_3$
$\nu(\text{OH-})$	3220-3100	3387 ср.
$\nu\text{NOs с.}(\text{NO}_2)$	$1354\text{--}1340\text{ см}^{-1}$	1338 оч.с.
(C-N)	$1180\text{--}1300\text{ см}^{-1}$	1195 сл.
(C=C)	1536 см^{-1}	1543 с.
(C=N)	1487 см^{-1}	1489 сл.
$\delta\text{s}(-\text{C}-\text{CH}_3)$	1369 оч.с	1370 оч.с.
($-\text{NO}_3$)	1340 сл.	1388 оч.с.
($-\text{HSO}_4$)	1187-1159 оч.с	-

Аз ин ҷадвал бармеояд ки дар ҳудуди аз $3220\text{--}3100\text{ см}^{-1}$ ба гурӯҳи гидроксил яъне $\nu(\text{OH})$ мансуб аст. Дар СИ-спектори пайвасти комплекси албендазолати сульфатии нукра(І) ин банд тақрибан дар ҳудуди 3217 см^{-1} меҳобад ва дар комплекси нитратии он дар ҳудуди 3387 см^{-1} ҷой дорад. Ин ҳолат асосан мавҷудияти об кристаллизационӣ ё ки гурӯҳи OH-ро дар

таркиби молекула нишон медиҳад. Дар ҳудуди аз 1354 см^{-1} то 1340 см^{-1} ин лапишҳо марбут ба гуруҳҳои NO_2 ва NO_3 мебошанд. Дар молекулаи пайвасти комплекси сульфати албендазолати нукра(I) нисбат ба нитратӣ шиддати баланд мушоҳида мешавад.

Илова бар ин дар спектри $[\text{AgL}]\text{NO}_3$ бандҳои хоси аниони нитроген ки дар ҳудуди 1388 см^{-1} ва сигналҳои хоси аниони гидросулфати ки дар диапазони 1187 см^{-1} - 1159 см^{-1} тағирот дида мешавад.



Расми 4.3. -СИ- спектри пайвасти комплекси нукра(I) бо албендазол дар муҳити ДМСО

Чихеле, ки аз таҳлили айён аст дар ҳудуди албендазоли озод 1620 см^{-1} то ҳудуди 1650 см^{-1} қуллаи пик омадааст, ва чихеле ки аз спектри комплекс дар ин ҳудуд дар комплекс тағироти қулли ба вуҷуд омадааст. Яъне зичии

электронии N-H дар ҳудуди 3300 – 3400 кам шудааст, ки ин аз иштироки нитрогени ҳалкаи бензимидазол дар координатсияро нишон медиҳад.

Боз маълум аст ки дар ҳудуди 700 то 750 см^{-1} лағжиши деформатсионии C-S ба вуҷуд омадааст, ки ин низ гувоҳи он аст ки сулфури гуруҳи тиолии молекулаи албендазол низ дар координатсия иштирок мекунад.

Ҳамин тавр, метавон хулоса кард, ки: “Пайванди координатсионӣ байни иони металл ва лиганд-албендазол-нуқра тавассути ҳам атоми нитрогени ҳалкаи пиридин ва ҳам атоми сулфури гуруҳи тиолӣ амалӣ мешавад” [127].

Ҳамин намуди координатсияшавӣ дар пайвасти синтезкардашудаи $[\text{AgLCH}_3\text{OO}]$ низ мушоҳида мешавад. Реаксияҳои ҳосилшавии зарраҳои комплекси нуқра(I) бо албендазол дар муҳити 6М кислотаи сирко ба тарзи зерин ҷараён мегиранд.



Дар спектри инфрасурх (СИ)-и комплекс дар ҳудуди аз 500 см^{-1} , 700 см^{-1} тасмачаҳо дида намешаванд агарчи дар ҳудуди 713,66 см^{-1} дар СИ-спектори лиганд тасмача аён аст, ки ин ҳудуд мавҷудияти гуруҳи C=S-ро дорад. Баъд аз муқоиса маълум мешавад, ки тағйирёбии пурра дар ин ҳудуд ба назар мерасад ва ин шабоҳати иштироки атоми сулфур дар координатсияи лиганд мебошад. Дар ҳудуди аз 800 то 1000 см^{-1} дар спектори комплекси $[\text{AgLCH}_3\text{OO}]$ якто раҳи фурӯбарӣ мушоҳида мешавад, ки дар ҳудуди 956,69 см^{-1} аён аст. Дар молекулаи лиганд ин раҳ дар ҳудуди 873,75 см^{-1} вуҷуд дорад.

«Натиҷаҳои ба даст омада барои ҳисоб намудани лапиши спектрҳои молекулаҳо, ҳалли масъалаҳои квантӣ, электрооптикӣ ва механикӣ, инчунин дар китобхонаҳои спектралӣ барои муайян намудани фрагментҳои молекулаҳо истифода карда мешаванд» [128].

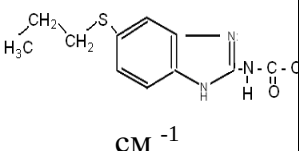
Фурӯбари раҳ дар ҳудуди 1095 см^{-1} ба лапиши деформатсионии гуруҳи

N-H мансуб буда тағйирёбии вай ин ба ҷойивазкунии банди гидрогени Ҳангоми ҳосилшавии пайвасти нави комплекси шабоҳат медиҳад. Лапиши валентии иони нитрати координатсияшуда ба ду рах ҷудо мешавад ва дар ҳудуди $1444-1525\text{ см}^{-1}$ ва $1269-1360\text{ см}^{-1}$ аён гардидаанд. Лапиши деформатсионии берун аз ҳамвори (Внеплоскостное деформационное колебание), дар ҳудуди соҳаи $880-9560\text{ см}^{-1}$ пайдо шудаанд. Лапиши деформатсионии ҳамвор бояд дар ду намуди рах пайдо шавад, ки ин ҳудуди $750-900\text{ см}^{-1}$ -ро дар бар мегирад.

Мавҷудияти гурӯҳи CH_2 ба таркиби пайвасти таҳқиқшаванда рахҳои фурӯбарии дар ҳудуди $1270-1273\text{ см}^{-1}$ мушоҳида гардид. Дар ин ҳудуд сохти (веери ва крутилии) лапиши гурӯҳи CH_2 мушоҳида гардид.

Соҳаи ҳудуди $2958-2960\text{ см}^{-1}$ ин мавҷудияти ν системаи ароматӣ C-H мебошад. Ба ҳамин ҳалқаи бензол фурӯбарии рах ҳудуди $1525-1587\text{ см}^{-1}$ низ характернок мебошад, ки ин лапиши валентии ҳалқаи бензолро нишон медиҳад чунки вай Ҳангоми ҳосилшавии пайвасти нави комплекси ҷаҳиш намехурад. Фурӯбарии рах дар ҳудуди $1269-1193\text{ см}^{-1}$ ин шабоҳати лапиши деформатсионии гурӯҳи $-\text{CH}_3$ дар $-\text{COOCH}_3$ мебошад, ки ба ҳудуди 1000 см^{-1} ва 1400 см^{-1} тағйирёбии дар фурӯбарии рахҳо дида мешавад. Аз сабаби он, ки нукра нисбатан пайвастагҳои комплекси устувортарро ҳосил мекунад лапиши рахҳо зиёдтар дида мешавад.

Ҷадвали 4.7.-Басомади лапиш (см^{-1}) дар СИ-спектори албендазол ва пайвастагҳои комплекси синтезкардашудаи таркиби $[\text{AgLDMCONO}_3]$ ва $[\text{AgLCH}_3\text{OO}]$

Пайвастаги ҳо	 см^{-1}	$[\text{AgLDMCONO}_3]$, см^{-1}	$[\text{AgLCH}_3\text{OO}]$, см^{-1}
vas(-OCH ₃ -)	2950-2960	2958	2958
(C=O)	1700-1650	1620-1630	1625
ν (N-H)	3300-3500	3320 -3325	3330
(C-O-C)	1269-1195	1170	1271
δ_s (-CH ₃)	1360	1375	1384
(C-N)	1200-1300	1180	1280

Идомаи ҷадвал 4.7.			
(C=N)	1450-1500	1470	1450
(C=C)	1624	1630	1622
(C-S)	700-750	615-620	615 координасия
C-O	1200-1080	1070	1070
(-NO ₃)	1327с.	-	1328

Натиҷаҳои ба даст омада барои ҳисоби лапиши спекторҳои молекулаҳо барои ҳалли масъалаҳои кванти, электрооптикӣ, механикӣ ва инчунин дар китобхонаҳо барои фрагментҳои молекулаҳо истифода карда мешаванд.

Ба тариқи назариявӣ фурӯбарии раҳ дар ҳудуди 1712 см⁻¹ ҳисоб карда шуд ва муайян шуд, ки ин тағйирёби ба лапиши деформатсионии δ(C-N-H) таалуқ дорад.

Дар комплекси [AgLDMCONO₃] дар ҳудуди 1500-1550 см⁻¹ ки ба гурӯҳи (C=N) таалуқ дорад ин интенсивнокиаш нисбат ба комплекси [AgLCH₃OO] пастар буда дар ҳудуди 1450-1600 см⁻¹ меҳобад. Дар комплекси [AgLDMCONO₃] дар ҳудуди 1300 см⁻¹ интенсивноки лапиши сусти нисбат ба комплекси намуди [AgLCH₃OO] ки дар ҳудуди 1280-1350 см⁻¹ аён аст, дида мешавад. Ин тағйирёбии шабоҳати он аст, ки дар координатсияшавии лиганд атоми нитрогени гурӯҳи пиридини иштирок мекунад.

4.4.Таҳлили масс- спектроскопияи албендазол ва пайвастагиҳои синтезкардашудаи нукра(1) бо албендазол

Таҳлили масс-спектрометрии сифати барои муайян кардани таркиби молекулавӣ ва тасдиқи сохти пайвастагиҳо бо истифода аз усули ионизатсияи электрораспоши (HR-ESI-MS) дар речаи мусбат анҷом дода шуд. Ин таҳлил дар дастгоҳи Agilent 129-6545 UHPLC-QTOF LC/MS ки воқеъ дар давлати Чин мебошад дар ҳамкори бо ҳамкасбон гузаронида шуд.

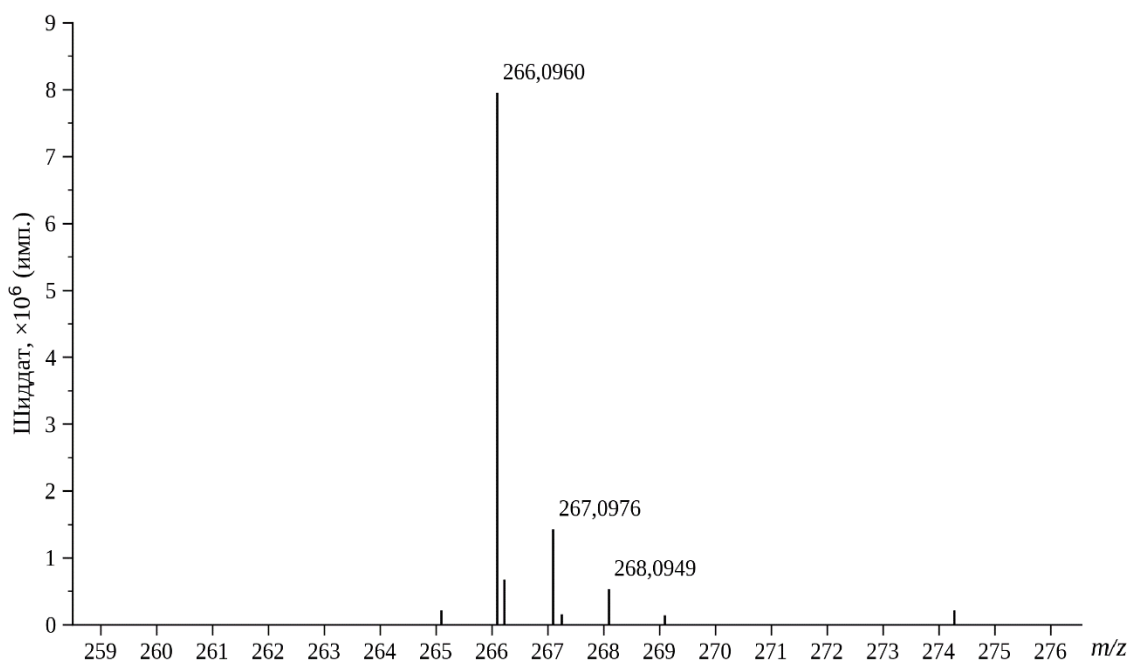
Дар спектри бадастомада, қуллаи асоси дар иони (M+H)⁺ рост меояд ки дар формулаи молекулавии албендазол C₁₂H₁₆N₃O₂S мувофиқат мекунад. Арзиши таҷрибавии m/z ба 266.0958 баробар аст ки бо арзиши ҳисоб шудаи назарии m/z-266.0958 хеле наздик аст. Фарқияти байни ин ду арзиш

танҳо -024 mDa (-0.9 ppm) аст ки дақиқии баланди ченкуниро нишон медиҳад.

«Бузургии таҷрибавии m/z ба 266.0958 баробар буда, бо арзиши назариявии ҳисобшудаи m/z ба (266.0958) » мутобиқати баланд нишон медиҳад. Фарқияти байни ин ду арзиш танҳо -024 mDa (-0.9 ppm) мебошад, ки ба дақиқии баланди усули ченкунӣ ишора мекунад[128].

Истифода шиддати фрагментатсияи 100V ва энергияи бархӯрди 0V имкон дод, кии они молекулавӣ бидуни шикастан ба фрагментҳои хурдтар ва формулаи пешниҳодшуда аҳамияти муҳит дорад»[129-130].

Ҳамин тариқ натиҷаи (HR-ESI-MS) бо итминон формулаи молекулавии пайвастагии таҳқиқшавандаро тасдиқ карданд ва имкон доданд ки он ҳамчун объекти таҳқиқоти минбаъдаи химияви ва биологи барасси шавад. Ба ибораи дигар мо бо ёрии дастгоҳи масс спектрометр тозагии лигандро дубора тасдиқ кардем ки дар таҳқиқоти мо албендазол аз ҷиҳати кимиёви тоза истифода шудааст. Дар расми 18 спектрограмаи HRMS ва маълумоти масс спектрометрии албендазол нишон дода шудааст ки мавҷудияти иони молекулави ва тозагии лигандро тасдиқ мекунад.



Расми 4.4.- Спектрограмма ва натиҷаҳои хроматографияи моеъгии масс-спектрометрия барои лиганди холис –албендазол

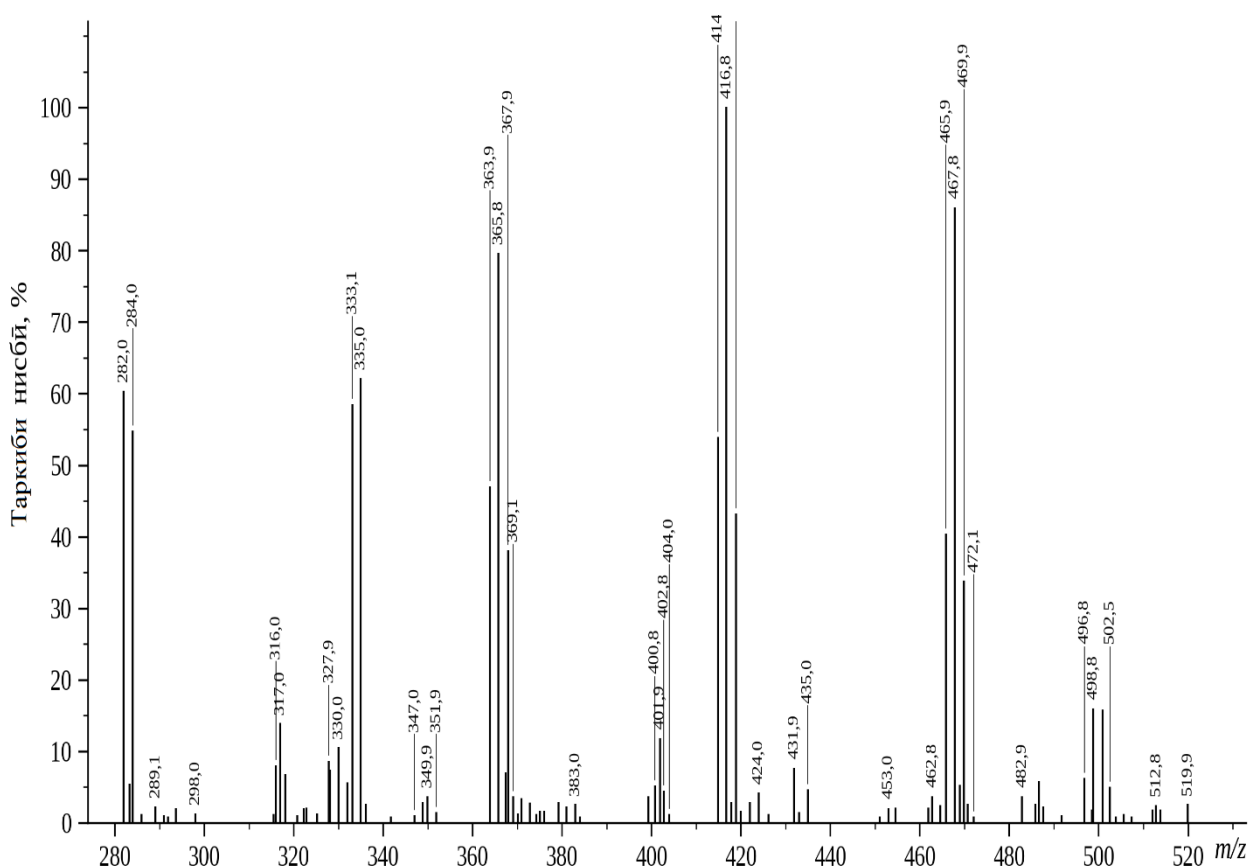
Қимати мазкур дар доираи хатои қобили қабул барои таҳлили HRMS (5 ppm) қарор дошта аз дақиқии баланди ченкуни ва мутобиқати пурраи маълумоти таҷрибавӣ бо формулаи пешниҳодшуда шаҳодат медиҳад. Ин натиҷа ба таври қотеъ дурустии таркиби молекулавӣ пайвастагиро тасдиқ менамояд.

**Ҷадвали 4.8.-Натиҷаҳои спектрометрияи массаи дақиқи
албендазол(HRMS,ESI⁺)**

m/z	Mr	Da-деффе́кт масса	Diff(pmm)	Формулаи химиявӣ	ион
266,096	266,0958	-0,24	-0,9	C ₁₂ H ₁₆ N ₃ O ₂ S	(M+H) ⁺

Формулаи молекулавӣ C₁₂H₁₆N₃O₂S нишон медиҳад ки ин пайвастаги атомҳои нитроген ва сулфур дорад. Ин атомҳо метавонад ба хосиятҳои координатсионӣ ва фаъолияти биологӣ пайвастаги таъсир расонанд. Азбаски ин атомҳо марказҳои донори мебошад пайвастаги метавонад ҳамчун лиганд бо металлҳо аз ҷумла ионҳои нукра комплексҳо ҳосил кунад. Маълумоти HRMS сохтори пешниҳодшударо тасдиқ мекунад ва барои таҳлилҳои минбаъдаи спектроскопии ¹H NMR ¹³C NMR FT-IR асос мегузорад.

Спектрҳои массавӣ комплекси албендазол-нукра дар ДМСО бо истифода аз спектрометри Thermo Fisher FINNIGAN LTQ гирифта шудаанд. Тавсифи спектралӣ пайвастаги бо усулҳои ¹H NMR ¹³C NMR дар ҳамон шароити таҷрибавӣ ки барои албендазоли холис истифода шуданд анҷом дода шуд. Ҷойивазкунии химиявӣ дар ppm чен карда шуд ва TMS ҳамчун стандарти дохили истифода гардид. Серҳолати сигналҳо бо ихтисоротҳои стандарти (s, d, dd, t, td, dt, qv, m) тавсиф карда шуданд.



Расми 4.5.- Пайвасти комплекси албендазол - нукра-ДМСО

Дар муқоиса бо спектри $^1\text{H NMR}$ -и албендазоли холис дар спектри комплекси нукра албендазол тайғироти назарраси ҷойивазкунии химиявӣ ва шакли сигналҳо мушоҳида мешавад. Пеш аз ҳама сигналҳои вобаста ба гуруҳи $-\text{NH}$ дар минтақаи майдони паст β -11-12 ppm тағйир ёфтаанд. Ин тайғирот далели иштирок намудани атомҳои нитроген дар координатсия бо иони нукра мебошад. Каме ба тарафи майдони паст ҷобачо шудани ин сигналҳо ба коҳиш ёфтани зичии электронии протонҳои $-\text{NH}$ ишора мекунад ки дар натиҷаи таъсири электрон қабулкунандаи Ag^+ ба амал меояд.

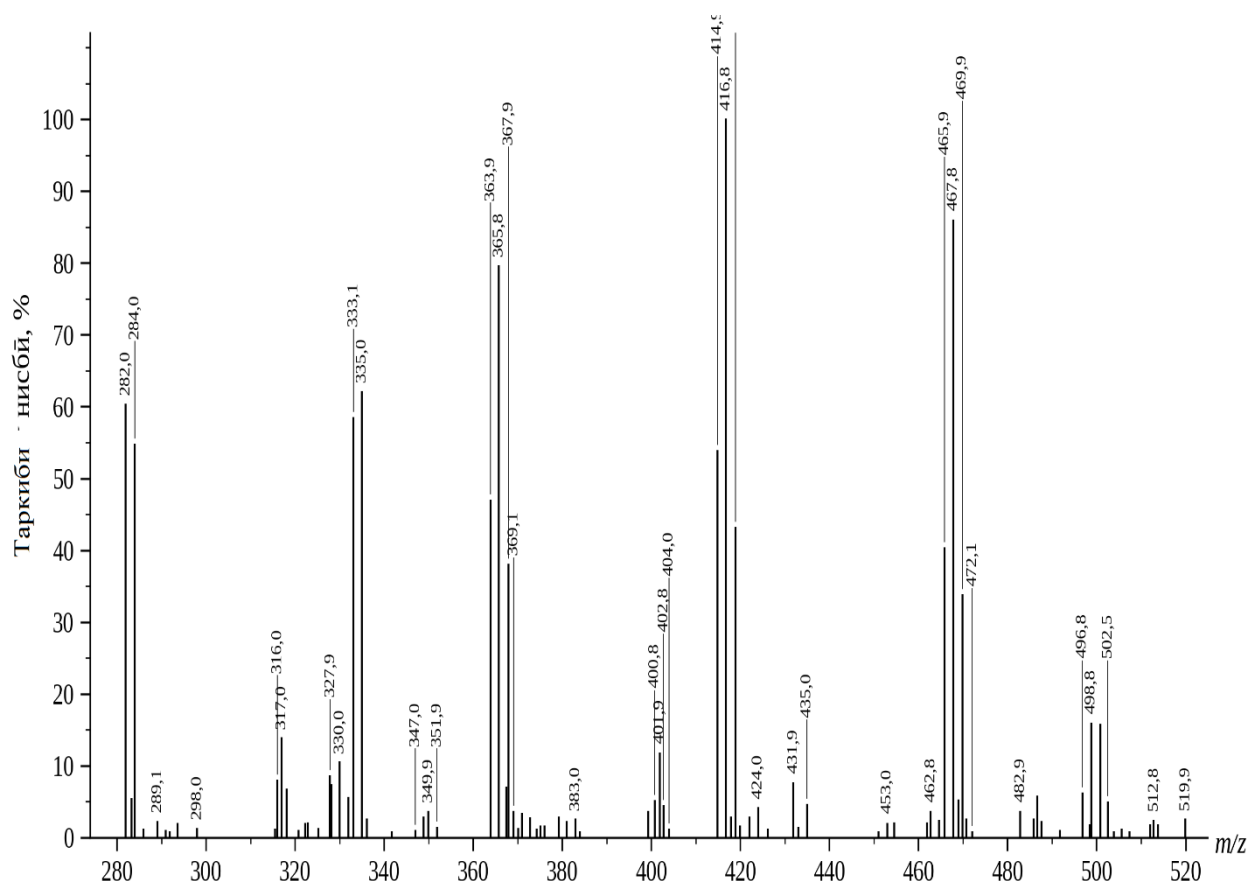
Сигналҳои протонҳои ҳалқаи ароматики дар минтақаи β -7-7.8 ppm низ тағйироти хурди ҷойивазкуни химиявӣ нишон медиҳанд. Ин падида ба тағйироти муҳити электронии ҳалқаи бензимидазоли ҳангоми ҳосилшавии комплекси координатсионӣ марбут аст. Паҳншавӣ ё каме васеъ шудани баъзе сигналҳо метавонад бо таъсири иони металлӣ ва сустшавии ҳаракати дохилимолекулавӣ вобаста бошад.

Сигнали гурӯҳи метокси ($-\text{OCH}_3$) ки дар минтақаи β -3.7 ppm ҷойгир аст дар спектри комплекси нукра албендазол шакли синглети худро нигоҳ медорад, аммо тағйири на он қадар калони ҷойивазкуни химиявӣ мушоҳида мешавад. Ин ҳолат гувоҳи он аст, ки гурӯҳи метокси дар координасия бевосита иштирок намекунад вале зери таъсири умумии тағйироти муҳити электрони қарор мегирад.

Сигналҳои вобаста ба занҷири алифати ($-\text{CH}_2-$ ва $-\text{CH}_3$) дар минтақаи β -0.9-2.9 ppm асосан нигоҳ дошта мешавад аммо дар муқоиса бо албендазоли ҳолис каме тағйири мавқеъ ва шакл доранд. Ин тағйиротҳо нишон медиҳанд ки ҳосилшавии комплекси нукраги бо конформатсияи умумии молекула таъсир мерасонад.

Ҳамин тариқ таҳлили спектри ^1H NMR тасдиқ менамояд, ки албендазол дар муҳити ДМСО бо иони нукра комплекси координатсионӣ ҳосил мекунад. Иштироки асосии атомҳои нитрогении ҳалқаи бензимидазоли дар координатсия бо Ag^+ эҳтимолан механизми асосии ҳосилшавии комплекс мебошад. Натиҷаҳои бадастомада бо маълумоти HRMS мувофиқ буда далели бозътимоди ҳосилшавии комплекси албендазол - Ag^+ дар муҳити ДМСО мебошад.

Дар расми 23 спектри ^1H NMR комплекси ҳосилшудаи албендазол бо нукра дар муҳити уксуси оварда шудааст.



Расми 4.6. -Спектри ^1H NMR-и пайвасти комплекси албендазол - нукра – CH_3COOH

Барои тасдиқи таркиби молекулӣ ва мавҷудияти пайвастагии комплекси албендазол бо иони нукра дар муҳити кислотаи сирко аз асбоби масс спектри дақиқи баланд (HR-ESI-MS) ки дар речаи ионкунии электроспрей ESI^+ мавҷуд аст истифода гардид. Мавҷуияти спектр дар дастгоҳи Thermo Fisher Scientific дар ҳудуди m/z - 50-2000 анҷом дода шудааст ки он имкон медиҳад ҳам ионҳои асоси ва ҳам фрагментҳои эҳтимолии комплекси ҳосилшударо мушоҳида намуд. Дар спектр қуллаи асоси дар m/z - 404.3 мушоҳида гардид ки иони молекулавии комплекси $[\text{L} + \text{Ag}]^+$ ё ки шакли протондоршудаи он $[\text{L} + \text{Ag} + \text{H}]^+$ нисбат дода мешавад. Мавҷудияти ин қулла далели бевосита координатсияшавии албендазол бо иони нукра нишон медиҳад. Бузургии m/z -и таҷрибавӣ бо массаи ҳисобшудаи назариявӣ пайвастагӣҳои нави комплекси синтезкардашуда хеле наздик буда нишон медиҳад ки дар ҳақиқат албендазол дар муҳити

уксуси дар ин ҳудуд пайвасти устуворо ҳосил мекунад. Илова бар ин дар спектр қуллаи иловаги дар m/z - 406.4 мушоҳида мешавад ки он тақсими изотопии табиӣ нукра вобаста мебошад. Таносуби қуллаҳои 404.3/406.4 барои нукра хос буда далели муҳими мавҷудияти атоми нукра дар таркиби комплекси ҳосилшуда ба ҳисоб меравад. Дар расм боз қуллаи дорои m/z - 384.4 аён аст, ки шабоҳати нестшавии қисми органикӣ ё молекулаи нейтралӣ хурд масалан ба монанди NH_3 ё CH_3O нисбат дода шавад. Ин ҳолат нишон медиҳад, ки дар шароити ионкунонии ESI қисман фрагментатсия шудани комплекси металлорганикӣ ба амал меояд.

Дар минтақаи m/z -420-450 як қатор қуллаҳои ба монанди 423.2, 425.6, 428.3, 429.1, 447.9, 450.5 ба қайд гирифта шудаанд ки метавонад ба шаклҳои ассотсиативии ионҳо аз ҷумла $[\text{M} + \text{AcO}]^+$ $[\text{M} + \text{Na}]^+$ $[\text{M} + \text{K}]^+$ инчунин ба комплексҳои кластери бо иштироки молекулаҳои ҳалкунанда ё кислотаи сирко нисбат дода шавад. Мавҷудияти чунин ионҳо барои спектрҳои ESI-MS дар муҳити кислотаи сирко хос буда, устувории нисбии комплекси нукра – аллендазолро дар маҳлул тасдиқ мекунад.

Қуллаҳои дорои m/z - 472.5, 481.2, 494.5, 516.3 ва 525.4 эҳтимолан ба шаклҳои димери ва псевдодимерии комплекси нукра бо албендазол мувофиқ мебошанд. Ин далел нишон медиҳад, ки дар маҳлул байни молекулаҳои комплекси ҳосилшуда боҳамтаъсиркунии иловаги ба вучуд омада метавонад.

Ҳамин тариқ маълумоти HR-ESI-MS-и оварда шуда ба таври қотеъ ҳосилшави пайвастагии комплекси албендазол нукра дар муҳити кислотаи сирко тасдиқ менамояд. Мавҷудияти қуллаи асосии иони молекулави , тақсими изотопии хоси нукра ва ионҳои тақсимшуда ва ассотсивиати далели устувории комплекс ва мувофиқати таркиби он бо сохти пешниҳодшуда мебошад. Натиҷаҳои HRMS бо маълумоти спектроскопии NMR ва усулҳои дигар мувофиқат намуда, тасвири мукаммали сохти комплекси таҳқиқшавандаро таъмин мекунанд.

4.5. Таҳлили РМЯ –и пайвастагиҳои комплекси албендазол бо нукра

«Резонанси магнитии ҳастай (РМЯ) яке аз усулҳои муҳими таҳлили физикӣ-химиявӣ ба ҳисоб меравад, ки барои муайян намудани сохтори моддаҳои органикӣ ва пайвастагиҳои мураккаб истифода бурда мешавад. Асоси ин усул ба хосияти спино магнитии баъзе ҳастаҳои атомӣ, аз ҷумла ^1H , ^{13}C , ^{15}N ва ^{31}P , вобаста мебошад. Дар шароити майдони магнитии қавӣ ин ҳастаҳои ҳангоми таъсири радиомавҷҳои басомади муайян ба ҳалоти резонанс мегузаранд» [131].

Ҳангоми ҷойгир кардаги намуна дар майдони магнитии доимӣ ва таъсир расонидани радиобасомад, ҳастаҳои фаъол энергияи муайяно фуру мебаранд. Ин бузургии фурубарӣ вобаста ба муҳити электронии ҳаста тағйир меёбад ва дар спектри РМЯ ҳамчун ҷойивазшавии химиявӣ- δ ppm сабт мегардад. Аз ҳамин сабаб, ҳар як атоми ҳидроген ё карбон дар молекула сигнали хоси худро медиҳад.

«Дастгоҳи ^1H , РМЯ-спектроскопия барои муайян намудани шумора ва намудҳои гурӯҳҳои протонӣ ($-\text{NH}$, $-\text{CH}$, $-\text{CH}_2$, $-\text{CH}_3$), муҳити химиявии протонҳо, робитаи мутақобилаи наздики атомҳо ба монанди спин-спин тақсимшавӣ, тағйирёбии сохтор ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси васеъ истифода мешавад» [132].

Дар мавриди пайвастагиҳои комплекси албендазол бо иони нукра(I), тағйирёбии ҷойивазшавии химиявии сигналҳои протонҳои $-\text{NH}$ ва гурӯҳҳои ароматикӣ далели иштироки атомҳои донорӣ (N ва S) дар координатсия бо иони металлӣ мебошад. Ин тағйирот одатан бо кӯчиши сигналҳо ба минтақаи поёни майдон ифода меёбад. Барои муайян намудани сохт скелети карбонии молекула, навъи атомҳои карбон (sp^2 , sp^3), гурӯҳҳои функционалӣ ($\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}$, $\text{C}-\text{S}$) аз дастгоҳи ^{13}C РМЯ-спектроскопия маълумотро дастрас намудаем.

Ҳангоми ҳосилшавии комплекси металлоорганикӣ, тағйирёбии сигналҳои карбонҳои вобаста ба гурӯҳҳои функционалӣ махсусан $\text{C}=\text{N}$ ва $\text{C}=\text{S}$ нишон медиҳад, ки ин гурӯҳҳо дар пайвастшавӣ бо иони нукра иштирок

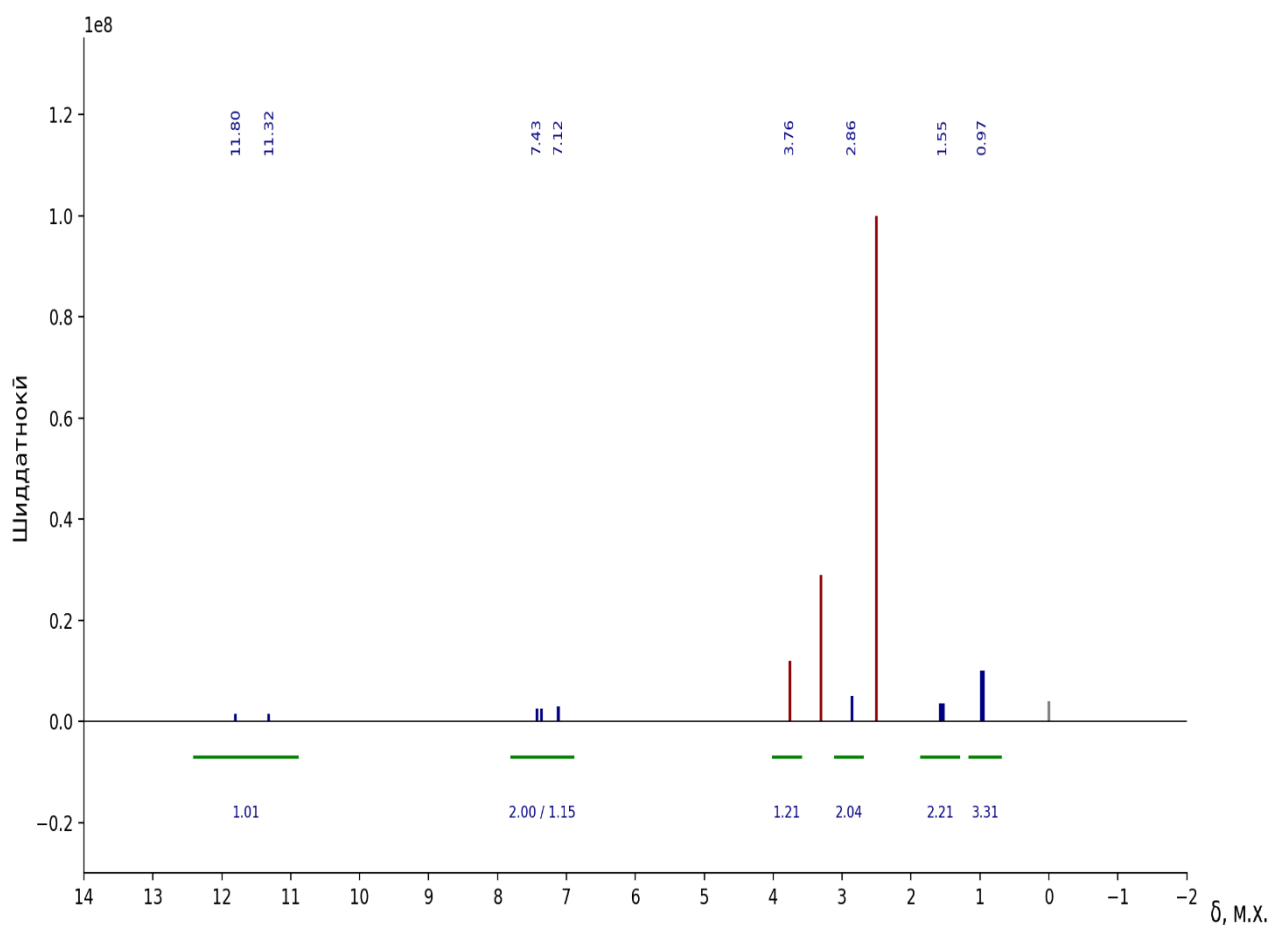
доранд. Ин маълумот барои пешниҳод намудани сохти эҳтимолии пайвасти координатсионӣ хеле маҳим аст.

Асосан, дастгоҳи РМЯ-спектроскопия дар таҳқиқоти химиявӣ барои як қатор вазифаҳои муҳим истифода бурда мешавад, аз ҷумла «тасдиқи сохтори молекулавии моддаҳои органикӣ, муайян намудани механизми ҳосилшавии пайвастагиҳои комплексӣ, ошкор намудани марказҳои координатсия дар комплексҳои металлӣ, фарқгузорӣ байни изомерҳо ва шаклҳои таутомерӣ, инчунин баҳодиҳии тозагии моддаҳо ва тасдиқи натиҷаҳои усулҳои дигар, ба монанди ^1H NMR, СИ ва спектроскопияи УБ» [133].

Дар доираи ин таҳқиқот, маълумоти ^1H ва ^{13}C РМЯ дар якҷоягӣ бо HR-ESI-MS барои тасдиқи ҳосилшавии пайвасти комплекси нуқра(I) бо албендазол истифода бурда шуданд. Тағйирёбии сигналҳои хос дар спектрҳои РМЯ далели устувории комплекс ва дуруст пешниҳод шудани сохти он мебошад. Ҳамин тариқ, РМЯ-спектроскопия яке аз усулҳои асосии спектроскопӣ буда, аҳамияти калидӣ дар шарҳи сохт ва хосиятҳои пайвастагиҳои комплекси таҳқиқшавандаро дорад.

Ҷадвали 4.9.-Натиҷаҳои спектори ^1H NMR-и албендазол дар алкунандани ДМСО

δ ,ppm	интеграл	Накли сигнал	Гуруҳи функционалӣ
11,80-11,32	1.01	Синглети васеъ	N-H (бензимидазол ва карбамат)
7,43-7,36	2.00	мултиплет	H аромативӣ(H-4,H-7)
7,12-7,11	1.15	мултиплет	H аромативӣ(H-6)
3,76	1.21	синглет	O-CH ₃ -(карбамат)
2,86	2.04	триплет	S-CH ₂
1,58-1,52	2.21	мултиплет	CH ₂ -(мобайнӣ)
0,98-0,95	3.31	триплет	CH ₃ (пропил)

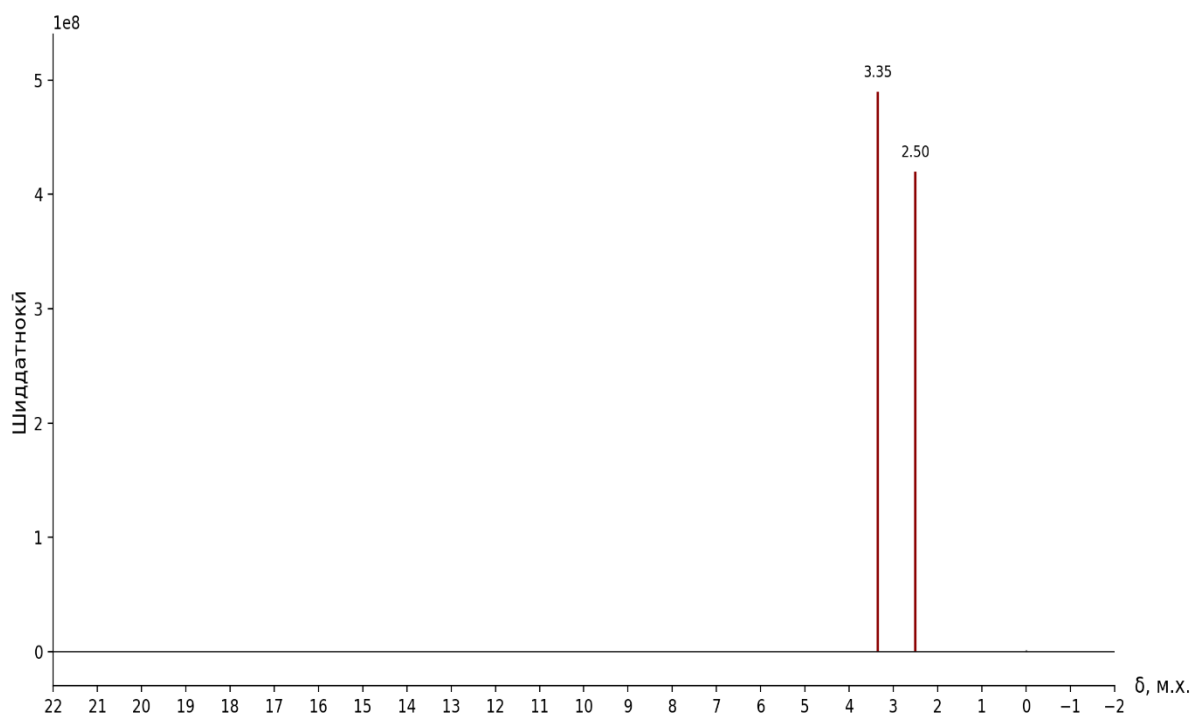


Расми 4.7. -Спектрограмма ва натиҷаҳои РМЯ ^1H барои албендазол

Барои тавсифи сершаклии сингалҳо бузургҳои зерин истифода шуданд: s-синглет, d-дублет, dd-дублети дублетҳо, t-триплет, td-триплети дублетҳо, dt- дублети триплетҳо, dv-квинтет, m-мультиплет.

Дар расми 24 спектори РМЯ ^1H барои лиганди органикӣ албендазоли аз ҷиҳати химиявӣ тоза оварда шудааст. Дар спектор сигналҳои хоси протонҳои молекула дар ҳудудҳои гуногун мушоҳида мешаванд.

Бо ёрии спектори РМЯ ^1H сохти химиявӣ ва гуруҳҳои функционалии таркиби албендазоли тоза тасдиқ шуданд.

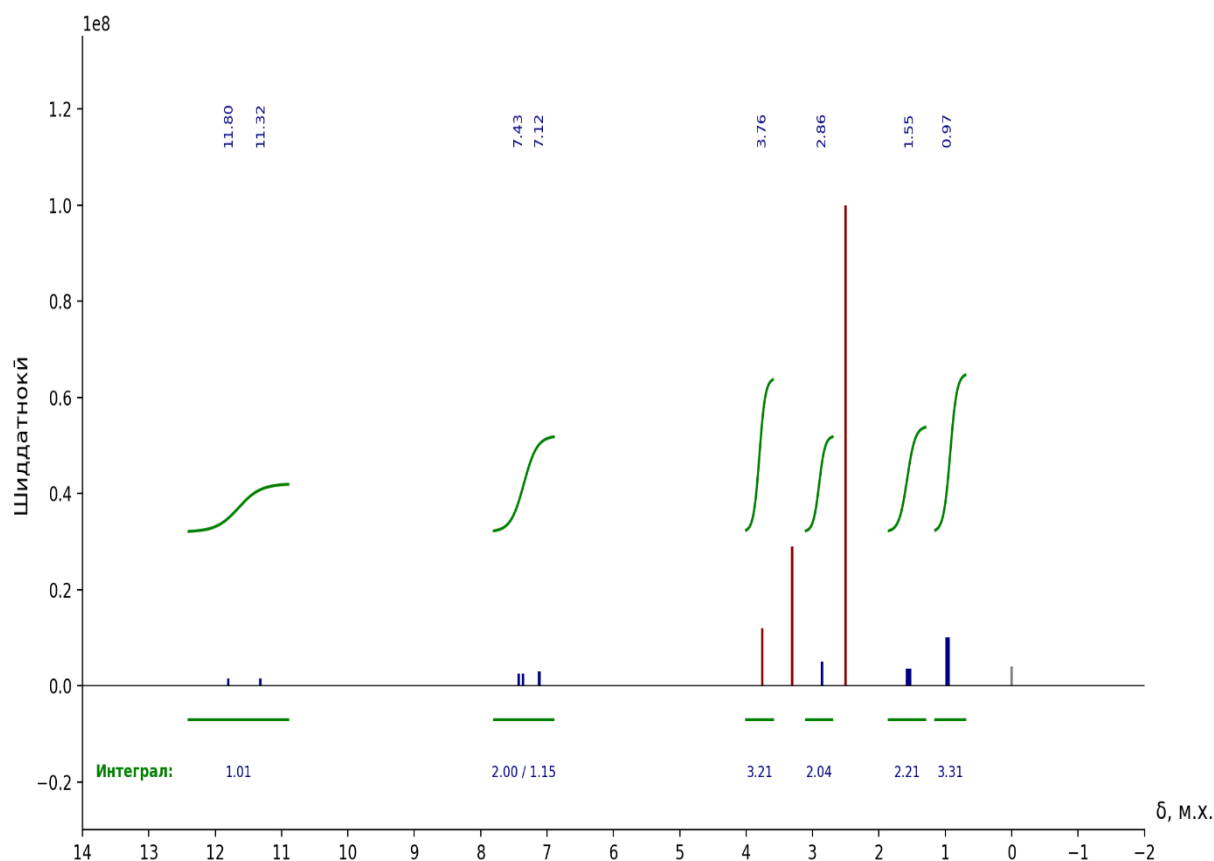


Расми 4.8. -Спектрограммаи РМЯ ^1H ва натиҷаҳои пайвасти комплекси нукра -албендазол-ДМСО

Аз расм аён аст, ки куллаи 2,5 ppm ба ДМСО таалуқ доша вай дар ин ҷо ба сифати ҳалқунанда иштирок дорад. Тағйирёбии сигналҳо шабоҳати онанд, ки албендазол бо иони нукра пайвасти комплекси ҳосил намудааст. Лиганд эҳтимол мешавад, ки аз рӯи атомҳои нитроген ва ҳам аз рӯи атоми сулфур координатсия мешавад.

Дар расми 26 спектрограммаи ^1H NMR ва маълумоти таҳлилий барои комплекси нукра –албендазол –кислотаи сирко оварда шудааст.

Натиҷаҳои таҳлили HRMS ва ^1H NMR тасдиқ менамоянд, ки албендазол ва ҳосилаҳои он дар муҳитҳои ДМСО ва кислотаи сирко тағйироти спектралӣ мушаххас нишон медиҳанд. Ин тағйиротҳо бо таъсири муҳити ҳалқунанда ва ҳосилшавии мутақобилаи байнимолекулавӣ вобаста буда, барои омӯзиши минбаъдаи хосиятҳои координатсионӣ ва биологии ин пайвастагӣ аҳамияти муҳим доранд.



Расми 4.9.- Спектрограммаи РМЯ ^1H ва натиҷаҳои пайвасти комплекси албендазол –кислотаи сирко

Спектрҳои РМЯ-и пайвастагӣ бо истифода аз усулҳои ^1H NMR-400 ва 500 MHz ва ^{13}C NMR-75 ва 125 MHz дар спектрометрҳои Bruker сабт карда шуданд. Қисматҳои δ , дар ppm ва константаҳои чуфтшавӣ дар Hz ифода шудаанд.

Ҳар як қулла ба як гурӯҳи протонҳо мувофиқат мекунад. Мавқеи онҳо дар меҳвари уфуқӣ бо $\delta(\text{ppm})$ ишора карда мешавад. Аз расм аён аст, ки гурӯҳи пиридинии яъне NH дар қуллаи 11-13 ppm ҷойгир аст. Протонҳои аромати бошанд дар қуллаи аз 6-7 ppm ҷойгиранд, ки ин ба ҳалқаи бензимидазол таалуқ дорад. Қуллаи 2-2.5 ppm ба радикали CH_3 таалуқ дорад. Қуллаи 2.5 ин сигнали ҳалқунанда мебошад, ки ба ДМСО рост меояд. Спектри ^1H NMR (600 MHz , ДМСО- d_6) барои албендазол чунин сигналҳоро нишон дод: δ 11.56(d, $J=290.5\text{Hz}$, 2H), 7.58-7.20(m, 2H), 7.12 (dd, $J=8.2$, 1.8

H_z, 1H), 3.76 (s, 3H), 2.87 (t, J=7.1 Hz, 2H), 1.55 (h, J=7.3 Hz, 2H), 0.97 (t, J=7.3 Hz, 3H). Спектри ¹H NMR (600 MHz, DMSO-d₆).

Сигналҳо барои комплекси нукра –албендазол-CH₃COOH: δ 11.62 (s, 1H), 7.39(d, J=57.0 Hz, 2H), 7.11 (dd, J=8.2, 1.8 Hz, 1H), 3.76 (s, 3H), 2.87 (t, J=7.1 Hz, 2H), 1.70-1.33 (m, 2H), 0.97 (t, J=7.3 Hz, 3H).

Тавсифи сохти пайвастагӣ инчунин бо усули спектроскопияи РМЯ анҷом дода шуд. Спектрҳои ¹H NMR (400 ва 500 MHz) ва ¹³C NMR (75 ва 125 MHz) дар спектрометрҳои Bruker Fourier (300 MHz) ва Bruker Avance Uitrashield Plus (500 MHz) сабт карда шудаанд. Қисматҳои ҷойивазкунии химиявӣ (δ) дар воҳиди ppm чен карда шуда, тетраметилсилан (TMS) ҳамчун страндарти дохилӣ барои спектрҳои дар ҳалқунандаҳои дейтеришудаи CDCl₃ ва DMSO-d₆ сабтшуда истифода гардид. Константаҳои ҷуфтшавӣ (J) дар Герц (Hz) ифода шудаанд.

Ҳамин тариқ спекторҳои нукра -албендазол – кислотаи сикро дар муҳити ҳалқунанда нишон медиҳанд, ки дар ҳудудҳои гуногун тағйирёбии сигналҳои хоси молекулаҳо дида мешавад. Дар спектор қуллаи асосӣ дар ҳудуди аз 7-8 ppm ва дар қуллаҳои гурӯҳҳои NH тағйирот дида мешавад. Тақсимшавии сигналҳо дар спектор мавҷудияти таъсири спин-спинии протонҳои ҳамсоҷро нишон медиҳад. Инчунин тағйирёбии ҷойгиршавии баъзе сигналҳо нисбат ба спектори албендазоли аз ҷиҳати химиявӣ тоза нишон медиҳанд, ки албендазол бо иони нукра ва кислотаи сикро пайсати нави комплекси ҳосил кардааст.

4.6. Таҳқиқоти рентгеноструктурии пайвастагии комплекси нукра (I) бо албендазол

Таҳқиқоти рентгеноструктурии кристаллҳои пайвасти комплекси синтезкардашудаи таркибашон C₁₂H₁₉N₃AgO₄ ки дар асоси намаки нитрати нукра ва албендазоли аз ҷиҳати химиявӣ тоза ҳосил шудааст дар дифрактометри автоматии яккристалии модели «Malvern Panalytical Empyrean» дар давлати Ўзбекистон бо истифода аз асбоби шуоъафкани СиК_α (γ=1,54 Å⁰) анҷом дода шуд. Дар рафти иҷрои таҷриба шиддати суръати

генератори шуоъафкан ба 45кВ ва чараени эмисионии он танзим карда шуд. Дар конфигурасияи геометрии Брэгт-Брентанно маводҳои дифраксияи рентгенӣ дар ҳудуди кунҷӣ $2\theta=60^0-100^0$ бо речаи сабткунии пайвасти комплексӣ ва суръати доимии 0,33% дақиқа ба қайд гирифта шуданд. Кристаллҳои синтезкардашуда дар асоси маҳлули 6мол/л кислотаи сирко, нукра ва албендазол дар шароити ҳона ҳосил шудаанд.

Дар асоси натиҷаҳои таҳлили сохт муайян гардид ки ионҳои нукра (Ag^+) дар муҳити координасионӣ ҷойгир шудаанд ва тавассути атомҳои донории албендазол ва атомҳои оксигени молекулаҳои анионӣ ё молекулавӣ ҳосил шудаанд. Ҷи хеле ки аз расм аён аст координасия тавассути атоми нитрогени ҳалқаи бензимидазол ва эҳтимолан атоми сулфури гуруҳи тиоли аз гуруҳҳои функционали сурат мегирад агар лиганд дар маҳлул ба гидролиз ё гузариши таутомери дучор шуда бошад.

Панҷараи кристалли ба системаи моноклини ё орторомби тааллуқ дошта як молекуларо дар ячуйкаи элементарӣ дар бар мегирад ($Z=1$). Иони Ag^+ , эҳтимолан, тавассути ҷаҳор атоми донори дар геометрияи псевдотетраэдри ё ҳамвор чоркунҷа координатсия шудааст. Дарозии пайвандҳои Ag-N ва Ag-S дар ҳудуди 2,10-2,30 Å ҷойгир буда ба қиматҳои хос барои пайвастагиҳои комплекси нукраи (1) мутобиқ мебошанд.

Ҳамчунин мавҷудияти пайвандҳои гидрогении байни гуруҳҳои NH- ва албендазол ва лигандаҳои дорой атоми оксиген ба монанди атсетат ё боқимондаҳои ҳалқунанда мушоҳида мешавад, ки дар устувории бастабандии кристалли нақши муҳим мебозанд.

Сохти ивазшавии қабатҳои молекулаҳои органики ва нуқтаҳои координатсионӣ, ки тавассути ҳамкориҳои сусти $\pi-\pi$ байни қисматҳои бензимидазоли устувор шудаанд, нишон медиҳад. Мавҷудияти боқимондаҳои кислотаи сирко ё анионҳои атсетат дар панҷара бо алоқамандии байнимолекули ва ҷойгиршавии ҳосаи атомҳои оксиген тасдиқ карда мешавад.

Таҳлили ренгеноструктури ҳосилшавии пайвасти комплекси ва устувори нукраи(1) бо албендазолро дар муҳити кислотаи сирко собит намуд. Сохти пайвасти комплекси ҳосилшуда нишон медиҳад, ки албендазол ҳамчун лиганди бис-дентати амал карда, таввасути ҳамкориҳо донор-аксептори метавонад иони Ag^+ -ро устувор созад. Параметрҳои сохти пайвасти комплекси нукра бо албендазол бо маълумоти спектроскопияи (СИ) мувофиқат мекунанд ва ба эҳтимоли иштироки ҳалқунанда дар муҳити координатсионӣ ё бастабандии кристалл ишора мекунанд.

Маълум гардида ки сохти параметрҳо бо натиҷаҳои СИ-спектроскопия мувофиқат намуда эҳтимолияти иштироки ҳалқунанда ба сфераи координатсионӣ ё панҷараи кристали нишон медиҳад.

Ҷадвали 4.10.-Маълумоти кристаллографи ва хусусиятҳои сохти пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко

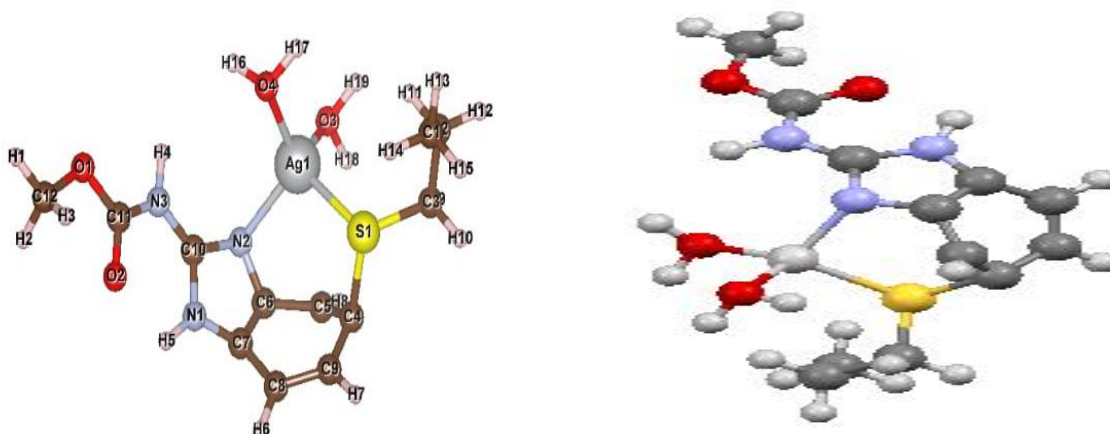
Формула	$\text{C}_{12}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{AgO}_4$
Массаи молекулави	377.05
Сингония	Моноклини
Фазои гурӯҳи	P-21
a, Å	13.4223
b, Å	13.4223
c, Å	13.4223
$\alpha \beta \gamma$ deg	90.00,90.00,90.00
V Å ³	611.98
Z	1
$D_x \text{ g cm}^{-3}$	1.645
$\mu(\text{CuK}\alpha) \text{ mm}^{-1}$	1.929
Андозаи кристалл (мм)	0.33x0,18x0,08
T, °K	298,16
Θ , °grad	2,6,52,4
Интервал h, k, l	-9:9;-15:15;-17:18

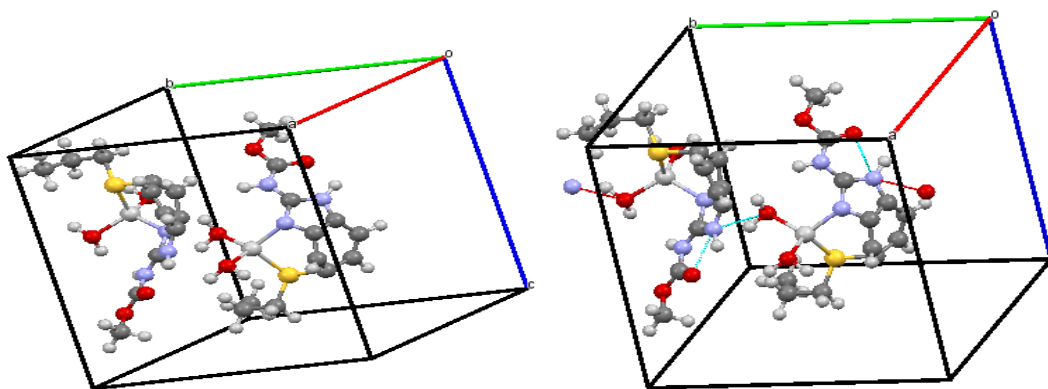
Идомаи ҷадвал 4.10.	
Рефлекс	10281
Нишондиҳандаи ҳалқунанда	7,137
R_{int} (муқовимати дохили)	4652
$F^2 > 2\sigma(F^2)$ критерий	0,046
$R_1 R_2 > 2\sigma(I)$	
Параметр	1,04
Меъёрҳои интиҳоб (F^2)	0,194 0,205
Диапазони кунчи $\Delta\rho_{\text{min/max}}$, $e \text{ \AA}^{-3}$	2,6, 52,4
Шумораи рефлексҳои ҷеншуда	10281

Атоми нуқра дар муҳити ду атоми донор ки аз таркиби албендазол ва молекулаҳои аниони мавҷуданд геометрияи координатсиониро ташкил медиҳад ки ба сохти координатсияшудаи бидентати шабоҳат дорад. Атомҳои нитрогени ҳалқаи бензимидазол ва атомҳои сулфури гуруҳҳои тиоли дар координатсия иштирок мекунанд ки ин бо дарозии пайвандҳои Ag-N ва Ag-S дар доираи 2,10-2,30 Å⁰ тасдиқ мешавад.

Дар сохт ҳамчунин пайвандҳои гидрогении байни молекули вучуд доранд ки дар устувории бастабандии кристали нақши калиди мебозанд инчунин эҳтимолияти таъсири байниҳамдигарии сусти π-π байни қисмҳои ароматикӣ молекулаҳо вучуд дорад.

Расми 4.10.-Сохти молекулавии пайвастагии комплекси нуқра (1) ва албендазол





Дар тасвир сохти молекулавии пайвасти комплекси нукра(1) ва албендазол нишон дода шудааст ки бо усули таҳлили ренгеноструктури ба даст омадааст.

Ag1- курачаихокистарӣ – иони нукраи 1, атоми марказии комплекс

S1- курачаи зард- атоми сулфур аз гурӯҳи тиолии албендазол.

O₁ O₂ O₃ O₄ курачаи сурх- атлмҳои оксиген аз молекулаҳои кислотаи гидроксиди карбоксиди .

N₁ N₂ N₃ курачаи кабут – атомҳои нитроген аз ядрои бензимидазол ва дигар қисмҳои лиганди комплекс.

Курачаҳои қаҳваранги карбон – атомҳои карбон ва тубчаҳои гулоби – атомҳои гидроген (H).

Иони Ag⁺ ҳамзамон бо чандин атоми донор координатсия шудааст:

N₂ ва N₃ - атомҳои нитрогени фрагменти албендазол

O₃ ва O₄ - атомҳои оксиген, эҳтимолан аз боқимондаҳои кислотаи сирко ё гидратҳо мебошанд.

Атоми сулфур аз гурӯҳи тиоли барои албендазол хос буда координатсия тавассути S- ро тасдиқ мекунад ки ин ҳолат хеле муҳим буда, устувории комплекси ҳосилшударо ба таври бидентати исбот мекунад. Геометрияи координатсионии атрофи иони Ag⁺ - таҳрифшудаи тетраэдри ё тригонали – бипиримидали мебошад. Ин навъи геометрия барои ионҳои Ag⁺ хос буда махсусан дар иштироки донорҳои омехта: N, O, S маълум аст. Лиганди албендазол бо шакли мултидентати координатсия мешавад, яъне

ҳамзамон тавасути чанд маркази донор тавасути атомҳои S, N ва O пайваст мешавад. Иони нукра на танҳо тавасути координатсия балки боҳамтаъсиркунии дохилмолекулави низ устувор карда шудааст, ки ин аз сохти зичи комплекси ҳосилшуда бармеояд. Самти фазоии ҷойгиршавии ҷонишинҳо ва скелети карбони нишон медиҳад ки эҳтимолияти таъсири π - π байни комплексҳо ҳамсоя дар кристал вучуд дорад, ки параметрҳои ҳуби кристалохимиявиро тасдиқ мекунад. Сохти комплекс инчунин имкон медиҳад ки фаъолиятҳои биологии эҳтимолии онро пешгуи намоем зеро координатсия тавассути сулфур дода самаранокии онро зиёд намояд.

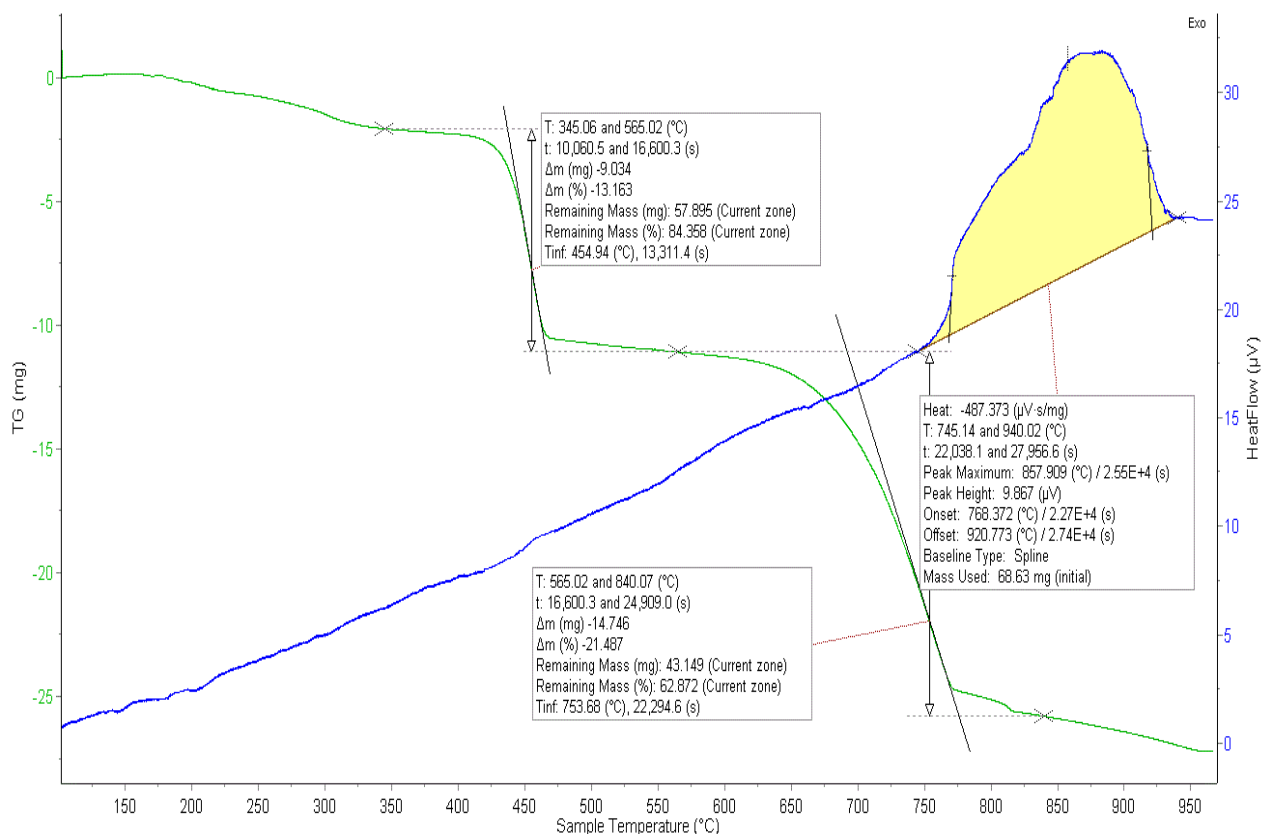
“Таҳлили рентгеноструктури сохти маркази координатсионии ва атомҳои донореро ки бо металл пайваст мешаванд, боэътимод тасдиқ мекунад- ин барои фаҳмиши хусусиятҳои комплекс аҳамияти муҳим дорад” [134].

Бо ёрии ин усул бидентатии албендазол бо нукра (1) тасдиқ гардида имконияти истифодаи онро ҳамчун лиганди дар тиб, фармасевтика ва металлохимия васеъ мекунад.

Боз бо истифода аз усули рентгеноструктури яъне бо донишмандии сохти дақиқ мумкин аст моделсозии квантии химиявии анҷом дода шуда, фаъолият устувори ва рафтори комплекс дар маҳлул пешгуи карда шавад. Тасдиқи таъсири муҳити ҳалкунанда (кислотаи сирко) бо мавҷудияти атомҳои O_3 ва O_4 алоқаманд аст ки эҳтимолан ба координатсияи боқимондаҳои кислота мансубанд ва ин барои синтези аналогҳо дар ҳалкунандаҳои дигар аҳамияти муҳим дорад.

4.7. Бо усули дериватография таҳлили термикии пайвастагиҳои синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол

Таҳқиқоти гузаронидашуда нишон доданд, ки таҷзияи гармии комплексҳои нукра (I) бо албендазол мураккаб буда, аз якҷанд марҳила бо ҷазби гармӣ ва хориҷшавии он мегузарад.



Устувории термикии пайвасти комплексии нукра бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко

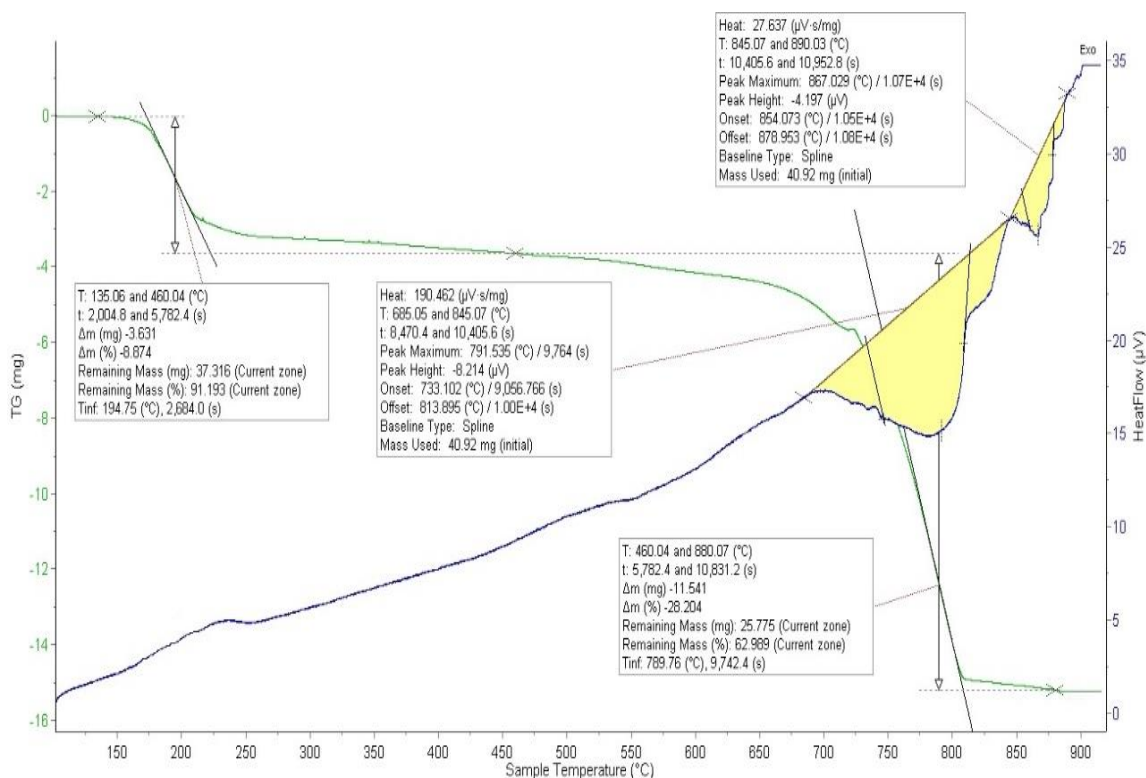
Дар расми 4.11. дериватограммаи комплекси $[AgAlbCH_3COO]NO_3$ нишон дода шудааст. Дериватограммаи системаи Ag-албендазол- CH_3COOH дар ҳарорати 25-950 °C бо суръати гармкунии 2K/дақ сабт шудааст. Массайи аввалии комплекси синтезкардашуда 68,63 мг –ро ташкил дод. Дар расм хати сабз (хати TG) тағйирёбии масса ва хати кабуд (DTA) эффеки гармиро нишон медиҳад. Дар натиҷаи гузаронидани таҳлилҳо дар термогравиметрия яъне дар хати додашуда се то тағйирёбии масса дида мешавад. Эҳтимолияти якум тағйирёбии масса дар ҳарорати 170 то 350C буда бо хориҷшавии оби координатсионӣ ё қисман кислотаи сирко алоқаман аст. Дар ҳудуди 345°C-565°C талафоти масса қариб 9,03 мг буда ин 13,16%-ро ташкил медиҳад.

Таҳлили термогравиметрӣ нишон медиҳад, ки дар ҳудуди 170°C-350°C массайи намуна қариб ки батағйир мемонад. Дар ҳудуди 345-565°C талафоти масса қариб 9,03мг буд ки ин 13,16% -ро ташкил медиҳанд. Ин камшавии масса бо хориҷшавии пайвастаҳои ноустувор аз ҷумла кислотаи сирко ё оби

координатсионни шабоҳат дода мешавад. Талафоти дуюм дар диапазони 565 - 840⁰С дида мешавад ки дар он 14,87 мг камшавии масса мушоҳида мешавад ки ин 21,4 %-и онро ташкил медиҳад. Ин марҳила таҷзияи амиқи қисми органикии комплекс ва таҷзияи пурраи кислотаи сиркоро нишон медиҳад.

Дар қатҳаттаи DTA дар диапазони 750-840⁰С таҷзияи пурраи линад яъне албендазол мушоҳида мегардад. Дар ин марҳила хориҷшавии газҳои NO₂ CO₂ мушоҳида мешаванд. Баъди ба анҷом расидани раванд тахминан 62-63% массаи пайвасти комплекси нукра(І) бо албендазол дар муҳити 6мол/л кислотаи сирко боқи мемонад. Ин эҳтимолан ба ҳосилшавии нукраи металлӣ ё оксиди нукра вобастааст.

Хулоса, аз таҳлили таҷзияи термики маълум гардид ки пайвасти комплекси албендазол дар муҳити 6мол/л кислотаи сирко устувории нисбатан баланди термики дошта таҷзияи он дар ду марҳилаи асосӣ суръат мегирад.

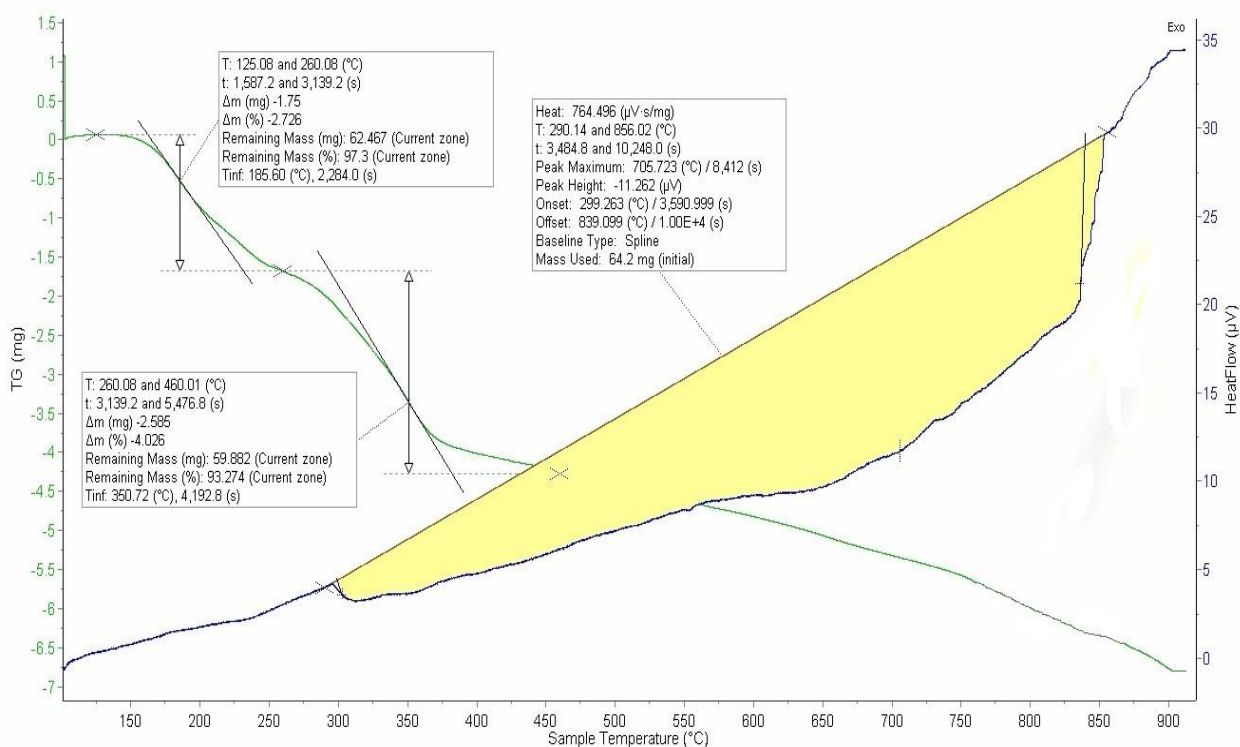


Расми 4.12. – Устувории термикии пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити спиртӣ

Дар ин расм тағирёбии масса ва гарми барои пайвасти комплекси нуцра бо албендазол дар муҳити спиртӣ оварда шудааст. Ин таҷлил дар шудуи аз 25 -900 °С бо суръати гармкунии 5⁰С/ дақ гузаронида

шудааст. давомнокии таъриба 2 соат ва 40 дақ. Ташкил до два массаи ибтидоии он 40,92 мг –ро ташкил дод.

Дар ҳудуди ҳарорати аз 135-200⁰С таъғирёбии на он қдар дида мешавад. Ин раванд ба ҳоричшавии спирт ва намии чабидашуда вобастааст. дар шудуди аз 200-460⁰С дар ин фосила низ таъғирёбии масса дида мешавад. Эҳтимол дар ин марҳила таъзияи комплекси албендазол бо нукра мушоҳида мешавад. Дар диапазони 460 -800 ⁰С таъғирёбии масса пурра дида мешавад. Дар ин марҳила 28,2 %-ро ташкил дод. Ин марҳила бо таъзияи қисми органикӣ ва вайроншавии сохти металорганикӣ вобастааст. дар ин марҳила ҷудошавии гарми яъне раванди экзотерми мушоҳида мешуд. Дар ҳарорати аз 800-900⁰С таъғирёбии масса қатъ ме мегардад. Массаи боқимонда қариб 62% -ро ташкил дод. Аз ин таъзияи термикӣ маълум ки пайвасти комплекси нукра-албендазол дар муҳити спирти то ҳарорати тақрибан 450-500⁰С устувории нисбатан баландро доро мебошад.

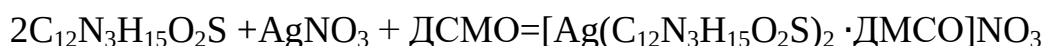


Расми 4.13. – Устувории термикӣ пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити ДМСО

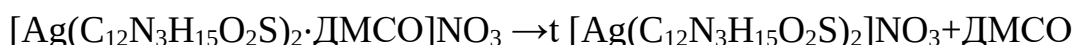
Натиҷаҳои таҳлили термогравиметрӣ барои пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити ДМСО дар якчанд марҳила суръат

мегирад. Таҳлил дар диапазони аз ҳарорати хонагӣ то 1000°C гузаронида шуд. Массай аввалаи пайвасти комплекси нукра бо албендазол дар муҳити ДМСО 64 мг –ро ташкил дод.

Натиҷаҳои таҷрибавии ба даст омада шабоҳати оноанд ки молекулаи об метавонад аз дохили сфера берун шавад ва реаксия чуни сураи мегирад:

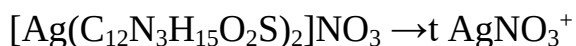


Таҷзияи гармии пайвастагии мураккаби нукра(I) бо албендазол ва ДМСО дар якҷанд марҳила мегузарад, ки инро натиҷаҳои таҳлили термогравиметрӣ ва дифференциалӣ-гармӣ тасдиқ мекунанд. Марҳилаи якум аз ҳарорати $125 - 200^{\circ}\text{C}$ мушоҳида мешуд. Талафи масса дар ин ҳудуд 3 % -ро ташкил дод. Ин раванд бо хориҷшавии молекулаҳои сустпайвандшудаи ҳалкунанда ДМСО ва эҳтимолияти оби адсорбсияшуда вобастааст. Дар қатъи DTA эффекти эндоотермии суст мушоҳида шуд ки ба хориҷшавии ин молекулаҳо шабоҳат медиҳад:



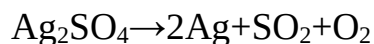
Дар ин марҳила талафоти масса ба миқдори ҳисобшудаи ДМСО дар комплекс мувофиқат мекунад. Марҳилаи дуюм ҳарорати $260 - 460^{\circ}\text{C}$ –ро дар бар мегирад. дар ин фосила қисми органика хусусан албендазол мушоҳида мешавад. Ин фосила сустшавии бандҳои координасионӣ байни лиганд ва иони нукра мувофиқат мекунад. Дар ин фосила комплекс устувори баландро нишон медиҳад.

Марҳилаи сеюм дар ҳароратҳои аз $460 - 900^{\circ}\text{C}$ мегузарад. Дар ин марҳила таҷзияи асосии комплекс мушоҳида мешавад. Дар қатъи DTA эффекти экзотермӣ мушоҳида мешавад. Яъне дар ҳарорати 705°C албендазол пурра таҷзия мешавад ва хориҷшавии моддаҳои H_2O , NH_3 , SO_2 , CO_2 мушоҳида мегардад.



Маҳсулоти таҷзияи (вайроншавии) органикӣ дар марҳилаи чорум бошад ки дар ҳароратҳои аз $850 - 900^{\circ}\text{C}$ рост меояд

таъғирёбии масса қариб ки қатъ мегардад. Яъне қариб 60-65 % боқимондаи сахт мемонад ки ин ба нукраи метали ё оксиди нукра шабоҳат дорад.



Ҳамин тариқ дериватограмма нишон медиҳад, ки комплекси албендазолати нукра дар муҳити ДСМО то ҳароратҳои 250⁰С усутвори хубро доро мебошад. Марҳилаи асосии таҷзия дар ҳароратҳои баланд бо вайроншавии қисми органикӣ ва ҳосилшавии пайвастаҳои ғайриорганикии нукра оварда мерасонад. Таҳлил ва натиҷаҳои гирифташуда мавҷудияти пайвасти комплекси тасдиқ намуда барои фаҳмондани таҷзияи термикеи он аҳмияти муҳим доранд [135].

4.8. Таҳқиқи ҳосиятҳои биологӣ пайвастагӣҳои комплекси нукра(I) бо албендазол

Пайвастагӣҳои комплекси иони нукра(I) бо албендазол аз нигоҳи ҳосиятҳои токсикологӣ ва биологӣ аҳамияти хос доранд чунки ҳам албендазол ва ҳам нукра дар тиб дар алоҳидаги аҳмияти васеъ доранд.

Ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси дар асоси албендазол бо нукра дар маҳлул миқдори ионҳои нукра кам шудан мегиранд, ки яке аз омилҳои пастшавии захираҳои биологӣ пайваста ба шумор меравад.

Натиҷаи бузургӣҳои термодинамикӣ ва константаи устувори нишон медиҳанд, ки иони нукра(I) бо албендазол комплекси устуворро ҳосил мекунанд. Пайвасти комплекси синтезшуда $[\text{Ag}(\text{Алб})_2]^+$ константаи устувори зиёд дорад.

Ба ғайр аз ин лиганди органикӣ яъне албендазол дар таркибаш атомҳои донории сулфур ва нитрогенро дорад ки на танҳо устувори комплексоҳоро таъмин мекунад балки ҳосияти биологӣ онро баланд мебардорад. Натиҷаи таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки ҳангоми ҳосилшавии пайвасти комплекси бо лигандҳои органикӣ, мушаххасан азолҳо (дибазол, албендазол), захираҳои мавод аз ду то даҳ маротиба коҳиш ёфта, ҳосияти муолиҷавӣ ба ҳамин тартиб аз 2 то 10 маротиба меафзояд. Аз руи маълумоти адабиёт маълум шуд, ки пайвастаҳои комплекси албендазол бо баъзе металлҳо фаъолияти

зиддигичавии баландтар нишон медиҳанд. Аз ҷумла дар патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Раҷабов У. бо ҳаммуаллифонаш оварда шудааст, ки: «сулфати мис –албендазол дорои хосияти зиддигичҷавӣ мебошад» [136]. Ин далел нишони он аст, ки ҳангоми ворид намудани иони нуқра ба албендазол самаранокии биологии он меафзояд. Бо назардошти ин дар кори маскур синтези пайвасти комплекси нуқра(I) бо албендазол мавриди таҳқиқи қарор гирифтааст. Муайян намудаанд, ки нуқра –албендазол метавонад ба таъғирёбии фаъолият ва беҳтар гардидани баъзе хусулияҳои доруворӣ ин модда мусоидат кунад.

Таркиби химиявии лиганди органики албендазол ин [5-(пропилтио)-1Н-бензимидазол-2-ил] –кислотаи карбаминати метили эфирӣ мебошад. Ин пайвастагӣ дорои хосиятҳои биологии фаъол хусусан хосияти зиддимикробӣ ва зиддизанбуруғиро дорост. Афзалияти пайвастаҳои комплекси биометаллҳо мис, нуқра, рух бо албендазол дар он аст, ки ҳангоми истифодаи онҳо дар тибби байторӣ унсигрии туфайлиҳо ба ин маводҳо рӯй наmedиҳад, яъне микроб ва туфайлиҳо ба ин мавод устувори зоҳир қарда наметавонанд. Ин имконият медиҳад, ки истифодаи якқаратаи мавод барои пурра нобуд намудани микроб ва туфайлиҳо оварда мерасонад ва барои хоҷагиҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон манфиати бештар мерасонад. Ҳолати ионизатсияи албендазол ва табиати амфотоерии он ба адаптатсияи муҳити биологии комплекси нуқра бо албендазол таъсир мерасонанд, ки ин бо «Принсипҳои умумии муносибатҳои саҳт ва- фаъолият» [137] вобастагӣ дорад. Дар ин мақола бевосита нишон медиҳад, ки: «Комплекси нуқра(I) бо лигандҳои азол (эконазол, вориконазол, клотримазол) фаъолияти зиддиқандугӣ нисбат ба ҳуди лигандҳои озод хеле беҳтар шудааст. Мувофиқи натиҷаҳо, фаъолият то 5 дараҷа (100,000 маротиба) зиёд мешавад» [137].

Омӯзиши хусусиятҳои безарарии пайвастагиҳои синтезшуда дар каламушҳои сафед гузаронида шуд. Шумораи умумии ҳайвоноти истифодашуда 18 ададро ташкил дод. Ҳайвонот ба гурӯҳҳо тақсим қарда шудаанд. Натиҷаҳои бадастомада нишон доданд, ки нишондодҳои хосиятҳои

заҳрнокии пайвастагиҳои омӯхташуда бо маълумоти стандартӣ дар манбаъ [138] оварда шуда мувофиқат мекунад.

Мувофиқи маълумоти Скрыбина А.Ю. “Арзёбии хосиятҳои заҳрнокии пайвастиҳои комплексӣ бо лигандҳои биологӣ фаъол дар асоси таҳқиқоти зоотоксикологӣ дар ширхӯрони лабораторӣ (аз ҷумла каламушҳои сафед) гузаронида мешавад ва ин усул имкон медиҳад, ки қобилияти адаптатсия ва сатҳи заҳрнокии мавод- нистат ба организмҳо муайян карда шавад” [138].

Барои таҳқиқот ва безарарии пайвастагиҳо мушҳои сафед сафед бо вазни бадан аз 16 то 22 грамм ва каламушҳо бо вазни аз 220– 250 г истифода шуданд. Шумораи каламушҳо ва мушҳои сафед сафед шаш 8 ададиро ташкил доданд. Пайвастагии синтезкардашудаи нуқра бо албендазол дар намуди суспензия дар шакли 10% маҳлул бо 0,9% маҳлули хлориди натрий тайёр карда шуд. Маҳлули тайёркадашударо дар як шабонаруз ду маротиба ба мушҳои сафед ва каламушҳо дар муддати 7 рӯз дода шуданд дар давоми вақти зикршуда ягон ҳолати марги ҳайвонот ба қайд гирифта нашуд.

4.9. Заҳрнокии шадиди пайвасти комплекси нуқра(I) бо албендазол

Барои муайян намудани заҳрнокии шадиди пайвасти нави синтезкардашудаи нуқра(I) бо албендазол тадқиқотҳои таксикологӣ дар мушҳои сафеди лабораторӣ дар муддати 14 рӯз гузаронида шуд. Барои гузаронидани тадқиқот 60 дона мушҳои вазнашон 20 то 22 г истифода шуданд. Ҳайвонот дар шароити стандартӣ нигоҳ дошта шуданд бо об ва ғизо пурра таъмин буданд, аммо пеш аз он, ки моддаи нави синтезшуда ба бадани онҳо ворид шавад ба онҳо ғизо дода намешуд. Концентратсия аз вояи паст то марговар тайёр карда шуд. Вобаста ба миқдор эффекти заҳролудӣ бо зиёд шудани концентрасияи пайвасти нави синтез кардашудаи нуқра бо албендазол низ меафзояд. Дар таҷрибаҳо бо ҳайвоноти лабораторӣ таъғироти ҳолати умумӣ, камшавии ҳаракат мушоҳида нагардид. Дар ҷадвали 4.11 ва 4.12 эффекти заҳролудии пайвастагиҳои комплекси нуқра(I) бо албендазол оварда шудааст.

**Ҷадвали 4.11.-Муайян намудани захрнокии шадиди пайвастагии комплекси
нукра(I) бо албендазол $[Ag(Alb)_2]^+$ ҳалқунанда 6 M кислотаи сирко**

№	Модда	Массаи модда г/кг	Массаи модда мг/кг	Массаи муш(г)	Микдори мушҳо	Кушандагӣ	LD (Вояи кушандагӣ)
1	$[Ag(LCH_3COO)_2]$	0.03	30	20	6	0/6	0
2	$[Ag(LCH_3COO)_2]$	0.3	300	20	6	0/6	0
3	$[Ag(L)_2CH_3COO]$	1	1000	20	6	0/6	0
4	$[Ag(L)_2CH_3COO]$	3	3000	20	6	1/6	16
5	$[Ag(L)_2CH_3COO]$	6	5000	20	6	2/6	33
6	$[Ag(L)_2CH_3COO]$	8	6000	20	6	3/6	50
7	$[Ag(L)_2]CH_3COO$	10	8000	20	6	6/6	100

**Ҷадвали 4.12. -Муайян намудани захрнокии шадиди пайвастагии комплекси
нукра(I) бо албендазол $[Ag(L)_2]^+$ ҳалқунандаи ДМСО**

№	Модда	Массаи модда г/кг	Массаи модда мг/кг	Массаи муш(г)	Микдори мушҳо	Кушандагӣ	LD (Вояи кушандагӣ)
1	$[Ag(L)_2ДМСО]$	0.03	30	20	6	0/6	0
2	$[Ag(L)_2ДМСО]$	0.3	300	20	6	0/6	0
3	$[Ag(L)_2ДМСО]$	1	1000	20	6	0/6	0
4	$[Ag(L)_2ДМСО]$	3	3000	20	6	1/6	16
5	$[Ag(L)_2ДМСО]$	6	5000	20	6	2/6	33
6	$[Ag(L)_2ДМСО]$	8	6000	20	6	3/6	50
7	$[Ag(L)_2ДМСО]$	10	8000	20	6	6/6	100

**Ҷадвали 4.13.- Эффеки захролудии пайвастагиҳои синтезкардшудаи
нукра(I) бо албендазол $[Ag(L)_2CH_3COO]$**

Меъёр/ консенрасия	Характери таъсир	Мушоҳидаҳо
1	2	3
1%	Безаҳр	Рафтори муқаррарӣ, интиҳой нағз, интоксикасия нест
5%	Захрнокии хеле паст	Камтар ғаёлияти сустар ки баъди чанд муддат бозгашт кард ба ҳолати аввала

Идомаи ҷадвал 4.13.		
1	2	3
10%	Заҳрнокии баланд	Тағйирот дар рафтор, дар иштиҳо, пайдошавии интоксикасия

Маълумотҳои таҷрибавӣ нишон медиҳанд, ки бузургҳои ЛД₅₀ барои комплексҳои нукра бо албендазол нисбатан баланд буда, онҳоро ба гуруҳҳои камзаҳр ё миёназаҳр мансуб дониста шуд. Бузургҳои ЛД₀₀ ва ЛД₅₀ нишон медиҳанд, ки таъсири марговари ин комплексҳо дар 6000 мг/кг мебошанд. Дар ҷадвали (4.14) натиҷаҳои заҳрнокии пайвасти химиявии нукра бо албендазол оварда шудааст.

Ҷадвали 4.14. -Заҳрнокии комплексҳои нукра(I) бо албендазол

Вояи кушандагӣ	Нукра бо албендазол
ЛД ₀₀	4000 мг/кг
ЛД ₅₀	6000 мг/кг
ЛД ₁₀₀	8000 мг/кг

Дар натиҷаи тадқиқотҳои таҷрибавӣ муайян карда шуд, ки вояи максималии таҳамулпазир барои мушҳо ба ЛД₀ =4,0г/кг, ЛД₅₀=6,0г/кг, ЛД₁₀₀=8,0г/кг баробар мебошанд. Мавод тавассути таснифоти Хабриев ба синфи камзаҳр мутааллиқ аст.

4.10. Заҳролудии музмини пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол

Барои муайян кардани таъсири заҳроноки музмини пайвати нави синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол таҷрибаҳо оид ба ғизодиҳии маҷмӯа ба мушҳои сафед ва калламшҳо дар давоми 21 рӯз гузаронида шуданд.

Ҳангоми омӯзиши хосияти заҳролудӣ ва таъсири кумулятивии пайвасти нави синтезкардашудаи нукра(I) бо албендазол моддаи тадқиқишавандаро дар се консентрасия омода намудем. Аввал дар консентрасияи паст яъне суспензияи 1% ки ба меъёри минималии

таъсиркунанда мувофиқат намуд, консентрасияи миёна маҳлули 5% омода шуд ва консентрасияи баланд яъне бо миқдори изофа ин маҳлули 10 % истифода карда шуданд.

Ҳангоми гузаронидани таҷриба ва дар давоми ҷараёни он ҳолати умумии ҳайвонот, фаъолият, ҳолати узвҳои дохилӣ, динамикаи вазни бадан таҳти назорат қарор дошт. Боз бағайр аз ин хусусиятҳо нишондиҳандаи клиникӣ-биохимиявии хун ва тағироти морфологии бофтаҳо мавриди омӯзиш қарор дода шуд. Суспензия консентрасияи 1 % истифода карда шуд. Ҳангоми ворид кардани маҳлули таҳқиқшаванда дар консентрасияи паст яъне таъсири заҳролудӣ мушоҳида нашуд. Ҳайвоноти лабораторӣ фаъолияти муқаррарӣ дошта камшавии вазни бадан, сустшавии фаъолияти онҳо, камшавии иштиҳои онҳо ба назар нарасид. Дар консентрасияи миёна яъне маҳлули 5% танҳо тайғирёбии сабуки баргаштпазир мушоҳида мешуд.

Дар дозаҳои баланд яъне 10% ки дараҷаи изофагии таъсир мебошад тағироти заҳролудӣ ба назар мерасид аммо таъсири маговар набуд. Дар ин миқдор сустшавии фаъолият дар муддати чанд соат, тайғири иштиҳо ва сустшавии афзоиши бадан мушоҳида шуд, аммо пас аз чанд муддат вай боз ба ҳолати аввала бармегашт.

Хулоса дар асоси таҷрибаҳои ба даст омада муайян шуд, ки консентрасияи 10% барои арзёбӣ ва таъсири кумулятивӣ мувофиқ буда ба ғуруҳи меъёрҳои ғайримарговар мансуб мебошад.

4.11. Омӯзиши таъсироти алергеннокӣ ва ангезандагии пайвастагии комплекси нуқра(I) бо албендазол

Барои муайян намудани ҳосияти ангезандагии ба сифати мисол аз харғушҳои зоти шиншила истифода карда шуданд. Тадқиқоти дар харғушҳои лаборатории (*Oryzomys cuniculus*) ва калламушҳои сафеди озмоишгоҳи гузаронида шуд.

Моддаҳои ки таъсири ҳашмкунанда ба пуст доранд дорад аз руи маълумотномаи Ҳабриев ба сифҳои 4-10 дохил мешаванд яъне ҳангоми ба пуст ё луобпардаҳои чашм афтодан хеле хатароваранд. Барои ҳамин таҳқиқот

дар пӯст ва луобпардаҳои ҳаргушҳои модда вазнашон 2,2кг то 2,4 кг буд ва калламушҳои сафеди вазнашон 250 г гузаронида шуд. Дар аввал маҳлулҳои 0,1%,0,5%,1%,1,5% ва 2% -ӣ пайвасти комплекси нукра бо албендазол тайёр карда шуд.

“Пӯсти ҳайвонот набояд дорои ягон осеби механикӣ бошад, аз ин рӯ барои тоза кардани пӯст истифодаи депилятор манъ аст. Мӯйро дар қитъаҳои симетрии пушти ҳаргӯшҳо, дар ду тарафи сутунмӯҳра метарошанд. Барои таҷриба ду гурӯҳи ҳайвонот истифода мешаванд; гурӯҳи аввал барои татбиқи моддаи омӯхташаванда ва гурӯҳи дуюм барои назорат хизмат мекунад. Вақти экспозиция барои ҳаргӯшҳо 4 соат ва барои калламушҳо ду соат буд. Мушоҳидаҳо пас аз татбиқи яккарата ва такрорӣ ду ҳафта давом кард. Маҳлули комплекси гирифташудаи нукраро ба 6% қитъаи пӯсти ҳайвонот дар миқдори қатъиян муайяншуда, аз ҳисоби 1 кг вазни бадан ва 1 см² сатҳи пӯст, ба таври баробар дар тамоми сатҳ паҳн карда, молиданд. Ба сифати ҳалқунанда вазелин ва равғани офтобпараст истифода шуд. Моддаи таҳқиқшаванда бо усули кушод дар ҳарорати муҳити 18-24°C молида шуд. Ҳамаи шаш ҳайвони назоратӣ дар шароити якхела қарор доранд. Пас аз анҷоми экспозиция, боқимондаи модда бо оби гарм ва собун тоза карда шуданд чунки бо мурури вақти зиёд манипулятсияҳо метавонанд боиси осеби пӯст шаванд. Барои муайян кардани параметрҳои миқдории захролудшавӣ ҳангоми резорбтсияи модда тавассути пӯст, маълумот дар бораи миқдори моддае, ки ба организм ворид шудааст, зарур аст. Барои ин мақсад бояд миқдори боқимондаи моддаро дар пӯст муайян кард» [137].

Ихтилоли функционалии пӯст бо пайдоиши эритема, варам, тарқишҳо, захмҳо, тағйирёбии ҳарорат ва суръати гузариши эпидермис, паст шудани муқовимати пӯст ба чараёни доимии электрикӣ, кам шудани қобилияти безаргардонии он тавсиф мешавад. Қобилияти арзёбии ҳолати функционалии пӯст аз рӯи шиддати эритема ва андозаи варам дар дастурҳо оварда шудааст. Дараҷаи вайроншавии пӯст аз шиддати ҳосиятҳои ҳашмқунандаи моддаи химиявӣ, концентратсияи он ва давомнокии таъсир

вобаста аст. Арзёбии шиддати хосиятҳои хашмкунанда ҳангоми як маротиба истифодабарӣ аз рӯи таснифоти зерин гузаронида мешавад.

Ҷадвал 4.15.- Баҳодии дараҷаи таъсири ангезандагӣ

Синфҳо	Суммаи миёнаи балли эритема ва варам-нишондиҳандаи миқдорӣ	Тавсифи дараҷаи таъсири ангезандагӣ
1	2	3
0	0	Таъсири ангезандагӣ вучуд надорад.Модда ба пуст безарар ҳисобида мешавад
1	0,1-2,0	Таъсири сусти ангезандагӣ
2	2,1-4,0	Таъсири ночизи ангезандагӣ ва зуд бартарафшаванда
3	4,1-6,0	Таъсири миёнаи ангезандагӣ.Эритема ва варам та таври зоҳири намоён мешаванд
4	6,1-8,0	Таъсири шадиди ангезандагӣ. Аломатҳо намоён буда, муддати муайян боқи мемонанд
5	8,0	Таъсири ғавқуллодаи ангезандагӣ. Хатари осеби бофтаҳоро ба вучуд меорад

Боз барои муайян намудани таъсири аллергенокӣ ва ангезандагии суспензияи аз пайвасти комплекси нукра бо албендазол тайёркардашуда ба ҳалтаи конъюнктивалии чашми рости ҳаргушон чаконда шуд ва чашми чапи ҳаргушон ҳамчун чашми назорати интиҳоб гардид. Пас аз чакондани суспензия ҳолати луопардаи чашм дар фосилаҳои вақти ним соат,1соат,8 соат, 24 соат ва 48соат зерин назорат қарор дошт. Муайянкунии таъсир таъқи дараҷаи сурхшавии канъюнктивӣ,варамии пилкҳо,ашкрезӣ ва ҳолати шохпардаи чашм анҷом дода шуд.

Натиҷаҳо нишон дорданд, ки ҳангоми чакондани маҳлули таҳқиқишавандаи нукра бо албендазол нишонаҳои варамӣ, гиперемияи устувор ё осеби шохпарда ба қайд гирифта нашуд. Дар консентарсияи баланд камтар аломатҳои сабуки гузаранда мушоҳида шуданд, ки бе даҳолати беруна дар муддати муайяни вақт бартараф шуданд. Ҳамин тариқ натиҷаи

таҳқиқотҳо нишон доданд, ки пайватагиҳои синтезкардашудаи нукра бо албендазол хосияти аллергеннокии назаррас надоранд.

4.12. Таҳқиқи хосиятҳои зиддимикробӣ ва зидди замбӯруғии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албенадзол

Фаъолияти зиддимикробӣ ва зидди замбӯруғии доруҳо тавассути тариқаҳои силсилаи дукаратаи онҳо дар МПБ (маводи ғизоии моеъ) ва диффузия МПА муайян карда шуд.

Тариқаҳои силсилаи дукарата дар МПБ.С спензияҳои тест-култураҳои якрӯза (штаммҳои музейӣ ва изолятҳои Эшериха кол, салмонелла ва пастурелла) дар маҳлули изотонии хлориди натрий дар миқдори 2×10^8 м.к. дар 1 мл истифода шуданд.

Концентратсияи ин пайвастагиҳо, ки боиси қатъи афзоиши тест-култура яъне шаффофияти маҳлул мешуд, ҳадди ақали бактериостатикӣ (МБсК) ҳисобида мешавад. Ҳангоми интиқол ба МПА (маводи ғизоии моеъ барои афзоиши бактерияҳо) ҳадди ақали концентратсияи бактерисидӣ (МБцК) муайян карда шуд, ки боиси марги микроорганизмҳо яъне набудани афзоиш дар давоми 48 – 72 соат мешуд.

Фаъолияти зиддимикробии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албенадзол дар муқоиса ба амписиллин дар таҷрибаҳои *in vitro* нисбат ба штаммҳои музейӣ ва изолятҳои патогенӣ гузаронида шуд.

Омӯзиши фаъолияти зиддимикробӣ бо усулҳои разрезаҳои силсилавӣ ва диффузия дар агар-агар гузаронида шуд. Аз маҳлули асосӣ порчаҳои пайдарпайи дукарата дар муҳити МПБ (шӯрбои гӯштӣ-пептонӣ) тайёр карда шуда, ҳаҷми корӣ 2 мл буд. Култураи якрӯзаи микробҳои тестӣ бо маҳлули изотонии хлориди натрий то концентратсияи 5 миллион ҷисмҳои микробӣ дар 1 мл суспензияҳо гузаронида шуд. Сипас, ба ҳар як найча 0,5 мл аз суспензияи омодашудаи микроорганизмҳо кушта шуд. Киштҳо дар ҳарорати 37°C дар давоми 24–48 соат инкубатсия карда шуданд. Пас аз анҷоми муҳлати инкубатсия натиҷаҳо ба ҳисоб гирифта шуданд. Концентратсияи ҳадди ақали бактериостатикӣ (МБсК) он ҳисобида мешуд, ки нисбат ба

назорат боздории афзоиши культурано ба вуҷуд меовард. Барои омӯзиши таъсири бактерицидии пайвастагиҳои санҷидашуда, аз найчаҳое, ки муҳити шаффоф доштанд, ба муҳитҳои зичи ғизоӣ кишт гузаронида мешуд. Консентратсияи ҳадди ақали бактерицидӣ (МБцК) он ҳисобида мешуд, ки ҳангоми кӯчонидани тест-култураҳо ба МПА (ағари ғӯштӣ-пептонӣ), ки моддаҳои санҷидашударо дар бар надошт, пурра боздошти афзоиш мушоҳида мегардид. Натиҷаҳо дар ҷадвали 4.16 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4.16.-Фаъолияти зиддимикробии нукра (I) албенадзол дар муқоиса бо амписиллин ва дибазол

Пайвастагиҳо	Конс. (1 мкг/мл)	Штаммҳо			
		E.coli	S.dublin	P.multocida	Trichophyton ph.
Нукра(I) албенадзол	МБсК	3,125	3,125	3,125	12,50
	МБцК	6,25	6,25	6,25	25,00
Дибазол	МБсК	31,20	31,20	15,60	62,50
	МБцК	62,50	62,50	31,20	125,00
Амписилин	МБсК	12,50	12,50	6,25	0
	МБцК	25,00	25,00	12,50	0

Муайян карда шуд, ки нукра (I) албенадзол нисбат ба тест-култураҳои таҳқиқшуда таъсири бактериостатикӣ ва бактерицидӣ мерасонад. Ҳассосияти баландтарин ба дибакобат дар *P. multocida* мушоҳида гардид (МБсК – 3,125 мкг/мл). Нисбат ба *E. coli* ва *S. dublin* нишондиҳандаи МБсК барои дибазол 31,20 мкг/мл-ро ташкил дод. МБсК амписиллин барои *P. multocida* – 6,25 мкг/мл, барои *E. coli* – 25,00 мкг/мл ва барои *S. dublin* – 12,5 мкг/мл мебошад.

Муҳаққиони кори [139-142] «муайян кардаанд, ки албендазол нисбат ба маводҳои санҷидашуда таъсири бактериостатикӣ ва бактерицидӣ дорад». Ҳассосияти баландтаринро ба маводи нави синтезкардашудаи нукра бо албенадзол чунин натиҷа дод; нисбат ба *E. coli* ва *S. dublin* МБсК- 6,25 мкг/мл-ро ташкил дод. МБсК-и ампицилин барои *P. multocida* – 6,25 мкг/мл ва барои *E. coli* ва *S. dublin* – 12,5 мкг/мл-ро ташкил дод.

Ҳамзамон, вариантҳои назоратии МПБ ва МПА бе дору омӯхта шуданд. Фаъолияти зидди гельминтии пайвастагиро дар гӯсфандони гурӯҳҳои гуногуни синну сол ва ҷинс, ки аз диктокаулез ва мониезиоз сироят ёфта буданд, муайян карданд. Барои ин мақсад ба гурӯҳи таҷрибавӣ ($n=10$) 2,0 г пайвасти нави синтезкардашудаи албендазолати нукра дар шакли гранулаҳои 22%-ӣ ба 50 кг вазни бадан дода шуд. Ба гурӯҳи назоратӣ ($n=10$) маводи нави синтезкардашуда дода нашуд. Пас аз 10 рӯз аз истифодаи пайвасти нави синтезкардашудаи албендазолати нукра, таҳқиқоти копрологӣ барои мавҷудияти гельминтҳо ва тухмҳои онҳо гузаронида шуд.

Партияи дору ғангоми дар ҳайвоноти гурӯҳҳои таҷрибавӣ нисбат ба гурӯҳи назоратӣ пас аз 10 рӯз тухми гельминтҳо муайян нашудан, фаъол ҳисобида мешуд ва таъсири гельминтсидӣ пас аз 10 рӯз қайд карда мешуд.

Тарикаи диффузия дар агар ҳамчун муҳити ғизоӣ МПА истифода шуд. Ба зарфҳои Петрии стерилӣ 15 мл муҳити ғизоии ғудохташудаи диаметраш 100 мм, ки дар сатҳи уфуқӣ ҷойгир буд, рехта шуд. Дар ҳар як зарф се ҷоҳча бо масофаи тақрибан 3 ё 4 см аз ҳамдигар ва аз канори зарф омода карда шуд. 1 мл пайвастагии таҷрибавӣ аз маҳлули 1:100 ба ҳар як ҷоҳча рехта шуд. Пеш аз ҳар як таҷриба, зарфҳои Петриро дар давоми 45-60 дақиқа дар термостат дар ҳарорати 36-37°C бо сарпӯшҳои кушода хушк карданд. Суспензия дар ҳаҷми 1 мл ба агар молида шуд ва бо ларзонидани зарф дар тамоми сатҳ баробар тақсим карда шуд. Сипас зарфро барои резиши моеъи зиёдатӣ, ки бо пипетка хориҷ карда шуд, ҳам карданд. Зарфҳо дар давоми 24 соат дар ҳарорати 36-37°C дар ҳолати чаппа инкубатсия карда шуданд, то ки шусташавии қабати микробӣ аз моеъи конденсатсионӣ пешгирӣ карда шавад. Мавҷудияти минтақаи боздории афзоиши микробҳо дар атрофи диск бо ёрии ченак чен карда шуд.

Дар ҷавдали 4.17 натиҷаҳои омӯзиши фаъолияти зиддимикробии моддаи нави синтезкардашудаи нукра бо албендазол ва маводи маълуми амписилин нисбат ба бактерияҳои Эшерихакол, салмонелла ва пастурелла оварда шудааст.

**Чадвали 4.17.- Минтақаи афзоиши хусусияти зиддимикробии пайвасти
комплексии нуқра бо албендазол ва амписилин нисбат ба сето бактерия**

Моддаҳо	Миқдор дар лунка, мг	Андозаи минтақаҳо, мм		
		E.Coli	Salmonella	Pasterella
Пайвасти комплексии нуқра бо албендазол	100	≤ 16-17	≤ 14-15	≤ 14-15
Амписилин	100	≤ 11-12	≤ 10-11	≤ 6-8

Чи хеле ки аз натиҷаҳои ҷадвал маълум аст маводи синтезкардашудаи албендазол нисбат ба ҳар се штаммҳои санҷидашуда таъсири хуби зиддимикробӣ дорад. Аз ҳама диаметри калонтарин нисбат ба штамми эшериха колли мушӣида карда шуд.

Ҳамин тариқ натиҷаҳои ба даст омада нишон медиҳад ки маводи химияви синтезкардашудаи нуқра бо албендазол нисбат ба амписилин хосияти зиддимикробкушандагии баландтарро доро мебошад ва метавонад дар оянда ҳамчун маводи фармокологӣ барои табобати бемориҳои бактериалӣ истифода шавад. Дар соҳаи чорводори бошад барои табобати пастереллёз ва салмонеллёз дар оянда метавонад истифода шавад.

ХУЛОСАҲО

1. Бо усули титркунии pH-метрӣ ҳосиятҳои кислотагӣ-асосии албендазол ва шаклҳои мавҷудияти он дар муҳити 6 мол/л сирко ва ДМСО дар доираи васеи муҳити pH омӯхта шуданд. Нишон дода шуд, ки бузургиҳои константаҳои ионизатсия вобаста ба табиати ивазкунанда дар молекулаи албендазол ба таври зерин тағйир меёбанд: $pK_a(\text{Алб-CH}_3\text{COOH})=12,89$; $pK_a(\text{Алб-ДМСО})=12,01$. [2-М; 4-М; 9-М; 11-М; 13-М; 14-М].

Бо усули потенциометрӣ нишон дода шуд, ки нукра(I) бо албендазол зина ба зина ду навъи пайвасти комплексиرو ҳосил намуд. Константаҳои устувории пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар муҳити 6 мол/л сирко ва ДМСО муайян карда шуданд. [3-М; 4-М; 9-М; 13-М; 14-М].

3. Бо ёрии усули термодинамикӣ, аз ҷумла истифодаи коэффисентҳои ҳарорат, бузургиҳои $\lg\beta$, ΔH^0 , ΔS^0 ва ΔG^0 барои реаксияи комплекҳосилкунии нукра(I) бо албендазол муайян карда шуданд. [1-М; 11-М; 14-М].

Шароити оптималии синтези 8 намуди пайвасти комплекси нави нукра(I) бо албендазол таҳия карда шуданд. Таркиб ва сохти пайвастаҳои ҳосилшуда дар асоси маълумоти таҳлили физикӣ-химиявӣ, спектроскопияи инфрасурх, рентгеноструктурӣ, масс-спекторскопия, РМЯ-спектроскопӣ ва термогравиметрӣ муайян карда шуданд. [5-М; 10-М].

Аз натиҷаҳои таҳқиқоти физикӣ-химиявӣ спектри инфрасурх ва рентгеноструктурӣ маълум гардид, ки молекулаҳои албендазол тавассути атоми нитрогени ҳалқаи пиридин ва сулфури гуруҳи тиоли координасия мешавад. [8-М; 14-М].

Ҳусусиятҳои биологии пайвастагиҳои комплекси нукра(I) бо албендазол, аз ҷумла сатҳи захрнокӣи шадид, музминӣ, аллергенӣ ва фаъолияти зиддимикробии онҳо омӯхта шуд. Муайян гардид, ки пайвастагиҳои навсинтезшуда на танҳо ҳосиятҳои ғайриаллергенӣ ва ғайриангезандагиро

доро мебошанд, балки захрнокии паст дошта, хосияти зиддимикробкушандагӣ низ зоҳир мекунанд. [6-М; 7-М; 8-М; 10-М; 12-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот

Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертационии анҷомдодашуда ба самти таҳқиқоти фундаменталӣ ва химияи физикӣ, аз ҷумла химияи координасионӣ ва равандҳои комплексҳосилкунии биометаллҳо бо биолигандҳо равона шудааст.

Маълумоти илмӣ-таҳқиқотии бадастомада оид ба пайвастагиҳои комплекси нукра(І) бо албендазол, таркиби стехиометрии комплексҳои ҳосилшуда, марҳилаи пайи ҳам ҳосилшавии онҳо, устувории комплексҳо метавонад барои васеъ намудани қорҳои илмӣ-таҳқиқотӣ оиди механизми таъсири байни ионҳои металҳои интиқоли ва биолигандҳо истифода шаванд.

Муайян намудани хусусиятҳои кислотагӣ-асосӣ ва донорӣ-аксептории албендазол, инчунин таъсири муҳити ҳалкунанда ба ҳолати ионизасия ва қобилияти комплексҳосилкунии лиганд имкон медиҳанд ки нақши сохти албендазол дар ҳосилшавии пайвастаҳои координасионии нукра(І) илман дақиқтар муайн карда мешавад. Муқоисаи натиҷаҳои илмӣ бадастомада оид ба таркиб, устуворӣ ва хусусиятҳои физикӣ-химиявии комплексҳои нукра(І) бо албендазол дар маҳлул ва ҳолати сахт барои муайян кардани таркиби комплекс, муҳити координасионӣ ва сохтори кристалии онҳо мусоидат мекунад. Ин раванд барои интиҳоби шароити оптималии синтези пайвастагиҳои нави координасионии нукра(І) аҳамияти амалӣ дорад.

Дар доираи таҳқиқот инчунин хосиятҳои биологӣ пайвастагиҳои комплекси нукра(І) бо албендазол омӯхта шудаанд. Натиҷаҳои бадастомада оид ба фаъолияти биологӣ пайвастагиҳои синтезшуда ва муқоисаи онҳо бо моддаҳои ибтидоӣ аҳамияти муҳим дорад. Дар сурати тасдиқи самаранокии биологӣ пайвастагиҳои синтезкардашуда,

натиҷаҳои мазкур метавонанд барои интиҳоби пайвастагиҳои дорои фаъолияти биологӣ ва гузаронидани таҳқиқоти минбаъдаи фармакологӣ ва токсикологӣ асос гузорад.

Усулҳои таҳияшудаи синтези комплексҳо барои олимони дар соҳаи синтези пайвастагиҳои координасионӣ, донишҷӯён, магистрон, унвонҷӯёни кафедраҳои химияи татбиқӣ, физикӣ ва коллоидии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, инчунин кафедраи химияи фармасевтӣ ва захршиносии Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи А.Сино бо мақсади муайян намудани фаъолияти биологӣ пайвастагиҳо тавсия дода мешаванд.

РУЙХАТИ АДАБИЁТ

1. Суфиев, Т.Д. Биологическое свойства координационных соединений серебра и триптофана: автореф.дис...кан. биол.наук: 14.00.25 / Т.Д.Суфиев. -Душанбе.-2009. -С. 24.
2. Содатдинова, А.С. Комплексообразование серебра(I) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в водно-диметилсульфоксидном растворителе/ С.М. Сафармамадзода, Т.Р.Усачева, К.С.Мабаткадамзода // Журнал физической химии. -2024. -Том. 98. -№ 4. -С 24-30.
3. Падейская, Е.Н. Фармакокинетика, левофлоксацина как основа режима дозирования и оптимизации схем лечения // Качественная клиническая практика. - 2005. -№ 2(3).-С. 55-68.
4. Леглер, Е.В. Исследование комплексообразования серебра(I) с трифункциональными аминокислотами: дис. канд. хим. наук. – Красноярск. -2001.- С.173.
5. Эргашева, Р.У. Синтез и исследование металлокомплексных соединений на основе 2-(3-гидроксипропил) бензимидазольных солей Co(II), Ni(II), Cu(II)/ Р.У. Эргашева, Н.Х. Джуракулова //Universum: химия и биология. -2022. -№6(96). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/1386>
6. Белаусова, З.П. Действие фенольных производных бензимидазола на рост ферментативных активность E.coli / З.П. Белаусова, Н.А. Кленова, И.А. Макеева//Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия. -2013.- № 9/1 (110). -С.122-127.
7. Рахмонова, Д.С. Синтез и исследование комплексных соединений сульфатов переходных металлов с 2-аминобензимидазолом / Д.С. Рахмонова, Ш.А. Кадирова, Л.Н. Гапурова, М.И. Олимова, М.С. Аманова // Universum: химия и биология:электронный научный журнал. - 2020. -№3(69). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/8931>
8. Murthy, Y.L.N., Durga, G., Jha, A. Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of some new 2-diazo-benzimidazole derivatives and their Ni(II), Cu(II), and Ag(I) complexes // Medicinal Chemistry Research.-2013. – Vol.22. №5. –P.2266-2272. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00044-012-0220-x>
9. Gibson S.B., Ness-Cohn E., Andersen E.C. Benzimidazoles cause lethality by inhibiting the function of Caenorhabditis elegans neuronal beta-tubulin.// International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance. -2022. -

Vol.20.-P.89-96. Dol: <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.004>

10. Имомов, Р.Б. Новые биологически активные координационные соединения Fe(II) и Cu(II) с дибазолом/ Р.Б. Имомов, З.Н. Юсупов, У.Р. Раджабов // Доклады Академии наук РТ. -2008. –Том. 51. -№5. -С. 362-366.

11. Ghorbanpour M., Soltani B., Ziegler C. J. Copper pyrazole complexes as potential anticancer agents: evaluation of cytotoxic response against cancer cells and their mechanistic action at the molecular level // Coordination Chemistry Reviews -2024. -Vol.502.-Article 113217. – DOI:<https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.113217>.

12. Раджабов, У.Р. Изучение равновесия комплексообразования в системе Fe (III)-Fe (II)- бензимидазол - вода / У.Р. Раджабов, Х.Д. Назарова, З.Н. Юсупов //Материалы науч.-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов «День науки».- Душанбе. -2001.- С.56.

13. Ёрмамадова, С.Г. Влияние ионной силы на образование координационных соединений в системе железо (III)- железо (II)-дибазол-сложный растворитель при 288,16 К / С.Г. Ёрмамадова, У.Р. Раджабов, З.Н. Юсупов // Доклады Академии наук РТ.- -2005. -Том. XLVIII, -№ 8. - С. 69-75.

14. Раджабов, У.Р. Оксредметрический, спектрофотометрический и кинетический методы установления состава гетеровалентных и смешаннолигандных комплексов железа (II, III) в водных растворах различных лигандов / У.Р.Раджабов, Е.Я. Оффенгенден, З.Н.Юсупов // Координационные соединения и аспекты их применения. -Душанбе. -ТГУ, - 1991. - Ч. 2. -С.126 - 139.

15.Содатддинова, А.С. Комплексообразование серебра (I) с N,N'-этилентииомочевиной, 1-формил -и 1-ацетил-3-тиосемикарбазидом: автореф. дис.канд. хим. наук. Душанбе. -2016.-С.23.

16. Раджабов, У.Р. Рахимова Р.Н., Ёрмамадова С. Г Фармакологические свойства азольных координационных соединений Cu и Zn // Обеспечение национальной системы биологической безопасности: практика, концепция, программы: Материалы международного научно-практического семинара. Душанбе. -2014. -С.116-120.

17. Мудинов, Х.Г. Комплексообразования серебра (I) с 1,2,4-триазолом в интервале температур 288,16-318,16 К / Х.Г. Мудинов, С.М Сафармамадов //

Вестник Таджикского национального университета. -2015.- № 1/5(188) - С. 136-142.

18. Усачева, Т.Р. Влияние сольватации реагентов на комплексообразование серебра(I) с эфиром 18-краун-6 в водно-диметилсульфоксидных растворителях / Т.Р. Усачева, И.А. Воронина, В.А. Кузьмина, В.А. Шарнин, Н.С. Сидоренко // Журнал физической химии. -2011.- Том. 85. -№ 6. -С 1047-1049.

19. Содатдинова, А.С. Комплексообразование серебра (I) с N,N'-этилентиомочевинной при 288,16-328 К / А.С. Содатдинова, С.М. Сафармамадов, А.А. Аминджанов, К.С. Мабаткадамова // Журнал физической химии. -2013. –Том. 87. -№ 6. -С 1047-1049.

20. Kulapina E.G., Snesev S.V. Potentiometric sensors based on organic ion exchangers of tetraalkylammonium and silver complexes with ampicillin, oxacillin, and cefazolin // Journal of Analytical Chemistry. -2012 Vol. 67. -P. 163-167. -DOI: <https://doi.org/10.1134/S1061934811120069>.

21. Golder R. K., Fitchett C. M., Wikaira J. L., Steel P. J. catena-Poly [silver (I)- μ -4-aminopyridine] perchlorate] a 1-D staircase coordination polymer // Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online. -2010 –.Vol. 66.- Pt.10.- P.m.1324. DOI: <https://doi.org/10.1107/S1600536810037682>

22. Samadov A. S., Mironov I. V., Kaziev, G. Z., Cherednichenko A. G., Faizullozoda E.F., Stepnova A.F. Thermodynamic Characteristics of Silver(I) Complex Formation with Selected N- and N,N'-substituted thioureas in aqueous solution // Russian Journal of Inorganic Chemistry. -2022.- Vol. 67.- P. 1617-1622.

23. Lu T., Yang C.C., Steren A., Fei F., Chen X., Xue Z. Synthesis and characterization of Ag(I) and Au(I) complexes with macrocyclic hybrid amine N-heterocyclic carbene ligands // New Journal of Chemistry. -2018. - Vol.42.-P. 4700- 4713. DOI: <https://doi.org/10.1039/C7NJ04020B>

24. Tahir N. M., Isab, A. A., Afzal F., Raza K., Muhammad S., Hanif M., Ahmad S., Gul T., Ahmad S. // Synthesis and characterization of silver(I) complexes of thioureas and thiocyanate: crystal structure of polymeric (1,3-diazinane-2-thione)thiocyanato silver(I) // Zeitschrift für Naturforschung B. -2015. Vol.-70.- No. 8.-P.541-546. DOI: <https://doi.org/10.1515/znb-2014-0263>.

25. Сафармамадов, С. М. Комплексные соединения с производными тиомочевины, азольсодержащими лигандами и аспекты их применения:

автореф. дис. докт. хим. наук. -Воронеж. -2008. -С. 41.

26. Содатдинова А. С. Комплексные соединения серебра (I) с N,N-этилентимочевиной / А. С. Содатдинова, С. М. Сафармамадов, К. С. Мабаткадамова, А. А. Амиджанов // Вестник Пермского университета. Серия Химия». - 2016.-№ 1 (21).-С.69-77.

27. Содатдинова, А. С. Комплексообразование серебра с N,N-этилентимочевиной при 288,16-328 К / А. С. Содатдинова, К. С. Мабаткадамова, С.М. Сафармамадов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан.-2013.-Том.56.-№7.-С.541-547.

28. Майстренко, В.Н. Комплексообразование меди (I) и серебра (I) с некоторыми органическими сульфидами в ацетоне и ацетонитриле / В.Н. Майстренко, Ю.И. Муринов, Л.Б. Резник, Ф.А. Амирханова, Ю.Е. Никитин // Журнал неорганической химии. -1983. –Т. 28. -вып.2. -С. 308-311.

29. Леглер, Е.В. Исследование комплексных соединений серебра(I) с трифункциональными аминокислотами. / Е.В. Леглер, В.И. Казбанов, А.С. Казаченко, Н.И. Павленко // Журнал неорганической химии.-2003.-Том.48. - №10.-С.1636-1641.

30.Удовенко, В.В. Комплексные соединения серебра с моноэтаноламином в водной и спиртовых средах / В.В. Удовенко, Г.Б. Померанц //Журнал неорганической химии. -1973. -Том. 18. вып.7. -С. 1773-1775.

31. Antonioli B., Bray D. J., Clegg J. K., Gloe K., Kataeva, O., Lindoy L. F., McMurtrie J. C., Steel P. J., Sumbly C. J., Wenzel M. Silver(I) complexation of linked 2,2-dipyridylamine derivatives: synthetic, solvent-extraction, membrane-transport and X-ray structural studies// Dalton Transactions. -2006. -P. 4783-4792. DOI: <https://doi.org/10.1039/B609738C>.

32. Удовенко, В.В. Комплексные соединения серебра с моноэтаноламином, 2-этил-и 2-диэтиламиноэтанолам / В.В. Удовенко, Померанц, Г.Б., Краснов, В.А. // Журн. неорганической химии -1970. –Т. 15.- вып.11. -С. 2923-2925.

33. Yaghi O. M., Li H., O’Keeffe M. Synthesis and structure of a metal-organic solid having the cadmium(II) sulfate net // MRS Proceedings.-1996. -Vol.453.-P.127-133 DOI:<https://doi.org/10.1557/>

34. Усачева, Т.Р. Термодинамические характеристики образования комплексов аланин-эфир 18-краун-6 в бинарных растворителях вода–ацетон / Т.Р. Усачева, И. А. Кузьмина, В. А. Шарнин, И. В. Чернов, Е. Маттеоли

- //Журнал физической химии. -2012. –Том. 86. -№ 1. -С. 42-45.
35. Чурсанов, Ю.В. Исследовали процесс растворения серебра в роданистых растворах / Ю.В. Чурсанов, Ю.М. Поташников, И.А. Каковский// Известия Академии наук СССР. Металлы. -1985. -№6. -С. 39-45.
36. Тулюпа, Ф.М. Состав и устойчивость комплексов серебра с производными тиомочевина в смесях воды с формамидом и диметилсульфоксидом / Ф.М Тулюпа, Е.Я. Байбарова, В.В. Моовчан, О.Г.Дзюба // Журн. неорганической химии - 1979. –Том. 24. -вып.4. -С. 988-993.
37. Семенов, И. М. Комплексообразование серебра(I) с этилендиамином и 2,2-дипиридиллом в бинарных растворителях диметилсульфоксид-ацетонитрил //Журнал физической химии -2022.-Том. 96.- № 4. -С. 488-494. DOI: 10.318,1657/S004446022204028X
38. Курышева, А.С. Термодинамика комплексообразования меди(II) с никотинамидом и кислотно-основных равновесий лиганда в водно-органических растворителях: автореф. дис.канд. хим. наук. -Иваново. -2004. -С. 19.
39. Майстренко, В.Н. Комплексообразование меди(I) и серебра(I) с некоторыми органическими сульфидами в ацетоне и ацетонитриле. / Ю.И. Муринов, Л.Б. Резник, Ф.А. Амирханова, Ю.Е. Никитин // Журнал неорганической химии. -1983. –Том. 28.- вып.2. -С. 308-311.
40. Пухов, С.Н. Влияние состава водно-ацетонитрильного растворителя на устойчивость комплексов серебра (I) с 2,2-дипиридиллом / С.Н Пухов, В.А. Шарманов, Г.А. Крестов, Е.Г. Валошина // Координационная химия - 1985. –Том. 11. –вып.3. - С. 324-327.
41. Семенов, И. М. Комплексообразование серебра(I) с этилендиамином и 2,2-дипиридиллом в бинарных растворителях диметилсульфоксид-ацетонитрил и диметилсульфоксид-метанол // автореф.дис.канд. хим. наук.-Иванова.-2015.-С.16.
42. Самадов А.С., Миронов И.В., Горичев И.Г. и др. Исследование комплексообразования серебра(I) с некоторыми производными тиомочевина в водном растворе// Журнал общей химии.-2020.-Том. 90. -С. 1738-1742.
43. Содатдинова, А.С. Комплексообразование серебра(I) с N,N-этилентиомочевинной, 1-формил- и 1-ацетил-3-тиосемикарбазидом

дис.канд.хим.наук:02.00.01.-Душанбе.-2016.-С.147.

44. Гессе, Ж. Ф. Комплексообразование серебра(I) с глицинат-ионом в водно-органических растворителях: дис. канд. хим. наук. –Иваново.-2010.-С.69-80.

45. Удовенко, В.В. Комплексные соединения серебра с моноэтаноламином, 2-этил- и 2-диэтиламиноэтанолом / В.В. Удовенко, Г.Б. Померанц, В.А. Краснов // Журнал неорганической химии. -1970. -Том. 15. вып. 11. -С. 2923-2925.

46. Brücher, E., Györi, B., Emri, J., Jakab, S., Kovács, Z., Solymosi, P., Tóth, I. Complexation properties of 1, 4, 10, 13 -tetraoxa- 7,16-diazacyclooctadecane-7-malonate, -7,16-bis(malonate) and -7,16-bis(α -methylacetate) // Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions, -1995.-No.-20.-P.3353-3357.-DOI: <https://doi.org/10.1039/DT995000335>.

47. Падейская, Е. Н. Метронидазол - антимикробный препарат для лечения бактериальных и протозойных инфекций // Русский медицинский журнал (РМЖ). -2005. –Том.13.-№ 14. -С. 909-916.

48. Брызгунов, В. С. Сравнительная оценка бактерицидных свойств серебряной воды и антибиотиков на чистых культурах микробов и их ассоциациях/ В. С. Брызгунов, В. Н. Липин, В. Р. Матросова // Научные труды Казанского медицинского института. Казань. -1964. -Том.14 - С.121-122.

49. Мосин, О. В. Коллоидное серебро в бионанотехнологии / О. В. Мосин, И. Игнатов // Бионанотехнологии и биоматериаловедение. -2012.-№ 5-6. - С.49-55.

50. Буду Г.В. Комплексообразование серебра с некоторыми гетероциклическими аминами в водно этанольных растворах / Г.В. Буду, А.П. Тхоряк // Журнал неорганической химии. -1980.-вып.4.-С.1006-1008.

51. Lansdown, A. B. G. Silver in Healthcare: Its Antimicrobial Efficacy and Safety in Use.- Cambridge: Royal Society of Chemistry. -2010.-P.-217.

52. Евстигнеева, Р. П. Каталитическая и биологическая активность органических комплексов благородных металлов (обзор) /Р.П. Евстигнеева, В. П. Пчелкин //Химико-фармацевтический журнал.-2003.-Том.37.-№ 11.-С.9-13.

53. Федоров, И. Наночастицы серебра:пакет минимум из 30бизнес-планов// Вестник инноваций. - 2005. - №1(2). - С. 10-16.

54. Игнатов, И., Мосин, О.В. Методы получения мелкодисперсных наночастиц коллоидного серебра// Интернет-журнале «Науковедение». - 2014.-вып. 3. -№3(22).-С.1-16.
- 55.Еремеева, К. В., Петрова, Е.И., Свистушкин, В. М. Протеинат серебра в ЛОР-практике: новое -это хорошо забытое старое? Российский медицинский журнал (РМЖ). -2015. -№23.- С.1381-1383.
56. Morris D., Ansar M., Speshock J., Ivanciuc T., Qu, Y., Casola A., Garofalo R. P. Antiviral and Immunomodulatory Activity of Silver Nanoparticles in Experimental RSV Infection // Viruses.-2019. –Vol.11.№8. -Article.732. DOI: <https://doi.org/10.3390/v11080732>.
57. Chen N., Xu X., Liu Y., Zhang Y., Li X., Zhang H., Wang X., Wang Y., Li Y., Zhang Z. Inhibitory effects of silver nanoparticles against adenovirus type 3 In vitro// Journal of Virological Methods.-2013. –Vol.193.-№2. -P. 409-416. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2013.07.020>.
58. Lara H. H., Ayala-Nuñez N. V., Ixtapan-Turrent L., Rodríguez-Padilla C. Mode of antiviral action of silver nanoparticles against HIV-1// Journal of Nanobiotechnology. -2010. –Vol.8 -Article.1. DOI: <https://doi.org/10.1186/1477-3155-8-1>
59. Букина, Ю.А. Антибактериальные свойства и механизм бактерицидного действия наночастиц и ионов серебра / Ю.А.Букина, Е.А. Сергеева //Вестник Казанского технологического университета. -2012. –Том.15.-№ 14. -С.170-172.
60. Григорьева, Л. В. Водоподготовка и очистка промышленных стоков / Л. В. Григорьева. -1973. -№ 10. - С. 9-13.
61. Мошорин, Г.В. Комплексообразование иона Ag^+ с пиридином в бинарном растворителе метанол-диметилформамид: изменения энтальпии и энтропии реакции / Г.В.Мошорин, Г.И.Репкин, В.А.Шарнин // Координатционная химия.-2007. -Том 33. -№5. -С.377-379.
62. Бирюкова, Н.П.Общие принципы доклинической оценки безопасности фармакологических лекарственных средств для ветеринарного применения / Н.П. Бирюкова, С.В.Русаков, В.В.Напалкова // Ветеринарный врач.-2018.-№1.-С. 3-9.
- 63.Choi S., Dickson R.M., Yu J. Developing luminescent silver nanodots for biological applications // Chemical Society Reviews.-2012. -Vol. 41, No.5.- P. 1867-1891. DOI:[10.1039/C1CS15226B](https://doi.org/10.1039/C1CS15226B)

64. Horowitz, H.H. new analysis of thermogravimetric traces / H.H. Horowitz, G.A. Metzger // *Analytical Chemistry*.-1963. -Vol. 35. №10.-P. 1464-1468. DOI:[10.1021/ac60203a013](https://doi.org/10.1021/ac60203a013)
65. Shahverdy A. R. Fakhimi A., Shahverdi H.R., Minaian S. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus* and *Escherichia coli* // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. – 2007. – Vol. 3.- № 2. – P.168–171.
66. Keiser, J., Utzinger, J. Efficacy of current drugs against soil-transmitted helminth infections: systematic review and meta-analysis // *JAMA*. 2008.-Vol.-299.-No.16. –P.1937-1948.
67. Horton J. Albendazole: a review of anthelmintic efficacy and safety in humans // *Parasitology*.-2000.-Vol. -121.-Suppl.S1.-PS113. -S132.
68. Lacey E. Mode of action of benzimidazoles // *Parasitology Today*.-1990. – Vol.6.-No. 4. -P.112-115.
69. Campbell W. C. Anthelmintics: Mechanisms of Action, Resistance, and New Directions // *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*.-2012.-Vol. 42.-No.6. -P.1111-1125.
70. Chai J.-Y., Jung B.-K., Hong S.-J. Albendazole and Mebendazole as Anti-Parasitic and Anti-Cancer Agents: an Update//*The Korean Journal of Parasitology*.-2021.-Vol.-59.-No.3.-P.-189-225.- DOI:[10.3347/kip.2021.59.3.189](https://doi.org/10.3347/kip.2021.59.3.189).
71. Нурматов Т.М., Биоактивные координационные соединения железа и цинка в цитрусоводстве / Т.М. Нурматов, М.М. Рахимова, З.Н. Юсупов, А.И.Гайваронская // Материалы научной конференции «Координационные соединения и аспекты их применения». –Душанбе: ТГУ. Сино,- 1996. -С.77
72. Callaghan V., Goodgame D.M.L., Tooze R.P. Platinum and other metal complexes of 2-methyl-5-nitrobenzimidazole and metronidazole // *Inorganica Chimica Acta*.- 1983.- Vol. 78.- No.1.-P. L1- L4.
73. Машковский, М. Д. Лекарственные средства: пособие для врачей: в 2 ч. Ч.2.-12-е изд., перераб. и доп.- М.: Медицина.- 1993. -Том.2.- С. 425.
74. Калетина, Н. И. N-Гликозиламины и микроэлементы.- Ереван: Издательство АН Армянской ССР, -1988. -С.160.
75. Имомов, Р.Б. Синтез и строение координационного соединения Cu(II) с альбендазолом / Р.Б. Имомов, З.Н. Юсупов, У.Р. Раджабов, С. Иззатулло //

Доклады Академии наук РТ. -2009. -Том. 52. -№1. -С. 44 - 48.

76. Раджабов, У.Р. Гомо- и гетеровалентные координационные соединения Fe(III)-Fe(II) с дибазолом / У.Р. Раджабов, Р.Б. Имомов, З.Н. Юсупов, С.Г. Ёрмамадова //Координационные соединения и аспекты их применения: сборник научных трудов. –Душанбе: Эр-Граф. -2002. Вып. 4. –С. 99-102.

77. Babják M., Königová A., Burcáková L., Komáromyová M., Dolinská M. U., Várady M. Assessing the Efficacy of Albendazole against *Fasciola hepatica* in Naturally Infected Cattle by In Vivo and In Vitro Methods // Veterinary Sciences. - 2021.-Vol.8.-No.11. –Art.249. DOI:10.3390/vetsci8110249

78. Бекназарова Н.С., Изучение острой токсичности комплекса Fe (III) с тиопирином / Н.С. Бекназарова, Р.А. Атовуллозода, С.Х. Нарзуллозода, Б.К. Рахматуллоев, Х.И. Раджабов, О.К. Хасанов // Медиинский вестник Национальной академии наук Таджикистана.-2022.-Т.ХII.-№1(41).-С.91-95.

79. Al-Sulami A. I., Basha M.T., AlGhamdi H.A., Albalawi S.S., Al-Zaydi K.M., Said M.A. Synthesis and Silver(I) Complexes Containin 3-Oxo-3-phenyl-2-(2-phenylhydrazono)propanal-Based Ligands as a Multifuntion Platform for Antimicrobial and Optoelectronic Applications // ACS Omega.-2023.-Vol.8.-No.26-P.23633-23643.- DOI: 10.1021/acsomega.3c 01646.

80.Белеванцев В.И. Об изменении констант равновесия комплексообразования в зависимости от состава водно-органического растворителя /В.И. Белеванцев, В.А. Федров // Координационная химия. -1977.-Том.3.-№5.-С.638-642.

81. Обухов А.В. Перспективы применения препаратов серебра для лечения ВИЧ-инфекции // Применение препаратов серебра в медицине препринт №3.- Новосибирск: Институт клинической иммунологии РАМН, Сибирское отделение РАН. -, 1994. -С. 6-12.

82. Леглер Е.В. Синтез и антимикробная активность комплексных соединений серебра с аргинином и глутаминовой кислотой / Е.В. Леглер, А.С. Казаченко В.И. Казбанов, О.В. Перьянова, О.Ф. Веселова // Химико-фармацевтический журнал.-2001.-Том. 35.-№ 9.-С. 35-36

83. Масленко А.А. Влияние серебряной воды и воды, консервированной серебром, на органы пищеварения // Врачебное дело. -1976. -№5. -С. 88-90.

84. Неёлова, О. В. Комплексные соединения и их роль в медицине / О. В. Неёлова, Д. Т. Бокиева // Международный студенческий научный вестник.–

2016. – № 3(ч.3). – С. 463.

85. Iravani S., Korbekandi H., Mirmohammadi S.V., Zolfaghari B. Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. *Research in Pharmaceutical Sciences*. 2014; 6(9): 385-406.

86. Jimenez-Lamana J., Laborda F., Bolea E., Abad-Álvaro I., Castillo J.R., Bianga J., He M., Bierla K., Mounicou S., Ouerdane L., Gaillet S., Rouanet J.-M., Szpunar J. An insight into silver nanoparticles bioavailability in rats. *Metallomics*. 2014; 6(12): 2242-2249.

87. Liao C., Li Y., Tjong S. Bactericidal and cytotoxic properties of silver nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019; 20(2): 449.

88. Quinteros M., Cano Aristizabal V., Dalmaso P. R., Paraje M.G., Páez P.L. Oxidative stress generation of silver nanoparticles in three bacterial genera and its relationship with the antimicrobial activity. *Toxicology in Vitro*. 2016; 36: 216-223.

89. Soni I., Salopek-Soni B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on E. coli as a model for Gram-negative bacteria. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2004; 275: 177-182.

90. Абросимов И.П. Лечение больных с гнойной инфекцией внутривенным введением аммиачного раствора хлористого серебра / И.П. Абросимов, М.М. Джамбанов, А.С. Поповский, В.И. Молчанов // *Хирургия*. - 1997. - №7. - С. 62-63.

91. Авакимян С.Б., Бахмутский Н.Г., Щимаева И.В. Способ лечения злокачественных опухолей: патент РФ № 2271209. Заявка № 2004124617/14; опубл. 10.03.2006.

92. Артёмова А.М. Серебро исцеляет и омолаживает. - Москва; - Санкт-Петербург: ДИЛЯ, 2002. - С. 142.

93. Бабенко Г.А. О применении микроэлемента серебра в медицине // *Микроэлементы в медицине*. - Киев, - 1977. - Вып. 7. - С. 3-8.

94. Безлепко А.В. Эффективность и безопасность применения колларгола в лечении неатопической бронхиальной астмы: дис. канд. мед. наук. - Москва. - 1999. - С. 189.

95. Безлепко А.В., Гуца И.А. Инструкция по медицинскому применению ионного и коллоидного серебра. - М.: ДИОД. - 2004. - С. 9.

96. Воронков М.Г. Антимикробное и гемостатическое действие серебряных

- производных полиакриловой кислоты / М.Г. Воронков, А.С. Коган, Л.М. Антоник, В.А. Лопырев, Т.В. Фадеева, В.И. Марченко, К.А. Абзаева // Химико-фармацевтический журнал.-2001.-Том. 35.-№ 5.-С. 19.
97. Евстигнеева Р.П. Каталитическая и биологическая активность органических комплексов благородных металлов / Р.П. Евстигнеева, В.П. Пчелкин //Химико-фармацевтический журнал.- 2003.- Том. 37.- №11.- С.9-13
98. Карякин Ю.В., Ангелов И. И. В. Чистые химические вещества: руководство по приготовлению неорганических реактивов и препаратов в лабораторных условиях.-4-е изд., перераб. и доп.-М.: Химия.-1974.-С.208.
99. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / пер. с франц., дополнения и общая редакция Ю.Ю.Лурье.– М.; Л.: Химия.-1965.-С.975.
100. Сафармамадов С. М., Мубораккадамов Д. А., Мабаткадамова К. С. Комплексообразование золота(III) с 1-фурфурилиденамино-1,3,4-триазолом / С. М. Сафармамадов, Д. А. Мубораккадамов, К. С. Мабаткадамова // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2015. – 1/5.(188). С – 154-159.
- 101.Альберт А., Сергент Е. Константы ионизации кислот и оснований/ пер.с англ.Е.Ю.Беляева, В.И.Зайонца, И.Я.Квитко, Б.В.пассета; подред. Б.А. порай-Кошица.-М.- Л.: Химия.-1964.-С.179.
- 102.Сафармамадов С.М. Комплексообразование золота(III) с 1-фурфурилиденамино-1,3,4-триазолом / С.М.Сафармамадов, Д.А. Мубораккадамов, К.С. Мабаткадамова // Вестник Таджикского национального университета. -2015. - № 1/5 (188). - С.154-159.
103. Сангов М.М. Комплексообразование серебра(I) с тиокарбогидразидом в интервале 288,16-328К / М.М. Сангов, С.М. Сафармамадов // Вестник Таджикского национального университета.Серия естественных наук. - 2015.- № 1/6 (191). - С.74-79.
104. Ёрмамадова С.Г. Комплексохосилкунии оҳан (II) бо мерказолил дар 298,16 К ва қувваи ионӣ 1,0 мол/л// С.Г. Ёрмамадова, И.У. Камолова, У. Рачабов // Докладҳои Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. -2021. Ҷ.64. -№11-12.-С. 694-700.
105. Гессе Ж.Ф. Комплексообразования серебра(I) с глицинат-ионом в водно-органических растворителях: автореф. дис. канд. хим. наук. Иваново. - 2010.

–С. 16.

105. Удовенко, В.В. Комплексные соединения серебра с моноэтаноламином, 2-этил-и 2-диэтиламиноэтанолам. / В.В. Удовенко, Померанц Г.Б., Краснов В.А. // Журнал неорганической химии. -1970. – Том 15. – Вып.11. -С. 2923-2925.

106. Содатдинова А.С. Комплексные соединения серебра с 1-метил-2-меркаптоимидазолом / А.С. Содатдинова, С.М. Сафармамадов, Б.Ф. Абдурахмонов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. -2020. -№4. -С.198-207.

107. Сурайё С.Б. Устойчивость комплексов серебра с 2-меркаптоимидазолом / С.Б. Сурайё, А.С. Содатдинова С.М. Сафармамадзода // Доклады национальной академии наук Таджикистана. -2022. –Том.46. -№11. -12. - С. 687-693.

108. Мошорин, Г.В. Комплексообразование иона Ag^+ с пиридином в бинарном растворителе метанол-диметилформамид изменения энтальпии и энтропии реакции / Г.В. Мошорин, Г.И. Репкин, В.А. Шарнин // Координационная химия. - 2007. -Том 33. -№5. –С.377-379.

109. Семенов, И.М. Зависимость энтальпий образования комплексов $Ag(I)$ –этилендиамин от состава ДМСО-ацетонитрильного растворителя / И.М. Семенов, Г.И. Репкин, В.А. Шарнин // Журнал физической химии. -2014. – Том. 88. -№ 1. -С. 49-53.

110. Мудинов Х.Г. Комплексообразование серебра (I) с 1,2,4-триазолом при 288,16-318,16. // С.М. Сафармамадов, А.Д. Хусайнов/ Известия Академии наук РТ. -2015. -№1 (158) – С. 99-105

111. Salameh S., Abul-Haj M., Quiros M., Salas J.M. 1,2,4-Triazolo[4,3-a]pyrimidines: a new kind of ligands. Structure of the silver(I) dimer with the 7-oxo derivative // Inorganica Chimica Acta. - 2005. –Vol.358. - P. 824–827.

112. Байбарова, Е.Я. Комплексообразование серебра с тиомочевинной и некоторыми её производными в водно-диметилформамидных растворах / Е.Я. Байбарова, Мовчан В.В., Дзюба О.Г. // Журнал неорганической химии - 1973. - Том 23. - вып.6. - С.1546-1548.

113. Гессе Ж.Ф. Комплексообразования серебра(I) с глицинат-ионом в водно-органических растворителях: автореф. дис. канд. хим. наук.- Иваново.- 2010.- С. 16.

114. Пухов С.Н. Влияние состава водно-ацетонитрильного растворителя на устойчивость комплексов серебра (I) с 2,2'-дипиридилем / С.Н. Пухов, В.А. Шарманов, Г.А. Крестов, Е.Г. Валошина // Координационная химия. -1985.- Том. 11. вып. 3. -С. 324-327.
115. Содатдинова, А.С. Комплексные соединения серебра (I) с N,N-этилентииомочевинной / А.С. Содатдинова, С.М. Сафармамадов, К.С. Мабаткадамова, А.А. Аминджанов // Вестник Пермского университета. Серия: Химия.-2016.-Том.6.-вып. 1(21). -С.69-76.
116. Ёрамамадова С.Г. Исследование комплексообразования в системе Ag(I)-альбендазол-уксусная кислота / С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Доклады Национальной академии наук Таджикистана.- 2025. Том. 68. -№ 9-10. -С. 879-888
117. Раджабов У. Физико-химических свойств координационного соединения серебра(I) с альбендазолом / У. Раджабов С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова // Доклады Национальной академии наук Таджикистана.- 2023. Том. 66. -№ 8-7. -С. 445-452.
118. Бойназарзода К.У. Комплексошосилкунии нуқра (I) бо албендазол // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав (маҷалла иилмӣ). Силсилаи илмҳои табиӣ. - Бохтар. - 2026. - № 2/3(150).
119. Cassol A., Di Bernardo P., Zanonato P., Portanova R., Tolazzi M. Thermodynamics of complex formation of silver with amines in dimethyl sulphoxide// Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions.-1987.-P.-657-659. DOI:<https://doi.org/10.1039/DT9870000657>
120. Ishiguro S. , Suzuki H., Jeliaskova B. G., Ohtaki H. Solvent Effects on the Formation of Copper(II) Chloro Complexes in Acetonitrile-Dimethyl Sulfoxide Mixtures// Bulletin of the Chemical Society of Japan.-1989.- Vol. 62.- № 1.-P. 39–44. DOI:<https://doi.org/10.1246/bcsj.62.39>.
121. Бек М. Химия равновесий реакций комплексообразования / М. Бек; пер. с англ. О.М.Петрухина; под ред. И.Н. Марова. – М.: Мир. -1973. – С.359.
122. Пятницкий, И. В., Сухан, В. В. Аналитическая химия серебра. М.: Наука.- 1975. –С.264.
123. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию.-Киев :Науково думка.-1976.- С.144.
124. Юсупов З.Н. Способ определения состава и констант образования

координационных соединений: патент РТ № TJ 295. -Заявка № 37000501 от 21.12.2000.- Опубликовано в бюллетене № 21.- 2001.

125. Капустин Е. И. – Решение некоторых классов математических задач в программе Excel [Электронный ресурс] / Е. И. Капустин.- Невинномысский химический колледж.-URL Невинномыск <https://exponenta.ru/educat/systemat/Kapustin/014.asp>(дата обращения:13.10.2026).

126. Васильев, В.П. Термодинамические свойства растворов электролитов: учебное пособие для химических специальностей вузов.- М.: Высшая школа.- 1982. – С.319.

127. Ефимона А.И., Зайцев В.Б., Казанцев Д.В., Болдырев Н.Ю. Современная инфракрасная спектроскопия: основы, методы, приборная база: учебное пособие для вузов.-СПб.: Лань.-2023.-С.-356.- ISBN 978-5-507-45721-2.

128. Bishop, J.L., King, S.J., Lane, M.D., Brown, A.J., Lafuente, B., Hiroi, T., Roberts, R., Swayze, R., Lin, G.A., J.F., Sánchez Román, M. Spectral Properties of Anhydrous Carbonates and Nitrates // Earth and Space Science.- 2021.-Vol. 8. No.10.-P.1-43.- DOI: <https://doi.org/101029/2021EA001844>.

129. Günzler, H., Gremlich, H.-U. IR Spectroscopy: An Introduction.- Weinheim: Wiley-VCH.-2002.-P.-361.

130. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие.-2е изд., пераб. и доп. –М.: Техносфера.-2015.-С.-703.

131. Das S., Merz K.M. Jr. Exploring the Frontiers of Computational NMR: Methods, Applications, and Challenges // Chemical Reviews.-2025.-Vol. 125.-No.19.-P.9256-9295.- DOI: <https://doi.org/....>

132. Rowe M. L., Wagstaff J.L., Howard M.J.NMR in Ligand Binding Studies // Modern NMR Techniques for Synthetic Chemistry / ed. J. Fisher.- Boca Raton: CRC Press.-2014.-P.-63-124.-(New Directions in Organic & Biological Chemistry).- ISBN 978-1-4665-9225-41 (eBook).

133. Горбунова, Ю.Г. Спектроскопия ЯМР-универсальный метод исследования структуры и магнитных свойств комплексов парамагнитных лантанидов в растворах (обзор) / Ю.Г. Горбунова, А.Г. Мартынов, К.П. Бирин, А.Ю. Цивадзе // Журнал неорганической химии.-2021.-Том.-66.-№2.-С.204-219. DOI: <https://doi.org/1134/S0036023621020091>

134. Филиппов, С.А. Введение в рентгеноструктурный анализ/ Introduction to X-ray structural analysis: учебное пособие.-СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС.-2024.-

C.112.-ISBN 978-5-7422-8820-6.- DOI:<https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/id24-565>

135. Paulik F., Paulik J., Erdey L. Der Derivatograph. I. Mitteilung: Ein automatisch registrierender Apparat gleichzeitigen Ausführung der Differentialthermoanalyse, der thermogravimetrischen und der derivative-thermogravimetrischen Untersuchungen // Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie.-1958.-Bd.160.-H.4.-S.241-252.-

DOI:<https://doi.org/10.1007/BF00458472>.

136. Раджабов У.Р., Ёрмамадова, С.Г., Ибодзода, С.Т., Султонов, Р.А., Бойназарова К.У. Сульфати мис албендазол дорои хосияти зиддигиччавӣ (Медь сульфат альбендазол, обладающий антигельминтной активностью): патент Республики Таджикистан №ТJ.1432. -Заявка №2301822 от 12 04 2023.- Зарегистрирован в Государственном реестре 24.10.2023.

137. Бойназарова, К.У. Хусусиятҳои биологии нитрати нуқра бо албендазол / К.У. Бойназарова, С.Г. Ёрмамадова, У. Раджабов // «Тибби муосир: анъанаҳо ва навоариҳо: Конференсияи байналмилалӣ илмию амалӣ ба муносибати 70-солагии .-Душанбе.-2022.-Қ.-2.-С.566-567

138. Скрыбина, А.Ю. Комплексные соединения редкоземельных элементов с некоторыми биологически активными лигандами: дис. канд. хим. наук: 02.00.01/ А.Ю. Скрыбина; Московский государственный университет тонких химических технологии им. М.В. Ломоносова.-Москва.-2014.-С.-241.

139. Снесарев С.В., Кулапинна, Е.Г. Комплексообразование серебра (I) с ампициллином, оксациллином, цефвизолином, цефотаксимом в водных растворах // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология.-2012 .-Том.12.-вып 1.-С.17-21.

140. Ugras S., Karagul P., Rasgele P.G., Yoldas P.A., Karagul B., Ugras H.I. Using Amino Acid-Silver Complexes Synthesized by Green Synthesis to Develop a New Antimicrobial Agent // Pharmaceutical Chemistry Journal.-2024.-Vol.57.-No.11.-P.1745-1753. -DOI:<https://doi.org/10.1007/s11094-024-03075-4>.

141. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 34th ed.-CLSI supplement M100.-Standards Institute.-2024.

142. MIC Values of Compounds and Ampicillin Sodium against Pathogenic Bacteria // Journal of Microbiology and Biotechnology.-2023.-Vol.33.- No.4.-P.543-551.- DOI:<https://doi.org/10.4014/jmb.2211.11055>.

**Рӯйхати мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои илмӣ ба тавсияи Комиссияи
Олии Аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр
шудаанд:**

- [1-М]. Бойназарова К.У. Физико-химических свойств координационного соединения серебра(I) с альбендазолом/ С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов// Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2023. Т. 66. -№ 8-7. -С. 445-452.
- [2-М]. Бойназарова К.У. Исследование комплексообразования в системе Ag(I)-альбендазол-уксусная кислота / С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раджабов // Доклады Академии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. 2025. Т. 68. -№ 9-10. -С. 879-888.
- [3-М]. Бойназарзода К.У. Комплексошудани нукра (I) бо албендазол /К.У. Бойназарзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав (маҷаллаи илмӣ) силсилаи илмҳои табиӣ. - Бохтар. - 2026. - № 2/3 (150).
- [4-М]. Бойназарзода К.У. Комплексошудани нукра (I) бо албендазол дар ҳалқунандаи органикӣ-ДМСО/ К.У. Бойназарзода, С.Г. Ёрамамадова, У. Раҷабов //Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара, Баҳши илмҳои табиӣ. -Данғара.-2026.-№1(35).-С.149-155.
- [5-М]. Бойназарова К.У. Синтез ва омӯзишинукра(I) боалбендазол/ С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов// Коференсияи байналмиллалӣ илмию амалии «Рӯшноии адабӣ дар илм», - Алмата.- 2022.-С.116-119
- [6-М].Бойназарова К.У. Синтез ва ҳосияти биологии пайвасти комплекси Ag(I) бо албендазол/ С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назариявӣ ҳайати устодону кормандони ИИТ ДМТ баҳшида ба «Солҳои рушди саноат (2022-2026)» ва «Бузургдошти Мавлоно Ҷалолиддини Балхи».Душанбе.- 2022.-С.-301-302.
- [7-М].Бойназарова К.У. Хусусиятҳои биологии нитрати нукра бо албендазол /С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Конференсияи байналмиллалӣ илмию амалии «Конфронси илмӣ-амалии байналмилалӣ ба муносибати 70-солагӣ «Тибби муосир: анъанаҳо ва навовариҳо».-Душанбе.-2022.-Т.-2.-С.566-567
- [8-М].Бойназарова К.У. Хусусиятҳои физикӣ-кимиёвӣ ва биологии

сулфати мис бо албендазол // С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Маводҳои Конференсияи XVIII илмӣ-амалии олимони ҷавон ва донишҷӯёни ДДТТ ба номи Абӯалӣ ибни Сино «Илм ва инноватсия дар тиб-2023». –Душанбе.2023.-Т.-2.-С.250.

[9-М]. Бойназарова К.У. Омӯзиши равандҳои комплекси нукра(I) бо албендазол дар маҳлулҳои сиркоӣ-обӣ // С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов //Мақтаби-конфронси умумироссиягии олимони ҷавон «ДНИ НАУКИ В ИГХТУ».Иваново.-2023.-С.188.

[10-М]. Бойназарова К.У. Хусусиятҳои физика-химиявӣ ва биологии нукра(I) бо албендазол// С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Консеренсияи байналмиллалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Рушди самтҳои нав дар химия ва технологияи химиявӣ» бахшида гиromидошти хотираи академики АМИТ, доктори илмҳои химия, профессор Сафиев Ҳайдар.-2023.-С.149-150.

[11-М]. Бойназарова К.У.Омӯзиши ҳосилшавии комплекси Ag(I) бо (5-(пропилтио)-1н бензимидазол-2-ил)кислотаи карбамини метил// С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов// конференсияи илмӣ-назариявии байналмиллалӣ дар мавзӯи «Рушди илмҳои химия, технология ва экология» бахшида ба 20-солагии таъсисёбии кафедраи «Технология ва экологияи химиявӣ» ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф».-Душанбе.-2023.-С.86.

[12-М]. Бойназарова К.У. Хусусиятҳои пайвастагиҳои комплекси нукра бо албендазол// С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Самтҳои афзалиятноки тадқиқот дар соҳаи тиб: кимиёи тиббӣ, биокимиё ва биофизика. Маҷмӯаи тезисҳои Анҷумани байналмиллалӣ илмӣ- амалӣ».-Бухоро.-2024.-С.343-344.

[13-М]. Бойназарова К.У. Омӯзиши комплексҳосилкунии нукра() бо албендазол дар ҳарорати 298K//С.Г. Ёрамамадова, К.У. Бойназарова, У. Раҷабов // Конференсияи умумидонишгоҳи илмию назариявии донишҷӯён, магистрон ва унвонҷӯёни ДМТ бахшида ба соҳаи рушди иқтисоли рақамӣ ва инноватсия (2025-2030), «700 солагии шоири ғазалсарои тоҷику форс Ҳофизӣ Шерозӣ» ва «115-солагии шоири халқии Тоҷикистон Боқӣ Раҳимзода».-Душанбе.-2025.-С.449-454.

[14-М]. Бойназарова К.У. Комплексиҳосилкунии нукра(I) бо албендазол

дар муҳити ДМСО// Конференсияи байналмилалӣи илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Проблемаҳои актуалӣ, ҳалли онҳо ва дурнамои рушди химияи муосир» дар Донишқадаи соҳибкорӣ ва педагогии Денов, Ҷумҳурии Ўзбекистон.-2025.-С.179.

Патент

15-М]. Бойназарова К.У. Сульфати мис албендазол дорои хосияти зиддигиҷҷавӣ/ Раджабов У.Р., Ёрмамадова С.Г., Ибодзода С.Т., Султонов Р.А., Бойназарова К.У.// Патент РТ №ТJ.1432. 2023г.

ЗАМИМА

ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН



ИДОРАИ
ПАТЕНТӢ

ШАҲОДАТНОМА

Шахрванд Бойназарова Қ.У.

муаллифи ихтирои

*Сулфати мис албендазол дорон
фаъолияти зиддиғиҷҷавӣ*

Ба ихтироъ
нахустипатенти № ТҶ 1432 дода шудааст.

Дорандан
нахустипатент МДТ "Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи
Абуалӣ ибни Сино"

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Раҷабов У., Ёрмамадова С.Г., Ибодзода С.Т.,
Султонов Р.А.

Аввалияти ихтироъ 12.04.2023

Таърихи рузи пешниҳоди ариза 12.04.2023

Аризаи № 2301822

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

24 октябри с. 2023 ба кайд гирифта шуд

Нахустипатент
этибор дорад аз 12 апрели с. 2023 то 12 апрели 2033 с.

Ин шаҳодатнома хангоми амалӣ гардонидани ҳукуку
имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо конуңгузории
ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР

М. Исмоилзода