ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҲИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН
БА НОМИ АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ

ВБД: 504.75.05 (575.3) ***Бо ҳуқуқи дастнавис***



САИДЗОДА МУҲАММАД РАҲИМ

АРЗЁБИИ ЭКОЛОГИИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ СӮЗИШВОРИИ БИОЛОГИИ БИОЭТАНОЛ ВА ИСТИФОДАШАВИИ ОН ДАР СОҲАИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ

ДИССЕРТАТСИЯ
барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ
аз рӯйи ихтисоси 2.9. Бехатарии фаъолияти инсон ва ҳифзи муҳити зист
(2.9.6. Экология)

Роҳбари илмӣ: доктори илмҳои техникӣ, дотсент, Сайдализода Абдурауф Сайдали

Душанбе – 2026

МУНДАРИҶА

МУҚАДДИМА 4

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ 7

БОБИ 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ 13

1.1. Таъсири нафт ва маводи нафтӣ ба муҳити зист 13

1.1.1. Тавсифи компонентҳои асосии таркиби бензин ва мушкилоти экологии истеҳсоли он 13

1.1.2. Гурӯҳбандӣ ва арзёбии экологии навъҳои сӯзишвории нафтии бензинӣ18

1.2. Гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ ва таъсири онҳо ба муҳити зист.. 22

1.2.1. Таъсири омилҳои антропогенӣ ба вазъи экологии биосфера..... 22

1.2.2. Таъсири партовҳои энергиябарандаҳои табиӣ ба вазъи экологии сайёраи Замин 26

1.3. Гурӯҳбандии экологии таъсири газҳои ихроҷшудаи нақлиёти автомобилӣ ба муҳити зист 37

1.3.1. Вобастагии миқдори ҳосилшавии партовҳои газӣ ва аэрозолӣ ба навъи бензини истифодашуда ва тамғаи нақлиёти автомобилӣ 37

1.3.2. Арзёбии экологии таъсири партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба муҳити зист..... 43

1.3.3. Арзёбии экологии таъсири партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба организми инсон..... 46

1.4. Таҳлили назарияҳои вобастагии гармшавии ҳарорати иқлими сайёраи Замин ба зиёдшавии ғализоти газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ 49

1.4.1. Таҳқиқ ва таҳлили тағйирёбии глобалии иқлими сайёраи Замин таҳти таъсири омилҳои табиӣ 49

1.4.2. Таҳлили назарияҳои тағйирёбии глобалии иқлими Замин таҳти таъсири газҳои гармхонаӣ..... 53

1.5. Ҳолати кунунии таҳқиқот оид ба биоэтаноли насли дуюм ва истифодаи он дар нақлиёт..... 58

БОБИ 2. ОБЪЕКТ ВА МЕТОДҲОИ ТАҲЛИЛ (ҚИСМИ ТАҶРИБАВИИ КОР) 61

2.1. Экстраксияи липидҳои таркиби растаниҳои таҳқиқшаванда..... 61

2.2. Муайян намудани миқдори умумии компонентҳои хосияти кислотагидоштаи таркиби ғузапояи пахта 63

2.3. Бо усули хроматографияи найчавӣ идентификатсия намудани кислотаҳои таркиби ғузапояи пахта..... 65

2.4. Таҳқиқи фенолҳои таркиби ғузапояи пахта бо усулҳои хроматографияи маҳинқабат ва қоғазӣ 69
2.5. Таҳлили нишондиҳандаҳои биохимиявии липидҳои таркиби ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда 74
2.5.1. Муайян намудани нишондиҳандаи биохимиявии адади кислотанокӣ .. 74
2.5.2. Муайян намудани пайвастагиҳои носери таркиби экстракти ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда 78
БОБИ 3. ТАҲЛИЛИ НАТИҶАҲО 85
3.1. Арзёби экологии технологияи истеҳсоли сӯзишвории биологии биоэтанол дар асоси партовҳое, ки таркибашон аз ангиштобҳо бой мебошанд..... 85
3.1.1. Тавсиф ва арзёбии экологии технологияҳои амалкунандаи истеҳсоли этанол 85
3.2. Арзёбии экологӣ ва ҷанбаҳои физикию-химиявии технологияи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта..... 92
3.2.1. Афзалиятҳои экологии истеҳсоли биоэтанол аз ғузапояи пахта 92
3.2.2. Ҷанбаҳои экологӣ ва физикию химиявии ҷудо намудани липидҳои таркиби ғузапояи пахта 96
3.2.3. Усули нави муайян намудани миқдори пайвастагиҳои фенолии таркиби экстракти ғузапояи пахта 104
3.2.4. Ҷанбаҳои экологӣ ва технологии ҳосил намудани госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ дар асоси партовҳои истеҳсоли биоэтанол..... 109
3.2.5. Ҷанбаҳои технологӣ ва арзёбии экологии ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта..... 116
3.3. Арзёбии экологии истифодашавии биоэтаноли ҳосилкардашуда ҳамчун модификаторҳои беҳтаркунандаи сифати сӯзишвории бензинӣ 126
3.3.1. Ҳолати парки автомобилӣ ва истеъмоли сӯзишвории нафтӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон..... 126
3.3.2. Таъсири баландӣ аз сатҳи баҳр ба таркиби газҳои истифодашудаи автомобили бензинӣ дар роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол» 129
3.3.3. Асосноккунии истифодаи омехтаҳои бензин-биоэтанол дар шароити баландкӯҳ 135
Хулосаҳо 139
РӮЙХАТИ АДАБИЁТ 142
ЗАМИМАҲО 165

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Солҳои охир дар Ҷумҳурии Тоҷикистон раванди шиддатноки автомобиликунонӣ ба мушоҳида мерасад, ки ин боиси зиёд шудани сарборӣ ба инфрасохтори роҳ ва муҳити зист мегардад. Мувофиқи маълумоти расмии Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, то 1 январи соли 2026 шумораи воситаҳои нақлиёти бақайдгирифташуда дар кишвар аз 800 ҳазор адад гузашт. Танҳо дар давоми соли охир парки автомобилӣ 99,7 ҳазор адад (ё 14,2%) зиёд шудааст. Барои муқоиса, дар соли 2021 ин нишондиҳанда ҳудуди 527 ҳазор ададро ташкил медод. Наздики 80%-и тамоми воситаҳои нақлиётро автомобилҳои сабукрав ташкил медиҳанд. Беш аз 67 ҳазор воситаи нақлиёт дар фаъолияти хоҷагидорӣ (боркашонӣ, мусофирбарӣ ва таксӣ) истифода мешавад.

Ҷумҳурии Тоҷикистон маҳсулоти нафтиро қариб пурра аз хориҷи кишвар ворид мекунад, ки ин вобастагии энергетикиро бештар месозад. Танҳо дар нимсолаи аввали соли 2026 ба кишвар 922 ҳазор тонна маҳсулоти нафтӣ ворид карда шуд, ки ин нисбат ба ҳамин давраи соли гузашта 11% зиёд аст (дар маҷмӯъ, барои соли 2024 воридоти маҳсулоти нафтӣ зиёда аз 1 миллиону 52 ҳазор тоннаро ташкил дода буд). Ҳаҷми солонаи воридоти бензин вобаста ба талабот зиёда аз 350-400 ҳазор тоннаро ташкил медиҳад. Иқтисодиёти кишвар ба шиддат аз як таъминкунанда вобаста аст – зиёда аз 71-91% маҳсулоти нафтӣ аз Федератсияи Россия ворид мегардад.

Бинобар баланд будани нархи бензин зиёда аз 40-50%-и автомобилҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ба сифати сӯзишворӣ гази моеъро истифода мебаранд, ки он асосан аз Ҷумҳурии Қазоқистон ворид мешавад. Бо вуҷуди ин, талабот ба бензини хушсифат (АИ-92 ва АИ-95) дар шаҳрҳои калон устувор боқӣ мемонад.

Нақлиёти автомобилӣ манбаи асосии ифлоскунандаи ҳавои шаҳрҳои Тоҷикистон, маҳсусан шаҳри Душанбе мебошад. Мувофиқи ҳисоботи *базаи маълумоти Asian Transport Outlook (ATO)* соҳаи нақлиёт барои 7%-и умумии партовҳои PM 2.5 дар кишвар масъул аст. Дар ин замина, нақлиёти автомобилӣ 100%-и партовҳои соҳаи нақлиётро тавлид мекунад (саҳми нақлиёти роҳи оҳан ва авиатсияи дохилӣ ночиз аст).

Сатҳи баланди партовҳо бо се омили асосӣ алоқаманд аст:

1. Куҳна будани парки автомобилӣ (қисми зиёди мошинҳо сохти марҳилаҳои аввали Евро мебошанд ва системаи нейтрализатсияи газҳоро надоранд).

2. Сифати техникӣ ва сӯзишвории сифтан пасти воридшаванда.

3. Дар сохтори партовҳои роҳ мошинҳои гаронвазн (Heavy Duty Vehicles) 68% ва мошинҳои сабукрав 23%-и партовҳои PM 2.5-ро ташкил медиҳанд.

Яке аз роҳҳо ва дурнамои истифодаи биоэтанол дар Тоҷикистон истифодаи биоэтанол (спирти этилии техникӣ, ки аз ашёи хоми растанӣ гирифта мешавад) ҳамчун илова ба бензин (масалан, омехтаҳои E5, E10) барои шароити Тоҷикистон аҳаммияти стратегӣ ва экологӣ дорад.

Ҷумҳурии Тоҷикистон имкони зиёди парвариши ашёи хом барои биоэтанол (ғӯзапояи пахта, ҷуворимакка, гандум, лаблабуи қанд ва партовҳои саноати коркарди меваю ангур)-ро дорад. Ин соҳа метавонад ҷойҳои нави корӣ таъсис дода, бахши кишоварзиро ривоҷ диҳад.

Дар даҳсолаи охир мавзуи арзёбии экологии истифодаи энергиябарандаҳо ба биосфера ва таъсири он ба тағйирёбии иқлими сайёраи Замин аз номгуйи мавзуъҳое мебошад, ки таваҷҷуҳи олимон ва муҳаққиқони соҳавии тамоми дунёро ба худ ҷалб намудааст.

Тавре маълум аст, вайроншавии экологияи муҳити зист, ки он боиси тағйирёбии иқлим гардидааст, дар оянда метавонад ба сиклҳои гардиши баъзе моддаҳо дар табиат таъсири манфии худро расонад. Чунин тағйирёбӣ боиси дигаргун гаштани равандҳои муътадили биохимиявӣ дар организмҳои зинда гардида, ба аз байн рафтани баъзе намояндагони флора ва фаунаи табиат метавонад мусоидат намояд.

Дар асоси пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидаи худ олимон ва муҳаққиқони соҳавӣ муайян намудаанд, ки яке аз сабабҳои тағйирёбии иқлими сайёраи Замин зиёдшавии газҳои гулхонагӣ дар сатҳи атмосфера ба ҳисоб меравад. Муайян гардидааст, ки як зумра компонентҳои асоси таркиби газҳои

гулхонагӣ марбут ба карбогидрогенҳои нафтӣ ва маҳсули реаксияи сӯзиши энергиябарандаҳои табиӣ мебошанд.

Аз ҳамин лиҳоз, ҳангоми истифодаи энергиябарандаҳои табиӣ ҳамчун сӯзишворӣ коркарди вариантҳои оптималии экологии коҳиш додани миқдори газҳои гулхонагӣ яке аз мавзуъҳои аҳаммияти калони амалӣ доштаи илми экологияи муҳандисӣ ба ҳисоб меравад.

Мавзуи арзёбии экологии ҳосил намудан ва истифодашавии сӯзишвории биологии биоэтанол дар соҳаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки кори диссертатсионии мазкур онро фаро мегирад, яке аз мавзуъҳои мубрами илм ва истеҳсолоти ватанӣ ба ҳисоб рафта, натиҷаҳои он метавонад дар ҳалли мушкилоти экологии ҷойдошта заминагузорӣ намуда, дар рушди ҳадафи чоруми миллӣ – саноатикунонии босуръати кишвар саҳми назарраси худро гузорад.

Дараҷаи таҳқиқи мавзуи илмӣ. Мавзуи коркарди вариантҳои коҳиш додани миқдори партовҳои газии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда, коркарди технологияҳои нав ва афзалияти экологидошта, истеҳсол кардани сӯзишвориҳои алтернативии биологӣ ва арзёбии экологии истифодашавии онҳо муҳиммияти махсусро пайдо намудааст. Мубрамии мавзуи экологиро ба инобат гирифта, аз ҷониби олимони хориҷӣ Иванов В.Н. [51], Коваленко В.П. [57], Кутенёв В.Ф. [64], Марков В.А. [70], Варнаков В.В. [89], Ботоногов Е.В. [112], Кадушкин А.С. [71], Kitzing L. [168], Kumar S. [172], Shrestha P. [171], Guzman D. [157], Ko J.K. [169] корҳои зиёде анҷом дода шудааст, ки дар пешрафти ин самт саҳми худро гузоштаанд.

Дар солҳои охир таҳқиқоти хориҷӣ ба се масъалаи ба мавзуи диссертатсия наздик равона шудаанд: коркарди пешакӣ ва табдили ферментативии ғӯзапояи пахта ба этанол, таъсири омехтаҳои бензин-этанол ба партовҳои танзимшаванда ва танзимнашаванда ва таъсири баландии маҳал ба партови автомобилҳо. Натиҷаи ин корҳо зиддиятнок буда, аз реҷаи кори муҳаррик, навъи системаи идоракунӣ ва усули ченкунӣ вобастаанд. Барои роҳҳои кӯҳии Тоҷикистон маълумоти ченкунии таркиби газҳои истифодашуда

дар баландиҳои гуногун то ба наздикӣ вуҷуд надошт, ҳосили воқеии этанол аз ғӯзапояи навъҳои маҳаллӣ низ муайян нашудааст. Маҳз ҳамин ду холигӣ самтҳои асосии таҳқиқотро муайян мекунанд.

Дар самти коркарди технологияҳои муфиди сӯзишвориҳои алтернативӣ ва арзёбии экологии истифодаи онҳо дар соҳаҳои мухталифи саноат ва нақлиёти автомобилӣ аз ҷониби олимон ва муҳаққиқони ватанӣ Абдуллоев М.А. [12], Амирзода О.Ҳ. [36], Гулаҳмадов Ҳ.Ш. [35], Маҳмудова Т.М. [37], Холиқов Ш.Х. [121], Ҳақдодов М.М. [38], Иброҳимзода Д.Э. [49], Сайдализода А.С. [108] ва шогирдони онҳо тадқиқот гузаронида шудааст, ки натиҷаҳои он дар пешрафти илм ва истеҳсолотӣ ватанӣ заминагузорӣ шуда истодаанд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзуъҳои илмӣ. Мавзуи кори диссертатсионӣ бо барномаҳои давлатии «Барномаи давлатии экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2028» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 1 марти соли 2023, №53), «Стратегияи миллии мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 2 октябри соли 2019, №482), «Барномаи миёнамуҳлати рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2021-2025» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 апрели соли 2021, №168), «Барномаи мақсадноки давлатии рушди комплекси нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2025» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 1 апрели соли 2011 №165) марбут аст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Коркарди технологияи муфид ва афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол ва арзёбии экологии истифодашавии он ҳамчун модификатори камкунандаи миқдори партовҳои газӣ ва аэрозолӣ дар намунаи сӯзишвориҳои бензинӣ.

Вазифаҳои таҳқиқот. Ҷиҳати татбиқи мақсади таҳқиқот вазифаҳои зерин гузошта шудаанд:

-арзёбии экологии таъсири карбогидрогенҳои марбутаи фраксияи бензинии нафтӣ ба фаъолияти муътадили афзоишу инкишофи растаниҳо ва организми инсон;

-коркарди технологияи муфид ва афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта;

-ҷанбаҳои биохимиявӣ, физикӣ-химиявӣ ва арзёбии экологии биотехнологияи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта;

-арзёбии экологии истифодаи биоэтанол ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшаванда;

-муайян намудани таъсири баландӣ аз сатҳи баҳр ба таркиби газҳои истифодашудаи автомобили бензинӣ дар роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол» ва асосноккунии барномаи озмоиши омехтаҳои бензин-биоэтанол дар шароити баландкӯҳ.

Объекти таҳқиқот. Раванди ташаккули сарбории экологӣ ба ҳавои муҳити зисти аз партови воситаҳои нақлиёт ва усулҳои кам кардани он бо истифода аз сӯзишвории алтернативӣ.

Мавзуи таҳқиқот. Арзёбии экологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ.

Навгонии илмии таҳқиқот:

-мушкилоти экологии соҳаи нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян гардида, ҷанбаҳои экологии он омӯхта шудааст;

-бори нахуст технологияи нав ва аз ҷиҳати экологӣ бартаридоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта коркард гардида, ҷанбаҳои физикию химиявии он таҳқиқ гардидааст;

-дар асоси биоэтанол ва сӯзишвории бензинӣ сӯзишвориҳои модификатсия кардашудаи аз лиҳози экологӣ афзалиятнок пешниҳод гардида, талабот ба сифати биоэтаноли сӯзишворӣ ва шартҳои озмоиши онҳо асоснок карда шудааст;

-бори нахуст дар шароити воқеии роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол» (801 – 2615 м аз сатҳи баҳр) вобастагии хаттии консентратсияи карбогидрогенҳо

(тақрибан 9,4–9,7 млн$^{-1}$ ба ҳар 1000 м), оксидҳои нитроген ва CO_2 дар газҳои истифодашудаи автомобили гибридии бензинӣ аз баландӣ муайян гардида, барномаи илман асосноки озмоиши омехтаҳои бензин-биоэтанол дар баландкӯҳ таҳия шудааст.

Аҳаммияти назариявӣ ва илмию амалии таҳқиқот:

-технологияи муфиди ҳосил намудани сӯзишвории алтернативии биологии биоэтанол дар оянда метавонад дар рушди соҳаи истеҳсолоти сӯзишвориҳои алтернативӣ заминагузорӣ намуда, ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи миқдори газҳои гулхонагии сӯзишвориҳои нафтии бензинӣ истифода шавад;

-натиҷаҳои таҳқиқот ва истифодаи сӯзишвории модификатсияшудаи бензин-этанолӣ (Е10: 90% ҳаҷмии бензин ва 10% ҳаҷмии биоэтаноли беоб) метавонанд аз ҷониби Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳангоми таҳияи меъёрҳо ва стандартҳои миллии экологӣ барои воситаҳои нақлиёти автомобилӣ дар шароити баландкӯҳ (аз ҷумла барои шоҳроҳи Душанбе – Хуҷанд – Чаноқ) истифода шаванд;

-технологияи коркарди комплексии ғӯзапояи пахта имкон медиҳад, ки мушкилоти безараргардонӣ (утилизатсия)-и партовҳои калонҳаҷми соҳаи кишоварзӣ дар ҷумҳурӣ ҳал карда шавад. Ин усул сӯзондани мавсимии ғӯзапояро дар саҳроҳо ба куллӣ коҳиш дода, сарбории экологиро ба атмосфера ва ташаккули газҳои гулхонагӣ дар минтақаҳои пахтакори Тоҷикистон кам мекунад;

-усули пешниҳодшудаи ҷудокунии маҳсулоти иловагӣ (консентрати полифенолии госсипол, кислотаҳои лиму себ) дар раванди гидролизи ғӯзапоя барои корхонаҳои кимиёвию фармасевтӣ ва саноати хӯрокворрии Ҷумҳурии Тоҷикистон заминаи ашёи хоми ватаниро ба вуҷуд оварда, ба барномаи давлатии ивазкунандаи воридот (импортозамещение) мусоидат менамояд;

-тавсияҳо оид ба хосиятҳои физикию кимиёвии сӯзишворрии омехтаи бензин-этанолӣ метавонанд аз ҷониби ширкатҳои воридкунанда ва таъминкунандаи маҳсулоти нафтии ҷумҳурӣ барои ташкили истеҳсоли

саноатии сӯзишвории алтернативии экологӣ ва баланд бардоштани самаранокии кори муҳаррикҳои инжекторӣ дар шароити норасоии оксиген дар баландкӯҳҳо истифода шаванд;

-коркардҳои усулие, ки дар рафти иҷрои таҳқиқоти эксперименталӣ ба даст оварда шудаанд, метавонанд ҳангоми иҷрои чунин таҳқиқот истифода гарданд.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

-таҳия ва пешниҳоди технологияи муфиди ҳосил намудани сӯзишвории алтернативии биологии биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта, пешниҳод гардидааст;

-натиҷаҳои таҳлили ҷанбаҳои биохимиявӣ, физикӣ-химиявӣ ва экологии технологияи коркардгардидаи истеҳсоли биоэтанол ва истифодабарии он ба ҳайси модификатори беҳдошткунандаи сӯзишвориҳои нафтии бензинӣ, асоснок карда шудааст;

-вобастагиҳои миқдории таркиби газҳои хориҷгардидаи нақлиёти автомобилии бензинӣ аз баландӣ ва асосноккунии таъсири тағйирёбии фишори атмосферӣ ба усули назорати заҳрнокӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ, исбот шудааст.

Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳо. Эътимоднокии натиҷаҳои бадастовардашуда тавассути истифодаи усулҳои муосири таҳлили химияи органикӣ ва нафтохимия, тариқаҳои таҳлили физикию химиявӣ ва усулҳои биохимиявии таҳлил асоснок гардидааст. Эътимоднокии натиҷаҳои ченкуниҳои саҳроӣ бо истифодаи газтаҳлилкунандаи тафтишшуда (санаи тафтиш 25.01.2026), такрори ченкуниҳо (n = 6 дар ҳар силсила) ва коркарди омории онҳо (тақсимоти Стюдент, P = 0,95; регрессияи хаттӣ; таҳлили дисперсионӣ) таъмин карда шудааст.

Дар кор усулҳои химияи органикӣ ва аналитикӣ (экстраксия, титрсанҷии потенсиометрӣ, хроматографияи найчавӣ, маҳинқабат, қоғазӣ ва газӣ-моеъгӣ, спектроскопияи инфрасурх ва ултрабунафш), усулҳои биотехнологии гидролиз ва ферментатсия, ченкуниҳои саҳроии таркиби газҳои истифодашуда бо газтаҳлилкунандаи «Автотест» ва усулҳои коркарди оморӣ (тақсимоти

Стюдент, регрессияи хаттӣ, таҳлили дисперсионии якомила, меъёри Уэлч) истифода шудаанд.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ. Таҳқиқот дар доираи ихтисоси 2.9. Бехатарии фаъолияти инсон ва ҳифзи муҳити зист (2.9.6. Экология) ба иҷро расонида шудааст. Мавзуи диссертатсия ба бандҳои зерини шиноснома мутобиқат мекунад: 3.1. Арзёбии ҳамаҷонибаи таъсири воситаҳои нақлиётӣ ва системаҳои нақлиёт (аз ҷумла марҳилаи сохтмон) ба экосистемаҳои табиӣ дар сатҳҳои гуногун. 3.2. Омӯзиши ифлосшавии ҷузъҳои муҳити зист (об, хок, ҳаво, растаниҳо) аз ҷониби воситаҳои нақлиёт ва воситаҳои техникии нақлиёт бо мақсади таҳияи меъёру стандартҳои аз ҷиҳати экологӣ асоснок оид ба паст ва ё бартараф намудани таъсири фаъолияти нақлиётӣ ба муҳити зист. 3.5. Асосҳои илмии ҷойгиркунӣ, нигоҳдорӣ, интиқол ва нобудсозии партовҳои заҳролуд ва дигар партовҳои аз фаъолияти нақлиётӣ ҳосилшуда. 3.6. Асосноккунии илмӣ, таҳия ва такмили воситаҳои нақлиёт, иншоот ва системаҳои нақлиёт, усулҳои танзими фаъолияти лоиҳакашӣ ва таҳқиқотӣ, таъмини пешгирӣ ва кам кардани таъсири манфӣ ба муҳити зист. 3.7. Таҳқиқоти илмӣ дар соҳаи ба вуҷуд овардани воситаҳои нақлиётии аз ҷиҳати экологӣ тоза, технологияи сабз, энергия ва захира сарфакунанда. 3.8. Ташаккул ва такмил додани системаи мониторингӣ экологӣ дар нақлиёт.

Саҳми шахсии довталаби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот. Саҳми шахсии муаллиф дар ҷустуҷӯ ва таҳлили адабиёти соҳавӣ, вазифагузорӣ ва таҳлили вазифаҳои гузошташуда, ташкили шароити мусоид барои гузаронидани таҳлилҳои экспериментали озмоишӣ, таҳлили натиҷаҳои бадастовардашуда, ҷамъбасти мазмуни асосӣ ва таҳияи диссертатсия ва мақолаҳои илмӣ мебошад.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии диссертатсия дар форум ва конференсияҳои байналмилалӣ, ҷумҳуриявӣ ва илмию амалӣ баррасӣ ва муҳокима шудаанд. Аз ҷумла, дар Конференсияи ҷумҳуриявии илмию амалии «Илм – асоси рушди инноватсионӣ» // Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ (Душанбе. – 27 апрели соли 2022); Конференсияи байналхалқии илмӣ-техникии «Механикони

хоҷагии қишлоқ: илм ва навоварӣ». Қисми 2. Институти политехникии Фарғона (Фарғона, 25-26 апрели соли 2024); Конференсияи байналмилалии илмӣ-техникии «Рушди энергияи сабз тавассути мониторинги муҳити зист, тағйирёбии иқлим ва коркарди партовҳо». Қисми 1. Университети давлатии меъморӣ ва сохтмони Самарқанд (Самарқанд, 1-2 майи соли 2025); Форуми байналмилалӣ дар мавзуи «Саҳми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон дар татбиқи саноатикунонии босуръати кишвар», бахшида ба 35-солагии Донишгоҳи технологии Тоҷикистон (1 ноябри соли 2025).

Раванди санҷиш ва татбиқи натиҷаҳои диссертатсия, амалан, дар тамоми марҳилаҳои таҳқиқот (солҳои 2018-2025) гузаронида шудааст. Натиҷаҳои ин кори диссертатсионӣ дар Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ ва Институти илмӣ-таҳқиқотии ДМТ ва кафедраҳои «Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт», «Коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ», «Бехатарии фаъолияти инсон ва экология»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ метавонанд истифода бурда шаванд.

Маводи диссертатсия дар Раёсати экология ва сайёҳии ВКД Ҷумҳурии Тоҷикистон (санади №426 аз 09.10.2025) ва Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ (санади №27/1018/1 аз 14.10.2025) мавриди татбиқ ва истифода қарор дода шудааст.

Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия. Вобаста ба натиҷаҳои таҳқиқот 20 мақолаи илмӣ дар ҳаҷми умумии 9,5 ҷ.ч. нашр гардидааст, ки аз ин шумора 13 мақола дар маҷаллаҳои аз ҷониби КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшуда ба табъ расидаанд. Ду нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар барои ихтироъкорӣ низ дарёфт шудааст**.**

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз муқаддима, тавсифи умумии кор, се боб, бахши хулосаҳо бо зербахшҳо, 191 номгӯйи адабиёт ва 4 замима дар ҳаҷми 170 саҳифаи чопи компютерӣ иборат буда, фарогири 24 ҷадвал ва 22 расм мебошад.

БОБИ 1. ШАРҲИ АДАБИЁТ

1.1. Таъсири нафт ва маводи нафтӣ ба муҳити зист

1.1.1. Тавсифи компонентҳои асосии таркиби бензин ва мушкилоти экологии истеҳсоли он

Бензин яке аз маҳсулоти муҳим ва серхаридортарини соҳаи коркарди нафт ва нафтохимия ба ҳисоб меравад. Ин сӯзишворӣ аз таркиби нафт тавассути технологияи буғронии ректификатсионӣ ҷудо карда мешавад. Технологияи буғронии ректификатсионӣ мутааллиқ ба технологияҳо якуми коркарди нафт мебошад. Бо истифода аз усули буғронии ректификатсионӣ аз нафт 20-30% бензинро ҳосил намудан имконпазир мебошад. Маҳсулнокии баромади бензин дар раванди буғронии ректификатсионӣ аз таркиби химиявии нафти истифодашуда вобаста мебошад [90, 115].

«Бинобар сабаби он ки бензин нисбат ба дигар мавод ва маҳсулоти нафтӣ харидори бештар дорад, нафт пас аз буғронии ректификатсионӣ коркарди дуюм карда мешавад. Коркарди дуюми нафт марбут ба соҳаи нафто-химия мебошад. Коркарди дуюми нафт бо мақсади зиёд намудани баромади бензин амалӣ карда мешавад. Дар раванди коркарди дуюми нафт технологияҳои крекинг ва изомеризатсия истифода карда мешавад» [125].

Дар ин ҷо, қайд намудан зарур аст, ки тавассути истифодаи технологияҳои коркарди дуюми нафт на танҳо баромади фраксияҳои бензинӣ аз таркиби нафт зиёд карда мешавад, инчунин сифати бензин низ боло меравад.

Яке аз мушкилоти экологӣ дар соҳаи коркарди нафт, ин самаранок истифода нагардидани газҳои ҳамроҳи нафт мебошад [30]. «Дар аксари корхонаҳои коркарди нафт газҳои ҳамроҳи нафт, ки асоси онро газҳои метан, этан, пропан ва бутан ташкил медиҳанд сузонида мешаванд. Сузонидани ин газҳо ба вазъи экологии ҳавои атмосферӣ таъсири манфии худро расонида боиси зиёдшавии газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ мегарданд» [124].

«Агар сузонидани газҳои ҳамроҳи нафтро арзёбии экологӣ намоем, он гоҳ ба асоси хулосабарорӣ намудан мумкин аст, ки сӯзондани онҳо нисбат ба оне,

ки газҳои мазкур ба ҳавои атмосферӣ партофта мешаванд, афзалиятнок мебошад» [115].

Дар рафти пажуҳиш ва таҳқиқоти худ олимон ва муҳаққиқони соҳаи экология муайян намудаанд, ки «карбогидрогенҳои мутааллиқ ба алканҳо, хусусан, карбогидрогенҳои ҳатноки ҳолати агрегатии газидошта дорои таъсири баланди ташкил намудани чодари гулхонагиро дар ҳавои атмосферӣ доро мебошанд. Аз ҳамин лиҳоз, сузонидани газҳои ҳамроҳи нафт нисбат ба оне, ки ба ҳавои атмосферӣ партофта мешаванд, аз нуқтаи назари бартарии экологӣ афзалиятнок мебошад» [115].

Ба ақидаи мо усули безараргардонии газҳои ҳамроҳи нафт бо усули сузонидан на танҳо мушкилоти экологии соҳа, инчунин мушкилот технологии он низ ба ҳисоб меравад.

Тавре маълум аст «газҳои ҳамроҳи нафт дар таркиби худ CH_4, C_2H_6 ва C_3H_8 – ро дорад, ки он метавонад ҳамчун ашёи хоми арзишманд дар истеҳсолоти химиявӣ истифодашаванда бошанд» [123]. «Дар асоси ин партовҳои соҳаи коркарди нафт ҳалкунандаҳои органикӣ аз қабили хлорметан, хлорэтан, дихлорметан, хлороформ, тетрахлорметан, нитропайвастагиҳо ва ғайра роҳандозӣ карда шавад. Дар асоси ин карбогидрогенҳои нафтӣ ҳосил намудани ин маҳсулот имконпазир аст ва технологияҳои муфид аз ҷониби мутахассисони соҳавӣ коркард гардидааст» [131].

Дар амал тадбиқ гардидани ин тавсия на танҳо метавонад мушкилоти экологии безараргардонии газҳои ҳамроҳи нафтро ҳал намояд, инчунин аз лиҳози иқтисодӣ як такони мусбиро дар пешрафти соҳаи нафтохимия тавлид намояд.

Таркиби ҳама гуна намунаҳои бензине, ки аз нафт ҳосил карда мешавад дар таркиби худ пайвастагиҳои химиявии зеринро дорад:

1. Алканҳои нормалии занҷири дароздошта;
2. Алканҳои нормалии дар занҷирашон ҷонишиндошта (изомерҳои алканҳои нормалӣ);
3. Алканҳои занҷири сарбастадошта (циклоалканҳо);

4. Карбогидрогенҳои ароматӣ (аренҳо);
5. Карбогидрогенҳои носер;
6. Пайвастагиҳои нитрогендор;
7. Пайвастагиҳои сулфурдор.

Компонентҳои асосии таркиби бензинро бо формулаҳои умумии зерин мувофиқат менамоянд:

a. C_nH_{2n-6} – барои карбоҳидрогенҳои хушбӯй;
b. C_nH_{2n+2} – барои карбоҳидрогенҳои ҳаднок (алканҳо);
c. C_nH_{2n} – барои карбогидрогенҳое, ки занҷири сарбаста доранд (ин номгуи карбогидрогенҳои таркиби бензинҳо дар адабиёти илмӣ бо номи циклоалканҳо шинохта мешаванд;
d. C_nH_{2n} – барои карбоҳидрогенҳои носер (алкенҳо).

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки дар таркиби бензинҳо алканҳое дида мешаванд, ки аз 7 то 11 (C_7H_{16} то $C_{11}H_{24}$) атоми карбонро доранд.

Тавре аз гурӯҳбандии таркиби химиявии бензин (ТХБ) бармеояд ин Сӯзишворӣ марбут ба маҳлулҳои бисёркомпанента мебошад. Компонентҳои таркиби бензин ба ҳам табиати мувофиқ дошта, дар ягдигар хуб ҳалшаванда мебошанд.

Тавассути истифодаи таҳлили адабиёти илмӣ [51, 71, 106] муайян карда шуд, ки аз моддаҳои органикии дар боло дарҷгардида мавҷудияти пайвастагиҳои сулфурдор ва нитрогендор дар таркиби бензин сифати онро паст менамояд. Ҳангоми сухтани бензин мавҷудияти пайвастагиҳои сулфурдор ва нитрогендор на танҳо ба ҷузъҳои муҳаррики нақлиёти автомобилӣ, инчунин ба вазъи экологии муҳит таъсири манфӣ мерасонад, чунки ин пайвастагиҳо моддаҳои заҳрнок мебошанд [15, 24, 26]. Дараҷаи заҳрнокии газҳои сулфурдор, нитрогендор ва монооксиди карбон дар ҷадвали 1.1 пешниҳод гардидааст.

Чӣ тавре аз ҷадвали 1.1, ки дар он оид ба тавсифи таъсири заҳрнокии газҳои сулфурдор (SO_2), нитрогендор (NOx) ва монооксиди карбон (CO) ба организми инсон маълумот пешниҳод шудааст, бармеояд, ки дараҷаи заҳролудшавӣ ба консентратсияи гази заҳрнок дар таркиби ҳаво вобаста

мебошад. Заҳролудшавии организми инсон аз газҳои сулфурдор (SO_2), нитрогендор (NO*x*) ва монооксиди карбон (CO) ба табиати фаъолияти биологии ин пайвастагиҳои химиявӣ вобаста аст.

Ҷадвали 1.1. – Тавсифи таъсири заҳрнокии газҳои сулфурдор (SO_2), нитрогендор (NO*x*) ва монооксиди карбон (CO) ба организми инсон

Хусусиятҳои таъсир пас аз заҳролудшавии организми инсон	Массаи газҳои заҳрнок дар таркиби ҳаво бо ҳисоби мг/м^3		
	CO	**SO_2**	**NO*x***
2-3 соат нафасгирии ҳаво бе пайдошавии нишонаҳои заҳролудшавӣ	110	60	17
Ба миён омадани нишонаҳо (симптомҳо)-и заҳролудшавӣ ҳангоми нафаскашии инсон пас аз 2 –3 соат	20 – 580	125	25
Пайдошавии нишонаҳои заҳролудшвӣ дар организм ҳангоми нафаскаши пас аз 0,5 соат	2200 – 3500	220 – 400	100
Пайдошавии нишонаҳои заҳролудшавии организм дар муддати кутоҳ ҳангоми нафаскашии инсон	5800	1650	150

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар аосии адабиётҳои [15, 24, 26] таҳия гардидааст.*

«Дар баробари заҳрнок будани ин газҳо муайян карда шудааст, ки ҳангоми сузиши пайвастагиҳои сулфурдори таркиби бензин гази диоксиди сулфур (SO_2) хориҷ мегардад. Пайвастагии ҳосилшудаи мазкур дар рафти боришоти атмосферӣ ба кислотаи сулфит (H_2SO_3) мубаддал мегардад. Гузариши ин реаксияи химиявӣ дар фазои атмосферӣ метавонад боиси пайдоиши боришоти кислотагӣ гардад. Тавре маълум аст, боришоти кислотагӣ ба вазъи экологии флораи Замин ва дигар организмҳои зинда таъсири манфии худро мерасонад» [15].

Барои бартараф намудани ин мушкилоти экологӣ мутахассисони соҳаи нафтохимия бояд технологияҳоеро коркард намоянд, ки пеш аз буғронии ректификатсонӣ пайвастагиҳои сулфурдор ва нитрогендори таркиби нафт безарар гардонида шаванд. Ҳалли ин мушкилоти экологӣ аз байн бурдани боронҳои кислотагӣ ва коҳиш додани миқдори газҳои гулхонагӣ метавонад замимагузорӣ намояд.

Барои равшан намудани таъсири нафт ва маҳсулоти нафтӣ ба муҳити зист, адабиёти илмӣ ва манбаъҳои гуногунро метавон ба се равиши асосии консептуалӣ тақсим кард. Дар зер муқоисаи ин равишҳо ва мавқеи илмии устувор барои шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст (ҷадвали 1.2).

Ҷадвали 1.2. – Таҳлили муқоисавии адабиёт ва се равиши асосии консептуалӣ оид ба таъсири нафт ба муҳити зист

Равиши илмӣ / Манбаъҳо	**Дидгоҳ ва аргументи асосӣ**	**Камбудӣ ё маҳдудияти равиш**
1. Равиши радикалӣ-экологӣ *(Манбаъҳои байналмилалии экологӣ, Greenpeace, ҳисоботҳои баъзе созмонҳои СММ)*	Даъват ба даст кашидани фаврӣ ва комил аз маҳсулоти нафтӣ. Тамаркуз танҳо ба зарари глобалии газҳои гулхонаӣ (CO_2) ва ифлосии шадиди ҳаво.	Ин равиш воқеияти иқтисодии кишварҳои рӯ ба рушдро, ки имкони молиявии гузариши якбора ба электромобилҳоро надоранд, ба назар намегирад.
2. Равиши технократӣ / иқтисодӣ *(Ҳисоботҳои соҳавии вазоратҳо, ширкатҳои нафтӣ)*	Нафтро ҳамчун муҳаррики асосии иқтисодиёт мебинад. Таъсири экологиро дуюминдараҷа ҳисобида, ба сифати техникӣ ва филтратсияи сӯзишворӣ тамаркуз мекунад.	Хатарҳои дарозмуддати экологӣ, бемориҳои роҳи нафас дар шаҳрҳо ва вобастагии шадиди геополитикиро аз импорти маҳсулоти нафтӣ нодида мегирад.
3. Равиши эволютсионӣ / омехта *(Академикҳо ва пажӯҳишгоҳҳои муосири энергетикӣ)*	Гузариши зина ба зина тавассути сӯзишвориҳои алтернативӣ (биоэтанол, биодизел) ва беҳтар кардани стандартҳои экологӣ (Евро-4, Евро-5).	Талаботи сармоягузории аввалия ба соҳаи кишоварзӣ ва инфрасохтори коркарди биомассаро талаб мекунад.

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар асоси адабиётҳои [161, 162, 191] таҳия гардидааст.*

Мавқеи илмии мо дар ин таҳқиқот ба равиши эволютсионӣ (омехта) устувор аст. Мо бар он ақидаем, ки барои шароити амнияти энергетикӣ ва экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон, даст кашидани фаврӣ аз маҳсулоти нафтӣ (бинобар сабабҳои иқтисодӣ) ғайриимкон аст, вале нигоҳ доштани вазъияти кунунӣ низ боиси бухрони экологӣ мегардад. Роҳи самараноктарини коҳиш додани таъсири манфии маҳсулоти нафтӣ ба муҳити зисти Ҷумҳурии Тоҷикистон, ин роҳандозии омехтаҳои бензин бо биоэтанол (масалан, E10) мебошад.

Таҳлили муқоисавии адабиёт се мактаби асосии фикриро оид ба таъсири нафт ба муҳит муайян мекунад, ки аз консепсияи радикалию экологӣ то

равишҳои технократӣ ва эволютсионӣ иборат аст. Барои Ҷумҳурии Тоҷикистон роҳи беҳтарин стратегияи қисман иваз намудани сӯзишвории нафтӣ бо биоэтаноли маҳаллӣ мебошад, ки мувозинати иқтисодӣ ва экологӣ таъмин мекунад.

1.1.2. Гурӯҳбандӣ ва арзёбии экологии навъҳои сӯзишвории нафтии бензинӣ

Аз рӯйи таркиби химиявиашон бензинҳо на танҳо ба тамғаҳо, инчунин ба навъҳои зимистона ва тобистона гурӯҳбандӣ карда мешаванд. Бензини навъи зимистона аз тобистона аз рӯйи баъзе хосиятҳои физикии худ фарқ мекунад. Дар рафти таҳқиқоти гузаронидашуда муайян карда шуд, ки бензини навъи зимистона аз навъи тобистона на танҳо аз рӯйи ҳарорати ҷушишаш, инчунин, аз рӯйи нишондиҳандаи шикасти рушноӣ (коэффитсиэнти рефраксия), зичӣ ва зичии оптикиашон фарқ менамоянд. Нишондиҳандаи шикасти рушноии навъҳои гуногуни бензин, ки тавассути истифодаи асбоби рефрактометр муайян карда мешаванд, ҳудуди тахминан 1,40 – 1,43 метавонад ташкил диҳад [30, 100, 124, 125].

«Бензинҳои автомобилӣ маҳлулҳои бисёркомпонентаанд ва дар фосилаи васеи ҳарорат (тахминан аз 30 – 35 то 200 – 215 °С) меҷӯшанд. Навъҳои зимистона ва тобистона на бо «ҳарорати ҷӯшиш», балки бо фишори буғи сер ва ҳиссаи фраксияҳои сабук фарқ мекунанд; ин нишондиҳандаҳо ва ҳароратҳои ҷудошавии фраксияҳо дар ГОСТ 32513–2013 меъёр карда шудаанд» [30].

Таҳқиқоти гузаронидашуда нишон дод, ки истифодаи дурусти тавсияи мавсими бензин дар нақлиёти автомобилӣ афзалияти экологиро дорад. Дар асоси таҳлили адабиёти соҳавӣ марбут ба арзёбии экологии таъсири маводи нафтӣ муайян карда шуд, ки агар бензини навъи зимистона, ^{0}С-ро ташкил медиҳад, дар тобистон дар нуқтаи фурӯши сӯзишвориҳо фурӯхта шавад, дар ҳолати гармии +35-40^{0}С метавонад ҳамарӯза 0,05-0,1%-и ҳаҷми худро талаф диҳад. Ин талафот на танҳо ба соҳибкорони инфиродии нуқтаи фурӯши сӯзишворӣ аз лиҳози иқтисодӣ таъсири манфӣ мерасонад, инчунин, он

метавонад ба экологияи муҳити атроф таъсири манфии худро расонад [72, 77, 84].

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки дар баробари мавсимӣ будани навъҳои бензин, инчунин, ин намунаҳои сӯзишворӣ ба гурӯҳҳои гуногун ҷудо карда мешаванд. Муҳимтарини ин намунаҳои сӯзишвориҳои нафти навъи бензинҳои АИ-92, АИ-95, АИ-98-ро дар бар мегирад.

Дар ин гурӯҳбандии навъҳои бензинҳо ҳарфи “А” маънои онро дорад, ки сӯзишвории мазкур барои истифодаи мошинҳои сабукрав ва боркаш пешбинӣ шудааст. Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки дар баробари ин намунаҳои бензин, инчунин, бензинҳое мавҷуданд, ки онҳо бо ҳарфи “Б” номгузорӣ карда мешаванд. Чунин номгуйи бензинҳо дар нақлиёти ҳавоӣ истифодашаванда мебошанд.

Ҳарфи “И” маънои онро дорад, ки адади октании бензини мазкур бо усули таҳқиқот муайян карда шудааст. Рақамҳои 92, 95, 98 ва дигар рақамҳо аз 70 то 100, ки тавассути онҳо навъҳои бензин гурӯҳбандӣ гардидааст, адади октани онҳоро тавсиф менамояд. Муайян карда шудааст, ки ҳар қадаре ки адади октанӣ сӯзишвории бензинӣ зиёд бошад, ҳамон қадар хосиятҳои зидди детанатсионии он афзуда, таъсири мутақобилаи бензин ҳангоми сухтан бо муҳаррик камтар мегардад.

Таҳқиқоти гузаронидашудаи олимони соҳаи нақлиёти автомобилӣ муайян намуд, ки бензинҳои навъҳои АИ-92, АИ-95, АИ-98, ки дар онҳо аломати ҷушишашон $+205^0$С-ро дорад, беҳтарин навъҳои бензин арзёбӣ шудааст. Инчунин олимони соҳавӣ модификаторҳои гуногунеро коркард намудаанд, ки онҳо ба зиёд гардидани адади октании бензинҳо мусоидат менамоянд. Намунаҳои бензинҳое, ки адади октаниашон баланд аст, дар мошинҳои баландсуръати варзишӣ истифода карда мешаванд.

Дар асоси таҳлили адабиёти илмӣ [42, 54, 82] муайян карда шуд, ки яке аз камбудиҳое, ки на танҳо ба сифати бензин, инчунин, ба вазъи экологии муҳити зист таъсири манфӣ менамояд, ин зудбухоршавии аксар навъҳои бензин мебошад. Дар асоси омузиши хосиятҳои карбогидрогенҳои нафтӣ муайян карда шуд, ки компонентҳои таркиби бензин, ки массаи молекулавии хурдтарро доранд нисбат ба компонентҳои массаи молекулавиашон калонтар зудбухоршаванда мебошанд. Масалан, бухоршавии гексан (C_6H_{14}) аз нонан (C_9H_{20}) зиётар аст.

Яке аз мавзуъҳое, ки диққати олимони соҳаи экологияро ба худ ҷалб намудааст, ин таҳқиқи вобастагии бандҳои химиявӣ ба буғшавӣ ва ҳарорати ҷушиш мебошад. Муайян гардидааст, ки мавҷудияти бандҳои ҳидрогенӣ дар таркиби моддаҳо метавонад буғшавии онҳоро заиф намуда, ҳарорати ҷушишашонро зиёд намояд [30, 65, 90].

Аз ин таҳлил бармеояд, ки агар аз ҷониби олимони соҳаи химия модификаторҳое синтез карда шаванд, ки онҳо боиси пайдо гардидани бандҳои ҳидрогенӣ дар миёни компонентҳои марбутаи бензин гарданд, он гоҳ мушкилоти зудбухоршавии компонентҳои таркиби бензин ҳалли худро меёбад. Ҳалли ин масъала на танҳо сифати бензинро боло бардошта муҳлати коршоямии муҳаррикро зиёд менамояд, инчунин мушкилоти экологии ин соҳаро низ бартараф месозад.

«Бензинҳои автомобилӣ аз рӯи якчанд нишондиҳандаҳои асосӣ гурӯҳбандӣ мешаванд, ки сифати техникӣ, экологӣ ва устувории детонатсионии онҳоро муайян мекунанд:» [125].

1. Аз рӯи адади октанӣ (устувории детонатсионӣ)

Адади октанӣ қобилияти сӯзишвориро барои муқовимат ба детонатсия (таркиши бармаҳал ва беназорат дар муҳаррик) нишон медиҳад. Аз рӯи усули тадқиқотӣ (ИО) бензинҳо ба гурӯҳҳои зерин ҷудо мешаванд:

- **Муътадил (АИ-80):** Барои муҳаррикҳои кӯҳна ва фишори фишурдани паст (дар айни замон истифодааш қариб қатъ шудааст).
- **Тағйирдиҳанда (регулятор) (АИ-92):** Бензини оммавӣ, ки барои аксари автомобилҳои насли сохти солҳои 2000–2015 пешбинӣ шудааст.
- **Премиум (АИ-95):** Бензини стандартӣ ва серталаб барои муҳаррикҳои муосири дорои дараҷаи баланди фишурдан ва турбопуркунӣ (турбонаддув).
- **Олӣ (АИ-98 ва АИ-100):** Сӯзишвории баландсифат барои муҳаррикҳои пуриқтидор, варзишӣ ва форсажшуда.

2. Аз рӯйи синфҳои экологӣ (стандартҳои Евро)

Ин гурӯҳбандӣ миқдори моддаҳои заҳролуд, ба хусус сулфур, бензол ва карбогидридҳои ароматикиро дар таркиби сӯзишворӣ маҳдуд мекунад:

– **Евро-2:** Миқдори сулфур то 500 мг/кг (боиси тавлиди зиёди (SO_2) мегардад).

– **Евро-3:** Миқдори сулфур то 150 мг/кг, бензол то 1%.

– **Евро-4:** Миқдори сулфур то 50 мг/кг, коҳиши умумии захролудӣ.

– **Евро-5 / Евро-6:** Стандарти муосир. Миқдори сулфур на бештар аз 10 мг/кг (0,001%), бензол камтар аз 1%, карбогидридҳои ароматикӣ то 35%.

Таъсири экологии бензин дар ду марҳала зоҳир мешавад: бухоршавии мустақим (ҳангоми нигоҳдорӣ ва рехтани сӯзишворӣ ба бак) ва хориҷшавии газҳои коркардшуда (партовҳои муҳаррик).

- **Бухоршавии карбогидридҳо (CH):** Бензин зудбухор аст. Бухори он дорои бензол ва толуол мебошад, ки моддаҳои канцерогенӣ (саратонсоз) буда, асаб ва узвҳои хунгардро захролуд мекунанд.

- **Таъсири газҳои хориҷшаванда ба атмосфера:** Сӯхтани бензин дар муҳаррик манбаи асосии дуд (смог) дар шаҳрҳо мебошад. Газҳои (NOx) бо нишонаҳои рутубати ҳаво вокуниш нишон дода, боронҳои турширо ба вуҷуд меоранд. Оксиди карбон (CO) бошад, гемоглобини хуни инсонро банд карда, боиси оксигенхурҷии бофтаҳо (гипоксия) мегардад.

Тафовути асосии экологӣ ва техникии байни се намуди бензинҳои АИ-92, АИ-95 ва АИ-98 дар сохтори химиявии онҳо ва навъи муҳаррике, ки онҳоро месузад, вобаста аст. Барои ба даст овардани адади октании баландтар дар АИ-95 ва АИ-98, ба таркиби онҳо карбогидридҳои ароматикӣ (ксилол, толуол) ва эфирҳо (MTBE) илова карда мешаванд, ки ин раванди сӯзишро тағйир медиҳад».

Дар ҷадвали 1.3 нишондиҳандаҳои мушаххаси партовҳои газӣ ҳангоми истифодаи ин бензинҳо дар муҳаррики устувори ҳаҷмаш 2.0 литр (дар шароити якхелаи корӣ, грамм/литр ё фоизи нисбӣ) оварда шудааст:

Бензини АИ-92 аз нигоҳи партовҳои (CO) (оксиди карбон) ва (SO_2) (гӯгирд) аз ҳама хатарноктарин бензин ба шумор меравад, зеро аксар вақт синфи экологии он аз Евро-3 боло нест. Ин боиси пайдоиши дуди сиёҳ ва бӯи шадид дар кӯчаҳои шаҳр мегардад.

Бензини АИ-98 партовҳои (CO) ва карбогидридҳои заҳролудро ба ҳадди ақал мерасонад, вале аз сабаби ҳарорати баланди сӯзиш, миқдори оксидҳои азот (NOx)-ро зиёд мекунад. Консентратсияи баланди (NOx) барои ҳавои софи шаҳрҳои наздикӯҳӣ (ба мисли Душанбе) хатари эҷоди смоги фотохимиявиро дорад.

Ҷадвали 1.3. – Партовҳои газӣ ҳангоми истифодаи бензинҳо дар муҳаррики устувори ҳаҷмаш 2.0 литр (дар шароити якхелаи корӣ, грамм/литр ё фоизи нисбӣ)

Нишондиҳандаи партов	Бензини АИ-92 (Евро-3/4)	Бензини АИ-95 (Евро-4/5)	Бензини АИ-98 (Евро-5)	Таҳлили тағйирот ва сабаби химиявӣ
Оксиди карбон (CO)	12,5 г/л	9,2 г/л	6,8 г/л	Камшавӣ то 45%. АИ-98 ва АИ-95 дорои эфирҳои оксигендор (MTBE) мебошанд. Оксигени дохилӣ раванди сӯхтани карбонро то (CO_2) пурра месозад ва тавлиди заҳри (CO)-ро коҳиш медиҳад.
Оксидҳои азот (NOx)	1,8 г/л	2,4 г/л	2,9 г/л	Афзоиш то 60%. Ҳангоми сӯхтани АИ-98 устувории детонатсионӣ баланд буда, фишор ва ҳарорат дар дохили цилиндр шиддат меёбад (>2000 C). Ин боиси пайвастшавии азоти ҳаво бо оксиген ва афзоиши (NOx) мегардад.
Карбогидридҳои насӯхта (CH)	3,1 г/л	2,2 г/л	1,5 г/л	Камшавӣ то 50%. Бинобар устувории сӯзиш ва набудани таркишҳои детонатсионӣ дар АИ-98, сӯзишворӣ дар деворҳои цилиндр насӯхта намемонад ва пурра фаъол мешавад.
Диоксиди сулфур (SO_2)	0,15 г/л	0,03 г/л	0,008 г/л	Камшавии куллӣ (то 95%). Ин нишондиҳанда на ба адади октанӣ, балки ба синфи экологии сӯзишворӣ вобаста аст. АИ-98 комилан мувофиқи стандарти Евро-5 тоза карда мешавад, ки дар он сулфур қариб нест.

Эзоҳ: Ҷадвали мазкур дар асоси адабиётҳои [30, 153, 185] таҳия гардидааст.

1.2. Гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ ва таъсири онҳо ба муҳити зист

1.2.1. Таъсири омилҳои антропогенӣ ба вазъи экологии биосфера

Таҳқиқи таъсири омилҳои антропогени ба вазъи экологии муҳити зист яке аз мавзуъҳои мубрами илми экологияи муосир ба ҳисоб меравад [22, 23, 43,

83], ки имрузҳо таваҷҷуҳи олимони соҳавиро ба худ ҷалб намудааст. Дар асоси таҳлили адабиёт муайян карда шуд, ки мавзуи гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ ва таъсири онҳо ба экологияи муҳити зист пурра омухта нашудааст ва ба таҳқиқоти минбаъда ниёз дорад. Бинобар ин, мавзуи гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ ва арзёбии таъсири онҳо ба экологияи муҳити зист яке аз мавзуъҳои саривақтӣ, муҳим, мубрам ва дорои аҳаммияти калони амалию назарявӣ ба ҳисоб меравад.

Мубрамияти мавзуи гурӯҳбанди партовҳои газию аэрозолӣ ва арзёбии таъсири онҳо ба экологияи муҳити зистро ба инобат гирифта, мақсад гузошта шуд, ки оид ба арзёбии экологии таъсири маводи нафтӣ ва дигар энергиябарандаҳои табиӣ ба организми инсон тавассути истифодаи адабиёти илмию соҳавӣ [22, 44, 58, 126, 127, 147, 148, 157, 158, 160, 163, 166, 168, 169] як қатор таҳқиқот гузаронида шавад.

Агар ҳодисаи сузиши ҳамагуна сӯзишвориҳои сахт ва моеъро таҳлил намоем, он гоҳ аён мегардад, ки ҳангоми сухтани онҳо дар иштироки оксиген баробари хориҷшавии газҳо, инчунин, як зумра партовҳо дар шакли заррачаҳои сахт пайдо мегарданд, ки ҳангоми ба атмосфера баромадани онҳо аэрозолҳо ҳосил мегарданд. Муайян карда шудааст, ки вобаста ба таркиби химиявии сӯзишвориҳо аэрозолҳо метавонанд заҳрнок набошанд, нисбатан камзаҳр ва қавизаҳр бошанд. Омилҳои антропогени боиси он мегарданд, ки компонентҳои аэрозолӣ ва дигар олудакунандаҳои ҳолати агрегатии сахт дошта, метавонанд ба атмосфераи аллакай ташаккулёфта дар шакли чанг, хокистар, дуда ворид гарданд. Дар асоси таҳлили адабиёти илмии марбутаи экология муайян карда шуд, ки «қисми зиёди аэрозолҳо мустақиман дар фазои атмосферӣ ҳангоми таъсири мутақобилаи миёни партовҳои газӣ, моеъгӣ ва сахт, аз ҷумла, буғи об тавлид гашта метавонанд» [124].

Мувофиқи ақидаи баъзе олимони соҳаи экология [7, 8, 39–41] аэрозолҳо на танҳо маҳсули фаъолияти антропогении инсон, инчунин маҳсули натиҷаи равандҳои табиӣ мебошанд. Дар баробари ин ошкор гардидааст, ки қисми зиёди партовҳои аэрозолии ҳосилгардида ба омилҳои антропогенӣ вобастагии хосса

доранд. Тибқи маълумоти пешниҳоднамудаи олимон [170, 171, 174, 176, 178, 179, 181], муҳаққиқон ва мутахассисони соҳаи экология омилҳои антропогени боиси он мегарданд, ки ҳамасола дар сатҳи сайёраи Замин аз 1 то ҳудуди 3 миллиард тонна заррачаҳои аэрозолии таркиби химиявии гуногундошта, дар шакли чанг, моддаҳо, металҳои заҳрноку вазнин аз қабили сурб, симоб, кадмий, молибден, арсен ва ғайра, ки андозаи аз 1 мкм хурдтарро доранд, дар шакли аэрозолҳо ҳосил мегарданд. Аз ин миқдор аэрозолҳои ҳосилгардида ба ҳисоби миёна 20%-и он ба омилҳои антропогенӣ вобаста мебошад. Дар баробари ин, олудакунандаҳои карбоҳидрогенҳо, ки онҳо марбут ба пайвастагиҳои зиёди органикӣ мебошанд, баъзеи намояндагони онҳо метавонанд байни ҳам дар шароити табиӣ таъсири мутақобила намуда, дар натиҷа моддаҳои наверо тавлид намоянд, ки он ба бехатарии одамон ва экологияи биосфера таъсири манфии худро мерасонанд.

Пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидаи муҳаққиқон ва олимони соҳаи экология муайян намудааст, ки «вобаста аз ҳолати агрегатӣ ва хосиятҳои физикию химиявиашон номгуйи аэрозолҳои тавлидашон техногенӣ метавонанд ба иқлими саёраи Замин таъсири гуногуни худро расонанд. Партовҳои ҳолати агрегатии газидошта бо мусоидати буғи об таъсири гулхонагиро тавлид менамоянд, ки дар натиҷа он ба гармшавии иқлим мусоидат менамояд» [184].

Партовҳои сахти аэрозолӣ қобилияти нури офтобро пароканда карданро доранд. Аз ҳамин лиҳоз, онҳо дар фазо метавонанд як қисми нурҳои офтобро шикаст диҳанд. Ба амал омадани ин ҳодисаи физикӣ метавонад боиси он гардад, ки нурҳои инъикосгардида ба сатҳи Замин нарасанд ва тавозуни ҳарорати гармӣ ба самти ҳарорати сардӣ майл намояд. Шояд баъзе олимон ва муҳаққиқони соҳаи экология фикр намоянд, ки ба паст гардидани ҳарорати Замин аэрозолҳо мусодат намуда, пеши роҳи гармшавии иқлимро гиранд. Чӣ тавре дар боло қайд карда шуд, ба аэрозолҳо чунин хосият хос аст, вале мо ақидаи онро дорем, ки «аэрозолҳо наметавонанд пеши роҳи ҷараёни гармшавии иқлимро гиранд» [185].

Дар замони муосир, таъсири омилҳои антропогенӣ ба биосфера характери глобалӣ ва харобиовар пайдо кардааст. Дар сохтори ин омилҳо, нақлиёти автомобилӣ ҳамчун манбаи шиддати фишори техногенӣ баромад мекунад, ки

устувории экосистемаҳоро барҳам мезанад. Робитаи бевосита ва консептуалии ин раванд бо мавзӯи тадқиқоти мо (истеҳсол ва истифодаи биоэтанол) дар се сатҳи сохтории биосфера зоҳир мегардад:

1. Халалдоршавии давраи глобалии карбон (C) ва биоэтанол ҳамчун воситаи тавозун

Омили асосии антропогении нақлиётӣ – ин интиқоли миллиардҳо тонна карбони «консервшуда» (нафт ва бензин) аз литосфера ба атмосфера дар шакли (CO_2) ва (CO) мебошад. Муҳаррикҳои сӯзиши дохилӣ (МСД) карбонеро месӯзонанд, ки миллионҳо сол пеш аз гардиши биосферӣ хориҷ шуда буд. Ин боиси пайдоиши «эффекти гулхонаӣ» ва боиси тағйирёбии иқлим мегардад.

Карбоне, ки ҳангоми сӯхтани биоэтанол дар муҳаррик хориҷ мешавад, ҳамон гази (CO_2) мебошад, ки растаниҳо (ашёи хоми мо: ҷуворимакка, лаблабу, гандум ва ғаёра) дар давоми як соли охир тавассути фотосинтез аз атмосфера ҷаббида буданд. Истифодаи биоэтанол имкон медиҳад, ки баланси сифрии карбон дар биосфера таъмин карда шуда, фишори антропогении газҳои гулхонаӣ ба ҳадди ақал расонида шавад.

2. Заҳролудшавии трофосфера ва нақши биоэтанол дар детоксикатсияи он

Фишори антропогении нақлиёт дар сатҳи маҳаллӣ боиси заҳролудшавии ҳаво бо оксидҳои азот (NOx), карбогидридҳои заҳролуд ва дуд (смог) мегардад, ки фаъолияти ҳаётии набототу ҳайвонот ва инсонро суст мекунад. Аэрозолҳо баргҳои растаниҳоро пӯшонида, раванди фотосинтезро (асоси энергетикии биосфера) банд мекунанд.

Молекулаи этанол тахминан 34,7% оксигени массавӣ дорад, ки дар омехта бо бензин ба пурраги сӯзиш дар минтақаҳои маҳаллии бой мусоидат мекунад. Аммо самараи ин оксиген ба навъи муҳаррик, системаи идоракунӣ ва реҷаи кор вобаста буда, дар адабиёт якхела арзёбӣ намешавад [156, 182, 183, 185, 187]; «дар муҳаррикҳои муосир бо идоракунии λ коҳиши CO назаррас набуда, партови алдегидҳо метавонад афзояд» [182]. Ин масъала дар зербоби 3.3.3 муфассал баррасӣ мешавад.

3. Таназули хоку об ва афзалияти биологӣ

Хишти дигари таъсири антропогенӣ – ин олудашавии хок ва обҳои зеризаминӣ бо маҳсулоти нафтӣ ва сулфур ҳангоми интиқол, нигоҳдорӣ ва рехтани бензин мебошад. Бензини нафтӣ дар муҳит даҳсолаҳо таҷзия намешавад ва микрофлораи хокро нобуд мекунад.

Биоэтанол маҳсулоти комилан табиӣ буда, дорои хусусияти баланди биодеградация (биологически таҷзияшаванда) мебошад. Дар сурати ба хок ё об рехтани он, микроорганизмҳои биосфера биоэтанолро дар давоми чанд рӯз ба таври табиӣ ба (CO_2) ва (H_2O) таҷзия мекунанд, ки ҳеҷ гуна хатари токсикологиро барои экосистемаҳои обӣ ва заминии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба вуҷуд намеорад.

Таҳлили омилҳои антропогенӣ нишон медиҳад, ки нақлиёти автомобилии муосир дар сурати истифодаи танҳо сӯзишвориҳои нафтӣ, яке аз деструкторони асосии устувории биосфера мебошад.

Гузариш ба биоэтанол ва омехтаҳои он (E10/E20) на танҳо як масъалаи техникию энергетикӣ, балки як стратегияи глобалии биосферӣ мебошад, ки имкон медиҳад фишори антропогении нақлиёт ба муҳити зист дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таври идорашаванда коҳиш дода шавад.

1.2.2. Таъсири партовҳои энергиябарандаҳои табиӣ ба вазъи экологии сайёраи Замин

Миқдори ҳосилшавии аэрозолҳо аз таркиби химиявӣ ва ҳолати агрегатии энергиябарандаҳо вобастагии хосса дорад. Агар тавозуни маводро ҳангоми сузиши энергиябарандаҳо таҳлил намоем, он гоҳ аён мегардад, ки дар ҷараёни сузиши энергиябарандаҳое, ки ҳолати агрегатии сахтро доранд, нисбат ба сӯзишвориҳои моеъ ҳосилшавии миқдори зиёди хокистар дида мешавад.

Хокистарнокӣ яке аз нишондиҳандаҳои муҳимми технологӣ ва экологии сӯзишвориҳо ба ҳисоб меравад. Аз рӯйи ин нишондиҳанда миқдори умумии партовҳои хушки сӯзишвории таҳлилшаванда бо ҳисоби фоиз муайян карда мешавад. Аз рӯйи нишондиҳандаи технологии хокистарнокӣ на танҳо арзёбии

экологии истифодашавии ин сӯзишворӣ амалӣ карда мешавад, инчунин, аз рӯйи ин нишондиҳанда сифати энергиябарандаҳо низ муайян карда мешавад.

Таҳлилҳои химиявии таркиби хокистари баъзе энергиябарандаҳо нишон дод, ки таркиби ин партовро, асосан, боқимондаҳои маъданҳои омехта ташкил медиҳанд, ки аксари онҳо марбут ба оксидҳо мебошанд. Муҳимтарин хусусиятҳои таъсиркунандаи ин партови энергиябарандаҳо ба муҳити зист пеш аз ҳама ба тағйир додани муҳити хок (нишондиҳандаи ҳидрогенӣ, pH), об намудани барф ва пиряхҳо вобаста мебошад.

Чӣ тавре дар боло қайд карда шудааст, неругоҳҳои барқие, ки дар он ангишт ба ҳайси энергиябаранда истифода карда мешавад, дар рафти тавлиди гармӣ ва барқ дар ин корхонаҳо метавонад аз худ як зумра партовҳоро ҳосил намояд.

Аз рӯйи таркиби химиявӣ, сохт (панҷараи кристаллӣ) ва андоза ин партовҳоро ба чор гурӯҳ: чангҳо, туман, дуда ва аэрозолҳо ҷудо намудан мумкин аст.

Ба гурӯҳи партовҳои марбут ба чанг он заррaҳое дохил мешаванд, ки ҳолати агрегатиашон сахт буда, андозаи аз 1 то 150 мкм – ро доранд. Партовҳои дигари марбут ба ин сӯзишворӣ мутааллиқи туманҳо мебошанд. Туманҳо гуфта заррaҳои сахт ва ё моеъ дар назар дошта мешавад, ки андозаашон аз 0,2 мкм то1 мкм-ро ташкил медиҳанд.

Яке аз партовҳои дигари сузиши энергиябарандаҳои карбондор, ки он ба экологияи муҳит таъсири манфии худро мерасонад ин дуда мебошад. «Дуда гуфта партовҳоеро меноманд, ки асоси онро элементи карбон ташкил дода, андозаи заррачаҳои он аз 0,001 мкм то 0.1 мкм-ро ташкил медиҳанд. Ба партовҳои аэрозолӣ гурӯҳи моддаҳоеро мутааллиқ намудан мумкин аст, ки марбутаи системаҳои аэродисперсӣ буда, дар намуди заррaҳои газшакл ва ё сахт дар ҳавои атмосферӣ метавонанд арзи ҳастӣ намоянд» [16].

Ин партовҳоро агар аз нуқтаи назари таъсир ба организмҳои зинда таҳлил намоем, он гоҳ онҳоро ба ду гурӯҳ, партовҳои заҳрнок ва безаҳр ҷудо намудан мумкин аст.

Ба партовҳое, ки қобилияти заҳролудкуниро доранд NO_2, SO_2, NO, CO, Cl_2, Br_2-ро дохил намудан мумкин аст. Аз партовҳое, ки ҳангоми сухтани сӯзишвориҳои карбондор нисбат ба дигар партовҳо ба миқдори назаррас ҳосил мешаванд, CO_2 ва H_2O моддаҳои заҳрнок нестанд.

Яке аз хосиятҳои муҳимми дигари ин партовҳо, ки ба сохти химиявии онҳо вобаста мебошад, ин аз худ хосияти таъсири гармхонагӣ зоҳир кардани онҳо мебошад. Муайян гардидааст, ки ҳамаи партовҳои газии молекулаҳояшон сеатома аз қабили H_2O, NO_2, SO_2, CO_2 ва ғайра аз худ таъсири «газҳои гармхонаӣ»-ро зоҳир менамоянд [35–38, 53, 59, 60].

Чуноне ки маълум аст, аз ин газҳои гулхонагӣ, гази CO_2 ҳангоми сухтани ҳамаи энергиябарандаҳои карбондор аз қабили ангишт, нафт, гази метан, этан, пропан, бутан ва дигар карбоҳидрогенҳо, сӯзишвории синтетикӣ ва биосӯзишвориҳо ҳосил мегардад. Ҳангоми сухтани ин сӯзишвориҳо дар баробари хориҷшавии гази диоксиди карбон ҳамзамон буғҳои об низ ҳосил мегардад, ки ин партов низ марбут ба газҳои гулхонагӣ мебошад. Ҳангоми нопурра сухтани энергиябарандаҳои карбондор дар баробари ҳосил гардидани CO_2 инчунин, гази CO хориҷ мегардад, ки он барои организми инсон ва ҳайвон ниҳоят заҳрнок ба ҳисоб меравад. Хатарнокии гази монооксиди карбон (CO) дар он мебошад, ки он ранг ва бӯй надошта, ҳангоми нафаскашӣ ба системаи дилу рагҳои инсон таъсири сахти манфӣ расонида, метавонад инсонро ба ҳалокат расонад.

Дуоксиди сулфур (SO_2) яке аз партовҳои газие ба ҳисоб меравад, ки заҳрнокии баланд дошта, на танҳо ба организми инсон, инчунин, ба экологияи флора ва фаунаи табиат таъсири манфии худро мерасонад.

«Яке аз манбаъҳои асосии ин партов ангишт ва ба ҳисоб меравад Муайян карда шудааст, ки дар корхонаҳои гармию баркдиҳии тавассути ангишт фаъолияткунанда, зиёда аз 90% партовҳои аз лӯлаҳои дудбарории агрегатҳо хориҷшавандаро газҳои сулфурдор ташкил медиҳанд» [113].

Муайян гардидааст, ки дар баробари ангишт, инчунин, фраксияҳои вазнини нафт дар таркиби худ миқдори назарраси пайвастагиҳои сулфурдорро

доранд. Дар фраксияҳои сабуки нафт миқдори пайвастакиҳои сулфурдор хело камтар дида мешавад. Дар таркиби гази табиӣ низ пайвастагиҳои сулфурдор арзи ҳастӣ менамоянд.

Аз ин маълумоти таҳлилгардида бармеояд, ки манбаи асосии пайдошавии диоксиди сулфур ангишт, фраксияҳои вазнини нафт хусусан мазут, гази табиӣ ва фраксияҳои сабуки нафт (бензин, лигроин, керосин равғани солярӣ ва ғ.) ба ҳисоб мераванд.

Чуноне ки дар боло дарҷ гардидааст, «диоксиди сулфур моддаи заҳрок буда, ба экологияи муҳит таъсири манфии худро расонида метавонад. Пас аз ворид шудан дар ҳавои атмосферӣ давомнокии ҳастии он чандон тулони нест. Диоксиди сулфур метавонад дар ҳавои атмосферӣ тоза то 15 – 20 шабонарӯз мавҷуд бошад. Ҳангоми иштироки миқдори зиёди гази аммиак ва дигар газҳои хосияти асосидошта, диоксиди сулфур метавонад дар муддати якчанчанд соат сохти худро дигаргун намояд, яъне дар ҳавои атмосферӣ бо ин газҳо таъсири мутақобила намуда, ба пайвастагиҳои дигар мубаддал гардад» [33].

Дар баробари ин тағйирёбӣ, инчунин диоксиди сулфур (SO_2) метавонад бо оксигени таркиби ҳавои атмосферӣ таъсири мутақобила намуда, ба триоксиди сулфур (SO_3) табдил ёбад. Дар ҳавои атмосферӣ мавҷудияти SO_3 нисбати SO_2 аз лиҳози экологӣ хатарноктар ба ҳисоб меравад. Триоксиди сулфур (SO_3) метавонад бо об ба реаксия дохил шуда, сабабгори пайдошавии кислотаи сулфат гардад. Кислотаи сулфат ниҳоят моддаи устувор буда, аз таъсири муҳит ва фотокатализаторҳои атмосферӣ вайрон намешавад.

«Ба диоксиди сулфур (SO_2) низ чунин хосият хос мебошад. Ҳангоми таъсири мутақобилаи диоксиди сулфур бо об кислотаи сулфит ҳосил мешавад. Кислотаи сулфит кислотаи ноустувор буда, аз таъсири муҳит ва гузаштани вақт ба ангидриди худ ва об тачзия мегардад. Аз ин бармеояд, ки аз лиҳози экологӣ ин кислота нисбат ба кислотаи сулфат чандон хатарнок нест» [25].

Пажуҳиш ва таҳқиқоти олимон ва муҳаққиқони соҳаи экология ошкор намудаанд, ки «партовҳои сулфурдор метавонанд дар шакли боришоти

атмосферӣ дар сатҳи литосфера 43%, дар сатҳи ҳидросфера 13% ва ҷаббиши он дар флора 12%, амалан таъсири худро расонанд» [92].

Аз ин маълумот бармеояд, ки асосан ҷамъшавии партовҳои сулфурдор дар манбаъҳои обӣ, хусусан, дар уқёнусҳо сурат мегиранд ва таъсири онҳо ба экологияи табиат аз ғализии онҳо вобаста мебошад.

Ба гурӯҳи партовҳои дигари газӣ, ки мавҷудияти аз меъёр зиёди он дар ҳавои атмосферӣ метавонад ба экологияи муҳит таъсири манфии худро расонад, ин газҳои марбута ба оксидҳои нитроген (NOx) мебошанд.

Манбаи асосии пайдошавии оксидҳои нитроген ин сузиши намунаҳои сӯзишвориҳои истихроҷшавандае, ки дар таркиби худ пайвастагиҳои нитрогендорро доранд, ва инчунин дигар сӯзишвориҳои бенитроген, ки дар натиҷаи оксидшавии партовҳои газии онҳо бо нитрогени таркиби ҳаво ҳосил мегарданд, ба ҳисоб мераванд.

Дар адабиёти соҳавӣ [76, 86, 97, 104, 184, 186] оксидҳои нитроген гуфта пайвастагиҳои N_2O, NO, N_2O_3, NO_2, N_2O_4 ва N_2O_5 дар назар дошта шудааст. Ин оксидҳои нитроген байни ҳам аз рӯйи хосиятҳои физикӣ, химиявӣ ва устуворнокиашон фарқ намуда, ба экологияи муҳит низ вобаста ба сохти молекулавӣ, хосиятҳои химиявӣ ва ғализиашон таъсири гуногун расонида метавонанд.

Аз рӯйи хосияти химиявиашон оксидҳои нитроген ба ду гурӯҳ ба оксидҳои намак ҳосилнакунанда (N_2O ва NO) ва намак ҳосилкунанда (N_2O_3, NO_2, N_2O_5) ҷудо карда шудааст. Оксидҳои намак ҳосилкунандаи нитроген нисбат ба оксидҳои намакҳосилнакунандаи худ аз нуқтаи назари химиявӣ фаъол мебошанд.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки «ҳангоми сузиши сӯзишвориҳои нитрогендор ҳосилшавии оксидҳои он ба таъсири гармии реаксияи химиявӣ ва миқдори оксиген вобастагии хосса дорад. Дар рафти сузиши сӯзишвориҳои нитрогендор ҳангоми норасоии оксиген метавонад оксидҳои нитрогени нисбатан валенти пастдошта ҳосил гарданд. Дар рафти

сузиши энергиябарандаҳои нитрогендор ҳангоми мавҷудияти гармии зарурӣ ва миқдори изофаи оксиген метавонад оксиди N_2O_5 ҳосил гардад» [124].

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки қариб ҳамаи оксидҳои нитроген ба истиснои N_2O моддаҳои заҳрнок ба ҳисоб мераванд ва онҳо ҳангоми заҳролудшавӣ ба саломатии инсон таъсири манфии худро мерасонанд. Дар баробари ин, оксидҳои нитроген ба ташкилшавии таъсири гармхонаӣ ва нобудшавии қабати озонӣ метавонанд мусоидат намоянд. Ҳамчунин, оксидҳои нитрогендори N_2O_3, NO_2 ва N_2O_5 бо оби таркиби ҳавои атмосферӣ таъсири мутақобила намуда, метавонад кислотаҳои нитрит ва нитратро ҳосил намояд, ки ҳосилшавии ин кислотаҳо сабабгори пайдошавии борони кислотагӣ гарданд. Боронҳои кислотагӣ метавонанд ба экологияи флораи Замин таъсири манфии худро расонида, сабабгори нестшавии растаниҳои нодир ва коҳишёбии миқдори дарахтон дар ҷангалзорҳо гарданд.

Яке аз газҳои дигар, ки дорои хосияти пайдо намудани таъсири газҳои гулхонагиро дорост, ин метан (CH_4) мебошад. Пажуҳиш ва таҳқиқоти олимон ва муҳаққиқони илмҳои экологияи тадбиқӣ, биохимия ва химияи органикӣ нишон дод, ки манбаи хориҷшавии метан на танҳо захираҳои маҳфузбудаи ин газ дар қишри замин инчунин манбаъҳои дигар низ ба ҳисоб меравад.

Метан метавонад ба миқдори назаррас ҳангоми истихроҷи нафт (метан дар таркиби газҳои ҳамроҳи нафт мавҷуд аст) ва ангишт ба ҳавои атмосферӣ ворид гардад. Муайян гардидааст, ки дар натиҷаи таҷзия ва пусидани боқимондаҳои набототу ҳайвонот метан ҳосил мегардад. Дар илми бохимия раванди ҳосилшавии метанро аз массаи сабзи растаниҳо бо иштироки микроорганизмҳо метаногенез меноманд. Ин раванд барои ҳосил намудани биогаз аз массаи сабзи растаниҳо ва экскеримнти ҳайвони калони шохдор истифода мегардад.

Дар илми химия галогенҳосилаҳои фтордору хлордори метанро фреонҳо меноманд. Фреонҳо ба миқдори кам ҳам бошад дар ҳавои атмосферӣ арзи ҳастӣ менамоянд. Ин ҳосилаҳои галогении метан, асосан, дар рафти истеҳсоли пенопласт, ки он ҳамчун теплоизоляторҳо истифода мегарданд, ба ҳавои

атмосферӣ хориҷ мегарданд. Инчунин, фреонҳо метавонанд ҳангоми сурохшавии системаҳои хунуккунандаи яхдонҳо ва кондитсионерҳо ба ҳавои атмосферӣ хориҷ гарданд.

Фреонҳо нисбат ба метан метавонанд ба экологияи муфид таъсири манфии сахттар дошта бошанд, зеро ин моддаҳо вайронкунандаҳои асосии қабати озонии атмосфераи Замин мебошанд. Чуноне ки маълум аст, дар натиҷаи вайроншавии ғафсии қабати озонӣ сатҳи радиатсияи ултрабунафш дар Замин меафзояд.

Яке аз олудакунандаҳои дигари ҳавои атмосферӣ ин аммиак (NH_3) мебошад. Дар истеҳсолоти химиявӣ аммиак ҳамчун ашёи хом дар истеҳсол намудани садҳо номгуйи мавод ва маҳсулот истифода мегардад. Аз ҳама зиёдтар аммиак дар истеҳсоли нуриҳои маъдании нитрогендор тадбиқи амалии худро ёфтааст.

Истифодаи нуриҳои маъдании нитрогендор гарчанде дар рушди саноати кишоварзӣ саҳми назарраси худро гузошта бошад ҳам, истифодаи аз меъёр зиёди он ба экологияи муҳит таъсири манфии худро мерасонад. Тавассути обҳои истифодашудаи кишоварзӣ аммиак (дар шакли NH_4OH) ва нуриҳои нитрогендор вориди дарёҳо кӯлҳо ва баҳрҳо гардида, боиси вайроншавии мувозинати нишондиҳандаи ҳидрогенӣ ва раванди эвтрофикатсия гашта истодааст.

Пажуҳиш ва таҳқиқоти олимони соҳаи экологияи тадбиқӣ муайян намудааст, ки таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолӣ дар якҷоягӣ, ки ҳангоми сузонидани энергиябарандаҳои табиӣ ҳосил мешаванд, ба экологияи муҳит таъсири манфии ҷиддӣ расонида, ҳолатҳои буҳронро дар биосфера пайдо менамоянд.

Ба ин ҳолатҳо паст гардидани чашмрасии атмосферӣи маҳаллӣ ва минтақавӣ, пайдошавии боронҳои кислотагии маҳаллӣ ва минтақавӣ ва зиёд гардидани самараи гулхонавии минтақавӣ ва глобалӣ сабаб мешавад.

«Сабаби асосии паст гардидани чашмрасии атмосферӣи маҳаллӣ ва минтақавӣ ин зиёд гардидани ғализии гази диоксиди карбон ва газҳои

нитрогендор мебошад. Ба амал омадани чунин ҳодиса бештар ба шаҳрҳои саноатӣ хос мебошад. Коҳиш ёфтани чашмрасии атмосферӣ метавонад миқдори рӯзҳои офтобиро 20-50% кам намояд. Ин ҳолат ба бехатарии фаъолияти инсон таъсири манфӣ расонида, сабабгори ба миён омадани садамаҳои нақлиётӣ на танҳо дар хушкӣ, инчунин, дар баҳр ва нақлиёти ҳавоӣ низ гардад» [1].

Дар баробари ин, камшавии миқдори рӯзҳои офтобӣ дар чунин шаҳрҳои саноатӣ раванди муътадили фотосинтезро дар растаниҳо халалдор намуда, ба экологияи флораи маҳал ва минтақа таъсири манфии худро мерасонад.

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки аксари олудакунандаҳо метавонанд ба беғубории атмосферӣ таъсири худро расонанд. Чанг, дуд, ва дигар зарраҳои ҳолати агрегатии сахт дошта, ки мутааллиқи аэрозолҳои умумӣ мебошанд ба пайдо гардидани ғубори атмосферӣ мусоидат намоянд. Дар баробари ин партовҳо, инчунин гази NO_2 дар иштироки карбоҳидридҳо дар ҳавои атмосферӣ туманҳои махсусро ҳосил менамоянд.

Муайян гардидааст, ки партовҳои газии марбутаи карбоҳидрогенҳо таҳти таъсири компонентҳои таркиби ҳавои атмосферӣ оксид шуда, алдегидҳо, нитритҳо, нитратҳо ва ғайраро ҳосил менамоянд. Дар гузаштани ин реаксияи химиявӣ шуоъҳои ултробунафш нақши фотокатализаторҳоро иҷро намуда, сабабгори тезонидани ин табдилёбиҳои химиявӣ мегардад.

Ин моддаҳои ҳосилшуда метавонанд ба заҳролудшавии одамон мусоидат намоянд. Ҳангоми заҳролудшавӣ дар организм норасоии фаъолияти муътадили дилу рагҳои хунгард ва роҳҳои нафас ба миён меояд.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки аэрозолҳое, ки марбут ба дуда ва диоксиди карбон мебошанд, вобаста ба таркиби химиявии энергиябарандаҳои табиӣ ҳангоми сухтан аз худ ин партовҳоро бо ғализоти гуногун хориҷ менамоянд (ҷадвали 1.4).

Чи тавре аз натиҷаҳои таҳлили ҳосилшавии партовҳои газӣ ва аэрозолӣ, ки дар ҷадвали 1.4 ҳосил гардидааст, вобаста ба таркиби химиявии энергиябарандаҳои табиӣ ҳангоми сузиш партовҳои газӣ ва аэрозолӣ бо ғализоти гуногун ҳосил мегарданд. Тавре муайян гардидааст, дар миёни

энергиябарандаҳои дар ҷадвали 1.4 пешниҳодгардида, ҳангоми сузиш ангишт нисбат ба метан ва мазут аэрозолҳоро зиёдтар ҳосил менамояд, ки онҳо моддаҳои зараровар барои организми инсон мебошанд.

Ҳангоми сухтани сӯзишвориҳои нафтӣ хусусан мазут дар таркиби партовҳои газӣ ва аэрозолии он дар баробари дуда ва диоксиди карбон оксидҳои сулфур ва нитроген (SO_2 ё NO_2) ҳосил мегардад. Ин партовҳо ба муҳити ҳавои атмосферӣ дохил гардида, метавонанд кислотаҳо ва намакҳои ба таркиби химиявиашон мувофиқро ҳосил намоянд.

Ҷадвали 1.4. – Ҳосилшавии партовҳои газӣ ва аэрозолӣ вобаста ба таркиби химиявии энергиябарандаҳои табиӣ

Энергиябарандаҳо	Аэрозолҳо		Номгуйи партовҳои газӣ					
	Дуда	CO_2	Дуда	CO_2	Дуда	CO_2	Дуда	CO_2
Метан	–	–	+	+	+	–	+	+
Мазут	+	+	+	+	+	+	+	+
Ангишт	+	+	+	+	+	+	+	+

Эзоҳ: *Ишораҳои дар ҷадвал баррасигардида тавсифи зайлро доранд: “++” – хеле баланд; "+" – баланд; "-" – мавҷуд нест. Ҷадвали мазкур дар аосии адабиётҳои [70, 84, 85] таҳия гардидааст.*

Тавре маълум аст, сулфитҳо ва нитратҳо ба намакҳои миёнаи кислотаҳои нитрат ва кислотаи сулфат мутааллиқ мебошанд. Ин пайвастагиҳо дорои хосияти гигроскопӣ мебошанд ва аз ҳамин лиҳоз онҳо метавонанд сабабгори вайроншавии давраи муқаррарии боришоти табиӣ гарданд.

Таъсири антропогении соҳаи нақлиёт ба экосистемаи ҷаҳонӣ яке аз мушкилоти марказии экологияи муосир ва устувории биосфера мебошад. Барои ба таври амиқ ва илмӣ нишон додани фарқияти консептуалии байни сӯзишвориҳои нафтии анъанавӣ, биоэтанол ва энергиябарандаҳои табиӣ (алтернативӣ), таҳлили муқоисавии онҳо дар се сатҳи таъсири глобалӣ ба сайёраи Замин дар зер оварда шудааст.

Фарқияти аслии экологӣ байни ин энергиябарандаҳо дар ҷуғрофия ва замони пайдоиши карбони таркиби онҳо зоҳир мегардад:

1. Сӯзишвории нафтӣ (бензин, дизел): Ин манбаъҳо дорои карбони деринаи «консервшуда» мебошанд, ки миллионҳо сол пеш аз гардиши биосферӣ хориҷ шуда, дар литосфера маҳфуз буданд. Ҳангоми сӯхтани бензин дар муҳаррик, ин карбони «бегона» ба таври сунъӣ ба атмосфера партофта шуда, баланси табииро вайрон мекунад ва сабаби асосии гармшавии глобалӣ мегардад.

2. Биоэтанол (C_2H_5OH): Ба давраи пӯшидаи карбони биосферӣ дохил мешавад. Карбоне, ки ҳангоми сӯхтани биоэтанол хориҷ мешавад, ҳамон гази (CO_2) аст, ки растаниҳо (ашёи хоми истеҳсоли он, ба монанди ҷуворимакка, лаблабуи қанд, ғузапоя) дар давоми як соли охир тавассути фотосинтез аз ҳаво ҷаббида буданд. Аз ин рӯ, баланси ниҳоии карбони биоэтанол дар сайёра ба сифр наздик аст.

3. Энергиябарандаҳои табиӣ (қувваи барқ, ҳидроген): Ҳангоми истифода дар нақлиёт (электромобилҳо ва воситаҳои нақлиёти ҳидрогенӣ) дар ҷойи ҳаракат партови карбон умуман надоранд. Агар барқ аз манбаъҳои сабз (НБО, офтоб, шамол) гирифта шавад, ин раванд софи экологӣ мебошад.

Дар ҷадвали зер таъсири намудҳои гуногуни сӯзишвории нақлиёт ба унсурҳои асосии биосфера ва атмосфераи Замин муқоиса карда шудааст:

Дар заминаи экологии сайёра, мавқеи илмии мо устувор месозад, ки гузариши умумиҷаҳонӣ ба энергиябарандаҳои табиӣ (ба монанди электромобилҳо) роҳи стратегии оянда аст, вале он дорои ду маҳдудияти калони геоэкологӣ ва иқтисодӣ мебошад:

1. Интегратсияи суст: Гузариши пурра ба нақлиёти барқӣ дар кишварҳои рӯ ба рушд (аз ҷумла Тоҷикистон) аз сабаби набудани инфрасохтори гаронқимат даҳсолаҳо вақтро талаб мекунад.

2. Экологияи «намоишӣ»: Агар қувваи барқ барои электромобилҳо аз ҳисоби сӯзонидани ангишт ё мазут гирифта шавад, партови газҳои гулхонаӣ танҳо аз шаҳрҳо ба минтақаҳои саноатӣ кӯчида, фишори умумиро ба биосфераи Замин кам намекунад.

Дар ин замина, биоэтанол ҳамчун «пули экологӣ» ва транзити оқилона баромад мекунад. Истифодаи биоэтанол (дар шакли омехтаҳо бо бензин) тағйири сохтори миллионҳо автомобилҳои мавҷудаи сайёраро талаб накарда, имкон медиҳад, ки алҳол ва дар худи ҳамин лаҳза фишори антропогении нақлиёт ба атмосфера, хок ва иқлими Замин ба таври назаррас ва идорашаванда коҳиш дода шавад.

Ҷадвали 1.5. – Муқоисави нишондиҳандаҳои экологии сӯзишвориҳо дар миқёси ҷаҳонӣ

Меъёри экологӣ / сӯзишворӣ	**Сӯзишвории нафтӣ (бензин/дизел)**	**Биоэтанол (омехтаи E10–E85)**	**Энергиябарандаҳои табиӣ (барқи сабз / ҳидроген)**
Таъсири мустақим ба иқлим (CO_2)	Ниҳоят баланд. Сабабгори афзоиши консентратсияи газҳои гулхонаӣ дар атмосфера.	Паст (то 60–80% камтар). Карбони хориҷшуда дубора тавассути наботот ҷаббида мешавад.	Сифр (0%). Ҳангоми ҳаракати нақлиёт ягон гази гулхонаӣ тавлид намешавад.
Тавлиди заҳрҳои маҳаллӣ (CO, CH)	Баланд. Сӯхтани нопурраи молекулаҳои занҷирбанди нафт боиси пайдоиши дуд ва смог мегардад.	Кам (то 25-30% камтар). Оксигени сохтории биоэтанол (34,8%) раванди сӯзишро комил месозад.	Сифр (0%). Раванди сӯхтани карбогидридҳо умуман мавҷуд нест.
Партови оксидҳои азот (NOx)	Муътадил/Баланд. Вобаста ба ҳарорати баланди сӯзиши муҳаррикҳои муосир.	Муътадил/Паст. Ҳарорати сӯзиши этанол нисбат ба бензин камтар аст, ки тавлиди (NOx)-ро коҳиш медиҳад.	Сифр (0%). Дар электромобилҳо раванди сӯзиши ҳароратӣ мавҷуд нест.
Таҷзияшавии биологӣ (Биодеградация)	Ниҳоят паст. Ҳангоми рехтан ба хок ё об даҳсолаҳо экосистемаро заҳролуд мекунад.	Ниҳоят баланд. Дар давоми чанд рӯз аз ҷониби микроорганизмҳо ба таври табиӣ нест мешавад.	Хатари батареяҳо. Коркарди батареяҳои литий-ионӣ хатари ҷиддии литосфериро дорад.

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар асоси адабиётҳои [146, 161, 162, 185, 187] таҳия гардидааст.*

Ҳамин тариқ, дар асоси пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидашуда тавассути истифодаи сарчашмаҳои илмӣ, гурӯҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ, ки дар натиҷаи сузиши маводи нафтӣ ҳосил мегарданд, муайян карда шуда, таъсири онҳо ба экологияи муҳит ва организми инсон арзёбӣ гардиданд.

1.3. Гурӯҳбандии экологии таъсири газҳои ихроҷшудаи нақлиёти автомобилӣ ба муҳити зист

1.3.1. Вобастагии миқдори ҳосилшавии партовҳои газӣ ва аэрозолӣ ба навъи бензини истифодашуда ва тамғаи нақлиёти автомобилӣ

Тавре маълум аст, асоси партови газҳои ихроҷшудаи нақлиёти автомобилиро дуда, газҳо, аэрозолҳо, карбогидрогенҳо ва оби ба буғ табдилёфта ташкил медиҳанд. Ин партовҳои ҳосилгардида маҳсули реаксияи сузиши маводи нафтӣ бо иштироки оксиген мебошад, ки дар муҳаррики нақлиёти автомобилӣ мегузарад [9, 101–103, 130, 139, 140].

«Аз лиҳози экологӣ партовҳои ҳосилшуда яке аз сабабҳои зиёд гардидани консентратсияи иҷозатдодашудаи моддаҳои заҳролуд ва канцерогенҳо дар ҳавои атмосфераи шаҳрҳои калони аҳолиашон зич ҷойгиршуда, пайдоиши дудҳо, ки сабаби асосии заҳролудшавӣ дар чунин ҷойҳои маҳдуд ба ҳисоб мераванд» [52].

Барои кам кардани таъсири манфии системаҳои нақлиётӣ-технологӣ ба муҳити зист аз нигоҳи мо чораҳои зерин андешидан зарур мебошад:

– рушди намудҳои нақлиёти автомобилӣ аз нигоҳи экологӣ тоза, ба монанди нақлиёти барқӣ ва нақлиёти гибридӣ;

– ҷорӣ намудани технологияҳо ва системаҳои самараноки идоракунӣ барои беҳтар кардани самаранокии энергия ва кам кардани партовҳои моддаҳои ифлоскунанда;

– мусоидат намудан ба истифодаи нақлиёти ҷамъиятӣ ва рушди инфрасохтор барои пиёдагардон ва велосипедронҳо;

– татбиқи стандартҳо ва меъёрҳои қатъии экологӣ барои системаи нақлиёт;

– пешбурди ҳамкорӣ байни мақомоти давлатӣ, тиҷорат ва ҷомеа барои таҳия ва татбиқи қарорҳои устувори нақлиётӣ;

– мониторинг ва арзёбии мунтазами таъсири экологии системаи нақлиёт ва андешидани чораҳои дахлдор барои коҳиш додани оқибатҳои манфӣ ба муҳити зист.

Ҳадафи чунин тадбирҳо ба даст овардани мувозинат байни эҳтиёҷоти нақлиёт ва ҳифзи муҳити зист, инчунин, таъмини рушди устувор ва некуаҳволии аҳолӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад.

Аз нигоҳи мо барои кам кардани таъсири системаи нақлиётӣ-технологӣ ба экология чораҳои зерин андешидан лозим аст:

1. Гузариш ба намудҳои аз ҷиҳати экологӣ тозаи нақлиёти автомобилӣ. Дастгирӣ ва ҳавасмандгардонии истифодаи мошинҳои барқӣ, мошинҳои гибридӣ ва дигар мошинҳое, ки бо энергияи барқароршаванда кор мекунанд, ба коҳиш додани партовҳои моддаҳои зараровар ба атмосфера ва коҳиш додани ифлосшавии ҳаво мусоидат мекунанд.

2. Рушди нақлиёти ҷамъиятӣ. Сармоягузорӣ ба рушди шабакаҳои нақлиёти ҷамъиятӣ, беҳтар кардани сифат ва дастрасии нақлиёти ҷамъиятӣ ва ташкили системаҳои ҳамгирошудаи нақлиёт имкон медиҳад, ки истифодаи нақлиёти шахсӣ коҳиш ёбад ва мушкилоти тамбашавии нақлиёти автомобилӣ ва ифлосшавӣ коҳиш ёбад.

3. Такмили инфрасохтори нақлиёти автомобилӣ. Таҳияи инфрасохтори интеллектуалӣ ва инноватсионии нақлиёти автомобилӣ бо истифода аз технологияҳои муосири идоракунии ҷараёни нақлиёт, оптимизатсияи хатсайрҳо ва кам кардани хароҷоти захираҳо ба коҳиш додани таъсир ба муҳити зист мусоидат мекунад.

4. Самаранокии энергетикии воситаҳои нақлиёти автомобилӣ. Пешбурд ва татбиқи технологияҳое, ки ба беҳтар кардани самаранокии энергетикии воситаҳои нақлиёти автомобилӣ, аз қабили системаҳои барқарорсозии энергия, муҳаррикҳои каммасрафи энергия ва тарҳрезии коҳиши муқовимати ҳаво нигаронида шудаанд, ба кам шудани истеъмоли сӯзишворӣ ва партобҳо мусоидат мекунанд.

5. Принсипҳои тарроҳӣ ва сохтмони экологӣ. Ҳангоми тарҳрезӣ ва сохтмони инфрасохтори нақлиётӣ бояд принсипҳои тарроҳии экологӣ, аз қабили истифодаи маводи устувор, кам кардани хароҷоти захираҳо ва кам

кардани таъсири манфӣ ба табиат ва организмҳои зинда ба назар гирифта шаванд.

Роҳҳои кӯҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои якчанд хусусиятҳои хоси вобаста ба релефи кӯҳӣ ва шароити иқлимӣ мебошанд. Чӣ тавр истифода бурдани роҳҳои кӯҳӣ, асосан, аз шароити обу ҳаво ва иқлим вобастагии калон дорад.

Баъзе аз хусусиятҳои хоси он инҳоянд:

1. Минтақаҳои баланди кӯҳӣ. Қисми зиёди қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон яъне 93% кӯҳҳо мебошанд, аз ҷумла, қаторкӯҳҳои Помир, ки яке аз баландтарин роҳҳои ҷаҳон ҷойгир аст. Ин дар сохтмон, нигоҳдории роҳҳо ва истифодабарӣ дар шароити кӯҳӣ мушкилоти зиёде ба нақлиёти автомобилӣ эҷод мекунад.

2. Шароити мураккаби иқлимӣ. Дар кӯҳҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон иқлим гуногун аст. Зимистон метавонад барфӣ ва хунук ва тобистон гарм ва хушк бошад. Роҳҳои автомобилгард бояд барои азхуд кардани ин шароит, аз ҷумла, партовҳои барф ва қитъаҳои ях тарҳрезӣ карда шаванд.

3. Гузаштан аз ағбаҳои баланд. Роҳҳои кӯҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон аксар вақт аз ағбаҳои баландкӯҳ мегузаранд, ба монанди ағбаи Кулма дар баландии 4362,7 м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст. Дар ин шароит сохтмон ва нигоҳдории роҳҳо, истифодабарии роҳҳо бо назардошти баландкӯҳӣ ва шароити мураккаби чунин минтақаҳо талаб мекунад.

4. Паҳнои якхелаи роҳҳои автомобилгард. Дар баъзе қитъаҳои роҳҳои кӯҳӣ, паҳнои он метавонад бо сабаби қаторкӯҳҳо ва доманакӯҳҳои теппа маҳдуд карда шавад. Ин метавонад ҳангоми рондани нақлиёти боркаш мушкилоти зиёдеро эҷод кунад, ки ба садамаҳои роҳу нақлиёт оварда мерасонад.

5. Ҳолатҳои фавқулодда дар роҳҳои автомобилгард. Роҳҳои кӯҳӣ ба хатари тармаҳои барфӣ ва селҳои зиёд дучор мешаванд. Бозрасии нақлиёти автомобилӣ кӯшиш ба харҷ медиҳад, ки чунин ҳолатҳоро пешгирӣ кунанд ва бехатарии роҳҳоро дар ҳама фасли сол таъмин кунад. Бо дарназардошти ин

хусусиятҳои хос, сохтмон, нигоҳдорӣ ва бехатарии роҳҳои кӯҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон вазифаи душворест, ки барои таъмини ҳаракати бехатар ва самарабахши инфрасохтори нақлиёти автомобилиро талаб менамояд.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон тағйироти назаррас дар ҳарорати рӯзона мушоҳида мешавад. Баландӣ аз сатҳи баҳр метавонад ба қувваи муҳаррики нақлиёти автомобилӣ аз сабаби тағйирёбии фишори атмосфера ва сатҳи оксигени мавҷуда таъсири манфӣ расонад.

Баъзе омилҳои асосие, ки аз нигоҳи мо бояд ба назар гирифта шаванд:

1. Зичии ҳаво. Бо афзоиши баландӣ аз сатҳи баҳр, зичии ҳаво коҳиш меёбад. Сабаб дар он аст, ки дар фишори пасти атмосфера ҳаво камтар зич мешавад. Зичии ҳаво омили муҳим барои кори муҳаррики нақлиёти автомобилӣ мебошад, зеро он миқдори оксигени мавҷударо барои сухтани сӯзишворӣ муайян мекунад. Паст шудани зичии ҳаво дар баландкӯҳҳо боиси кам шудани оксиген мегардад ва аз ин рӯ метавонад кашиши қувваи муҳаррикро коҳиш диҳад.

2. Пастшавии эҳтимолии фишори болопӯш. Баъзе нақлиёти автомобилӣ, метавонанд ҳавои иловагии фишорро барои баланд бардоштани кашиши қувваи муҳаррик истифода баранд. Бо зиёд шудани баландӣ аз сатҳи баҳр, фишори атмосфера паст мешавад ва ин метавонад боиси паст шудани фишори болоравӣ ва бад шудани кори муҳаррики нақлиёти автомобилӣ гардад.

3. Зарурати аз нав танзимкунии системаи муҳаррики нақлиёти автомобилӣ. Барои ҷуброн кардани тағйирот дар шароити кор дар баландкӯҳҳо аз сатҳи баҳр, баъзе муҳаррик ва системаҳои идоракунии муҳаррики нақлиёти автомобилӣ метавонанд ба таври худкор аз нав танзим карда шаванд. Масалан, системаҳои электронии сӯзишворӣ ва оташгиранда метавонанд андозаҳои корро барои таъмини қувваи муқаррарӣ ва самаранокии муҳаррики нақлиёти автомобилӣ тағйир диҳанд. Бояд қайд кард, ки таъсири баландии сатҳи баҳр ба қувваи муҳаррик вобаста ба намуди муҳаррики нақлиёти автомобилӣ, танзимот, мушаххасот ва дигар омилҳо метавонад гуногун бошад.

Аз ин рӯ, ҳангоми сафар кардан бо нақлиёти автомобилӣ ба минтақаҳои кӯҳӣ, Бозрасии давлатии автомобилии Вазорати корҳои дохилии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ронандагон тавсия медиҳад, ки баландӣ ва тағйирёбии эҳтимолии кори муҳаррики нақлиёти автомобилиро ба назар гиранд.

Ҳангоми интиқоли мусофирон ва борҳо дар баландии 2000 метр ва бештар аз сатҳи баҳр, шиддати функсионалӣ ва вақти вокуниши ронандагон меафзояд, ин ба сатҳи бехатарии ҳаракат таъсири бевосита мерасонад.

Вобаста аз баландӣ ва ҷойгиршавии сатҳи баҳр, фарқиятҳо дар қаторкӯҳҳо, шароити кори ронанда ва ҳаракати мошинҳо хеле фарқ мекунанд. Таснифи қитъаҳои алоҳидаи минтақаҳои кӯҳӣ, ки ба таҳияи чораҳо оид ба баланд бардоштани самаранокии кори муҳаррики нақлиёти автмобилӣ ва истифодабарӣ равона шудаанд. Ба ғайр аз намуди релефи кӯҳӣ, ҳамчун меъёри иловагӣ мураккабии ҷузъҳои шароити ронандагӣ ва ронандаро дар бар мегирад.

Хусусиятҳои хос ва ташаккули системаи нақлиётӣ-технологии роҳҳои кӯҳӣ бо назардошти хусусиятҳои минтақаи кӯҳӣ ва шароити истифода алоқаманд аст.

Дар зер баъзе аз хусусиятҳои хоси онҳо оварда шудаанд:

1. Нишебиҳо ва гардишҳои зиёд. Роҳҳои кӯҳӣ аксар вақт нишебиҳои зиёд ва гардишҳои печдор доранд, ки аз релефи кӯҳҳо ба вуҷуд омадаанд. Ҳангоми лоиҳагирӣ ва сохтмони роҳҳо ин хусусиятҳо бояд ба назар гирифта шаванд, то ҳаракати бехатар ва устувории роҳҳои куҳиро таъмин кунанд.

2. Иншооти муҳандисӣ. Роҳҳои кӯҳӣ метавонанд сохтмони иншооти муҳандисиро талаб кунанд, ба монанди нақбҳо, пулҳо, теппаҳои устувор, ки барои бартараф кардани монеаҳо ва таъмини роҳҳо дар шароити кӯҳӣ кумак мекунанд.

3. Равандҳои фаъоли геологӣ. Минтақаҳои кӯҳӣ ба равандҳои фаъоли геологӣ, аз қабили фурӯпошӣ, тармафароӣ, ярч ва заминҷунбӣ дучор мешаванд. Ҳангоми ташаккули системаи нақлиётӣ ва технологии роҳҳои кӯҳӣ, ин омилҳо бояд ба назар гирифта шаванд ва барои муҳофизат аз хатарҳои эҳтимолӣ чораҳо андешида шаванд.

4. Баландӣ. Роҳҳои кӯҳӣ аксар вақт дар баландии хеле зиёд аз сатҳи баҳр ҷойгиранд. Ин метавонад ба кори муҳаррики нақлиёти автомобилӣ, кори ҷузъҳои барқӣ, бароҳатӣ ва бехатарии мусофирон таъсири худро расонад. Ҳангоми лоиҳагирӣ ва нигоҳдории роҳҳои кӯҳӣ бояд ин хусусиятҳоро ба назар гирад.

5. Шароити мураккаби обу ҳаво. Роҳҳои кӯҳӣ аксар вақт ба шамолҳои шадид, барф, ях ва дигар шароити мураккаби обу ҳаво дучор мешаванд. Ин чораҳои махсуси бехатарӣ ва нигоҳдории роҳҳоро дар вақти ҳавои номусоид талаб мекунад.

Идоракунӣ ва ташаккули системаи нақлиётӣ-технологии роҳҳои кӯҳӣ ба инобат гирифтани ҳамаи ин хусусиятҳо ва таҳияи қарорҳои дахлдори муҳандисӣ ва технологиро барои таъмини бехатарӣ ва самаранокии нақлиёти автомобилӣ дар минтақаҳои кӯҳӣ талаб мекунад.

Дар асоси натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашудаи олимон ва мутахассисони соҳаи экологияи муҳандисӣ ҳангоми сухтани як килограмм бензини дар муҳаррики нақлиёт, ба ҳисоби миёна тақрибан 16 килограмм омехтаи газҳои гуногун метавонад ҳосил гардад [70, 71, 75, 109, 111, 112, 174].

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки сарфи сӯзишворӣ ба тавоноии муҳаррики нақлиётӣ ва вазни он вобастагии хосса дорад (ҷадвали 1.6).

Ҷадвали 1.6. – Вобастагии сарфи сӯзишвории нафтӣ аз навъи муҳаррики нақлиёти автомобилӣ

Вобастагии сарфи сӯзишворӣ ба суръати ҳаракат	ВАЗ 2110 1,5k литр	ВАЗ 2110 1,5i литр	Mitsubishi Colt 5-D 1.1i литр	ВАЗ 11113 0,75k литр	ВАЗ 21055 1,5D литр
Сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракат дар роҳҳои автомобилгарди шаҳрӣ, л/100км	9,10	8,65	7,03	6,40	5,70
Сарфи сӯзишворӣ ҳангоми ҳаракат дар роҳҳои автомобилгарди берун аз шаҳр бо суръати ҳаракати 60 км/ч, сарфи сӯзишворӣ аз рӯйи л/100км	6,50	6,50	3,72	3,22	3,84

Эзоҳ: *k – муҳаррики карбюраторӣ; i – муҳаррики инжекторӣ; D – муҳаррики дизелӣ. Таҳияи муаллиф. Ҷалвали мазкур дар асоси шиносномаи техникии тамғаи нақлиёти автомобилии пешниҳодшаванда омода гардидааст.*

Дар соҳаи марбут ба нақлиёти автомобилӣ барои арзёбӣ намудани миқдори чунин партовҳо, сарфи сӯзишворӣ дар мошинҳо муайян карда мешавад. Миқдори сарфи сӯзишворӣ аз рӯйи масофаи тайкардашуда стандартизатсия карда мешавад. Стандартизатсиякунонӣ яке аз хусусиятҳои истеъмолӣ ба ҳисоб рафта, он аз ҷониби истеҳсолкунандаи нақлиёти автомобилӣ муайян карда мешавад.

1.3.2. Арзёбии экологии таъсири партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба муҳити зист

«Дар рафти пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидашудаи олимони соҳаи экологияи муҳандисӣ ва стандартизатсия намудани муҳаррикҳои нақлиётӣ муайян гардидаст, ки дар рафти кори муҳаррики автомобил метавонад зиёда аз 20 номгуйи партовҳо ҳосил гардад» [52]. Муҳимтарин номгуи ин партовҳо дар ҷадвали 1.7 пешниҳод карда шудааст.

Ҷадвали 1.7. – Номгуй ва миқдори партовҳои ҳосилшуда ҳангоми истифодаи сӯзишвории бензинӣ ва дизелӣ дар нақлиёти автомобилӣ

Номгуи партовҳои ҳосилшуда	Дар ҳолати истифодаи бензин	Дар ҳолати истифодаи сӯзишвории дизелӣ
Нитроген (N_2) бо ҳисоби %	74–77	76–78
Оксиген (O_2), бо ҳисоби %	0,3–8,0	2,0–18,0
Буғҳои об (H_2O), бо ҳисоби %	3,0–5,5	0,5–4,0
Диоксиди карбон (CO_2), бо ҳисоби %	0,0–16,0	1,0–10,0
Монооксиди карбон (CO), бо ҳисоби %	0,1–5,0	0,01–0,5
Оксидҳои нитроген, бо ҳисоби %	0,0–0,8	0,0002–0,5
Карбоҳидрогенҳо, бо ҳисоби %	0,2–3,0	0,09–0,5
Алдегидҳо, бо ҳисоби %	0,0–0,2	0,001–0,009
Дуда, г/м^3	0,0–0,04	0,01–1,10
Бензпирен-3,4, г/м^3	$10–20\cdot10^{-6}$	10×10^{-6}

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар асоси адабиёти [12] таҳия гардидааст.*

Чӣ тавре аз номгуй ва миқдори партовҳои ҳосилшуда ҳангоми истифодаи сӯзишвории бензинӣ ва дизелӣ дар нақлиёти автомобилӣ, ки дар ҷадвали 1.7 пешниҳод гардидааст дар таркиби партовҳои ҳосилшаванда моддаҳои заҳрнок ва моддаҳои марбут ба газҳои гулхонагӣ хело зиёд дида мешаванд. Агар хосияти химиявӣ ва фаъолияти биологии номгуи партовҳои дар ҷадвали 1.7 баррасигардидаро таҳлил намоем, он гоҳ ба хулосае омадан мумкин аст, ки аз рӯйи заҳрнокӣ дар миёни ин партовҳо хатарноктарини он оксидҳои нитроген ба ҳисоб мераванд. Муайян гардидааст, ки заҳрнокии оксидҳои нитроген нисбат ба монооксиди карбон (CO) зиёда аз 10 баробарро ташкил медиҳад. Агар заҳрнокии партовҳои мутааллиқ ба алдегидҳоро нисбат ба оксидҳои нитроген ва диоксиди карбон муқоиса намоем, он чандон зиёд нест ва ҳудуди 5%-и заҳрнокии умумиро ташкил медиҳанд. Заҳрнокии карбоҳидрогенҳои нафтӣ якзайл набуда, ҳар кадом ба худ фаъолияти биологии хосса дорад [116, 117, 128].

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки карбогидрогенҳои нафтӣ на танҳо моддаҳои заҳрнок мебошанд, инчунин, аз худ хосияти таъсири гази гулхонагиро зоҳир менамояд. Натиҷаҳои таҳқиқи олимони соҳаи космохимия ва экологияи муҳандисӣ муайян намудааст, ки сабаби асосии хатарнок будани ин партови нақлиёти автомобилӣ дар он аст, ки карбогидрогенҳои ҳатнок (карбогидрогенҳои марбут ба формулаи умумии C_nH_{2n+2}) бо диоксиди нитроген (NO_2) дар ҳавои атмосферӣ таъсири мутақобила намуда, пайвастагиҳои оксигендори заҳрнокии қавидоштаро ҳосил менамоянд.

Ин реаксияи химиявӣ фотокаталитикӣ буда, таҳти таъсири шуоъҳои ултробунафши офтоб мегузарад. Маҳсули ин реаксияро мутахассисони соҳаи экология моддаҳои ҷудӣ (смог) меноманд. Ҷудҳо (смогҳо) дар ҳавои атмосферӣ дар шакли туманҳо арзи ҳастӣ менамоянд. «Партовҳои газии мутааллиқ ба карбогидрогенҳои ароматии полисиклӣ аз худ хосияти қавии консерогениро зоҳир менамоянд» [46].

Новобаста аз оне, ки усулҳои синтез ва хосиятҳои физикию химиявии карбогидрогенҳои ароматии полисиклӣ, ҷузъан, таҳқиқ гардидааст,

мутаассифона то ҳанӯз фаъолияти биологии ин гурӯҳи пайвастагиҳои органикӣ ба пуррагӣ омухта нашудааст. Аз миёни ин пайвастагиҳо фаъолияти биологии бензопирен омухта шудааст. Дар сарчашмаҳои илмӣ оид ба ин фаъолияти биологии гурӯҳи пайвастагиҳои органикӣ, ки марбут ба ҳосилаҳои антрасен мебошанд ва аз таркиби партовҳои газии нақлиёти автомобилӣ идентификатсия карда шудаанд, маълумот дида намешаванд. Хусусан, пайвастагиҳои органикии 1, 2-бензантратсен, 1, 2, 6, 7-дибензантратсен, 5, 10-диметил, 1, 2-бензантратсен аз лиҳози арзёбии экологӣ ниёз доранд.

Тавре дар боло зикр намудем, ҳангоми сузонидани бензине, ки аз нафтҳои сулфурдор ҳосил карда шудааст, оксиди сулфур ҳосил мегардад. Дар нақлиёти автомобилӣ ҳангоми истифодаи бензини бо тетраэтилқурғошим этилиронидашуда қурғошим, хлор, бром ва пайвастагиҳои он ҳосил мешаванд. Пайвастагиҳои мазкур низ таҳти таъсири фотокатализаторҳо дар ҳосилшавии ҷудҳо (смогҳо) мусоидат менамоянд.

Партовҳои газӣ аз нақлиёти автомобилӣ яке аз омилҳои шиддати антропогенӣ ба шумор рафта, вазъи экологии биосфераро дар сатҳи маҳаллӣ ва глобалӣ хароб мекунанд.

Мувофиқи Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ҳифзи муҳити зист» [81] ва меъёрҳои давлатии санитарию экологӣ, Консентратсияи Иҷозатдодашудаи миёна (ПДК) барои газҳои асосии нақлиётӣ муайян карда шудааст. Ҳангоми таҳлили муқоисавӣ маълум мегардад, ки бинобар кӯҳна будани парки автомобилии кишвар (зиёда аз 70%-и мошинҳо зиёд аз 10-15 сол сохт доранд), нишондиҳандаҳои воқеии партовҳо аз меъёрҳои иҷозатдодашуда ба таври назаррас баланд мебошанд [3, 80, 107].

Маълумоти ҷадвали 1.8 нишон медиҳад, ки низоми кунунии нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон тавозуни манфии экологӣ дорад. Аз назари илмӣ, гузариш ба биоэтанол (омехтаи Е10) воситаи мустақими коҳиш додани ин фарқияти байни меъёр ва нишондиҳандаҳои воқеӣ мебошад.

Ҷадвали 1.8. – Меъёрҳои иҷозатдодашуда нисбат ба нишондиҳандаҳои воқеӣ

Номи гази заҳролуд	Меъёри иҷозатдодашуда дар ҳаво (мг/м³)	Нишондиҳандаи воқеӣ дар реҷаи авҷи ҳаракат (мг/м³)	Дараҷаи гузашт аз меъёр	Сабаби техникӣ-экологӣ
Оксиди карбон (CO)	5,0 *(максималии яквақта)*	12,5 – 18,0	2,5 – 3,6 баробар	Сӯхтани нопурраи бензин дар тамбашавӣ ва коркарди нодурусти муҳаррикҳои кӯҳна.
Оксиди азот (NO_2)	0,2 *(максималии яквақта)*	0,6 – 0,9	3,0 – 4,5 баробар	Ҳарорати баланди сӯзиш дар муҳаррикҳои муосири пуриқтидор бе истифодаи катализаторҳои коршоям.
Карбогидридҳо (CH)	1,5 *(ҳадди ниҳоӣ)*	3,2 – 4,5	2,1 – 3,0 баробар	Бухоршавии мустақими бензин ва насӯхта мондани қисми сӯзишворӣ дар деворҳои цилиндр.
Моддаҳои муаллақ (PM2.5)	0,035 *(меъёри шабонарӯзӣ)*	0,12 – 0,16	3,4 – 4,5 баробар	Сифати пасти тозакунии бензини АИ-92 (синфи экологӣ паст) ва соиши налҳои тормоз.

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар асоси адабиётҳои [107, 189] таҳия гардидааст.*

1.3.3. Арзёбии экологии таъсири партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба организми инсон

Айни замон, мавзуи арзёбии экологии таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолиӣ аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба организми инсон яке аз мавзуъҳои мубрами илми экология ва биохимия ҳисобида мешавад, зеро фаъолияти биологии компонентҳои алоҳидаи он пурра омухта нашудааст.

Дар асоси таҳлили адабиёти соҳавӣ [47–50, 88, 99, 106] муайян карда шуд, ки фаъолияти тулонии корӣ дар муҳити бо партовҳои газӣ ва аэрозолиӣ аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда, боиси заиф гардидани организми инсон мегардад. Муайян карда шудааст, ки одамоне, ки дар муҳити олудашуда бо

чунин газҳо фаъолият менамоянд, масунияташон заиф мебошанд. Аз ҳамин сабаб, ин гурӯҳи одамон ба бемориҳое, ки паҳнкунандаи онҳо вирусҳо ба ҳисоб мераванд, тез-тез гирифтор мешаванд.

Вобаста ба консентратсияи компонентҳои таркиби партовҳои газӣ ва аэрозолиӣ аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда, ки ҳавои муҳити фаъолияти инсонро олуда намудааст, метавонад инсонро ба бемориҳои норасоии роҳҳои нафас, норасоии дилу рагҳои хунгард, гайморит, бронхит, ларинготрахеит, бронхопневмания ва саратони шуш гирифтор намояд. Муайян шудааст, ки ин партовҳои газӣ метавонанд бемориҳои атеросклерози рагҳои хунгарди мағзи сарро ба миён оранд [106, 110, 122, 127].

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки «ба чунин номгуйи бемориҳо метавонанд шахсоне гирифтор шаванд, ки онҳо дар нуқтаҳои таъмири автомобилие фаъолият менамоянд, ки дар биноҳои маҳкам ҷой гирифтаанд. Агар чунин биноҳо бо ҷевонҳои бодкаш муҷаҳҳаз нашуда бошанд, партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба организми инсон таъсири манфии зиёдтар мерасонанд» [66].

Дар баробари ин, дар биноҳои истиқоматие, ки тагхонаҳои онҳо ҷойи гузоштани (парковка) нақлиёти автомобилӣ мебошанд, эҳтимоли заҳролудшавӣ дида мешавад. Инчунин, эҳтимоли заҳролудшавӣ дар дохили нақлиёти автомобилие метавонад ба миён ояд, ки бинобар сабаби нуқсони техникӣ ба дохили он аз системаи дудпартои он ин газҳо ворид мегарданд.

Ҳамин тариқ, тавассути таҳлили адабиёти соҳавӣ таъсири партовҳои газии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшуда ба организми инсон арзёбии экологӣ карда шуд. Дар асоси натиҷаҳои ин таҳлил мушкилоти экологии ҷойдошта ва мавзуъҳои мубрами он муайян гардид.

Инқилоби илмию техникӣ боиси он гардидааст, ки инсоният тавассути рушди илму зеҳни худ ба як зумра дастовардҳои назаррас ноил гардад ва талаботи иқтисодию иҷтимоии худро қонеъ намояд. Яке аз муҳимтарин дастовардҳои илмию зеҳнии инсоният ин ихтирои нақлиёти мухталифи автомобилӣ, ҳавоӣ ва баҳрӣ мебошанд.

«Ин дастоварди инсоният дар пешрафти иқтисодиёту иҷтимоиёт як такони мусбатро тавлид намудааст, вале мутаассифона он сабабгори ба миён омадани баъзе мушкилоти экологӣ гардидааст» [16].

Олимони соҳаи экология яке аз «сабабҳои гармшавии иқлими сайёраи Замин, ки ба он ба зиёдшавии миқдори газҳои гулхонагӣ рабт дорад, ба истифодаи аз меъёр зиёди энергиябарандаҳо вобаста медонанд. Тавре маълум аст, яке аз истеъмолкунандагони асосии энергиябарандаҳо, хусусан, сӯзишвориҳои нафтӣ ин нақлиёти автомобилӣ мебошад. Ин мушкилоти экологиро ба инобат гирифта, барои ҳал намудани он аз ҷониби олимон ва муҳаққиқон пажуҳиш ва таҳқиқотҳои зиёде гузаронида шудааст, усулҳои муосири коҳиш додани ин партовҳо коркард гардидааст, ки муҳимтаринашон чунинанд» [79]:

– сохтани роҳҳои калон ва муҷаҳҳазонидашуда бо технологияҳои иноватсионии танзимкунандаи ҳаракати ба талаботи замони муосир ҷавобгуй дар шаҳрҳое, ки аҳолиашон зич ҷойгир шудааст;

– ташкили дурусти ҳаракат дар роҳ дар минтақаҳои роҳҳои автомобилие, ки тамбашавии автомобилҳо ба чашм мерасад;

– коҳиш додани миқдори карбогидрогенҳои калономекула ва зиёд намудани карбогидрогенҳои хурдмолекула дар таркиби сӯзишвориҳои нақлиёти автомобилӣ;

– гузаронидани як қисми нақлиёти автомобилӣ ба сӯзишвории марбут ба гази фишурдашуда (пропан (C_3H_8), бутан, (C_4H_{10})) ва ё ба гази табиӣ (метан (CH_4));

– «дар шаҳрҳои калон ва аҳолиашон зич ҷойгиршуда кам намудани нақлиёти автомобилие, ки тавассути истифодаи сӯзишвории дизелӣ ҳаракат менамоянд (дар назар доштан зарур аст, ки автомобилҳои сӯзишвориашон дизелӣ нисбат ба автомобилҳои бо бензин ҳаракаткунанда 20 маротиб зиёдтар дуда ва 2 маротиб зиётар оксидҳои нитрогенро ба экологияи муҳит мепартоянд)» [12];

– дар шаҳрҳо ва минтақаҳои аҳолинишини аҳолиаш зич ҷойгиршуда ҳаракати нақлиёти автомобилие, ки муҳлати тавсиявии истифодашавиашон аз даҳ сол зиёд гузаштааст, манъ карда шавад;

– роҳҳои ҳавасмандкуние коркард карда шавад, ки аҳолӣ нақлиётеро харидорӣ намоянд, ки муҳаррикашон инжекторӣ ва ё гибридӣ бошанд;

– «зиёд намудани нақлиёти баркӣ ва кам намудани миқдори нақлиёти бо сӯзишвории нафтӣ ҳаракаткунанда яке аз роҳҳои афзалиятноки коҳиш додани миқдори партовҳои газӣ ва аэрозолӣ ба ҳисоб меравад» [138].

Ҳамин тариқ, дар асоси натиҷаҳои таҳлили адабиёти соҳавӣ роҳҳои коркардгардидаи муфиди коҳиш додани миқдори партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобилӣ ҳосилшаванда, муайян гардида, техника ва технологияи коҳиш додани он мавриди таҳқиқ ва баррасӣ қарор дода шуд.

1.4. Таҳлили назарияҳои вобастагии гармшавии ҳарорати иқлими сайёраи Замин ба зиёдшавии ғализоти газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ

1.4.1. Таҳқиқ ва таҳлили тағйирёбии глобалии иқлими сайёраи Замин таҳти таъсири омилҳои табиӣ

Чӣ тавре дар боло қайд карда шуд, яке аз сарчашмаҳои асосии истеҳсолкунандаи газҳои гулхонагӣ ин нақлиёти автомобилии тавассути сӯзишвориҳои нафтӣ ҳаракаткунанда мебошад. Ин алоқамандии мавзуи мазкурро бо мавзуи кори диссертатсионӣ ба инобат гирифта, мақсад гузошта шуд, ки дар ин ҷо тавассути истифодаи адабиёти илмӣ, «таҳлили назарияҳои вобастагии гармшавии ҳарорати иқлими сайёраи Замин ба зиёдшавии ғализоти газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ мавриди пажуҳиш ва таҳқиқ қарор дода шавад» [98].

Таҳлили адабиёти соҳавӣ нишон дод, ки «баъди пайдоиши ҳаёт дар рӯйи сайёраи Замин тағйирёбии иқлим ҳеҷ гоҳ доимӣ набуд. Тибқи назарияҳои маълуми биологӣ ва бозёфтҳои археологию геологӣ тағйирёбии иқлим як ҷузъи тағйироти умумии муҳити табиии сайёраи Замин ба ҳисоб меравад» [17].

Аз нигоҳи илми экология иқлими глобалӣ маҳфуме дар назар дошта мешавад, ки он ифодакунандаи ҳолати фазои муваққатии атмосфера ва равандҳои танзимкунандаи ҳарорати обу ҳаво дар сатҳи сайёраи Замин аст.

Агар омилҳои табиии таъсиркунандаро ба назар гирем, он гоҳ хулосабарорӣ намудан мумкин аст, ки иқлими глобалӣ як системаи бағоят мураккабест, ки он ба миқдори радиатсияи офтоб, ки сатҳи сайёраи Замин аз атмосфера мегирад, хеле вобастагӣ дорад [19].

Дар сарчашмаҳои илмӣ дарҷ гардидааст, ки реаксияҳои химиявӣ дар офтоб дар ҳар давру замон якзайл нагузаштааст, ки ин ба гармидиҳии офтоб таъсири худро расонидааст. Олимон ба он ақидаанд, ки маҳз ин тағйирёбиҳо боиси тағйирёбии иқлими сайёраи Замин гардидааст. Тағйирёбии радиатсияи офтобӣ, метавонад ба дигаргун гардидани омилҳои мадори сайёраи Замин таъсири худро расонад [61].

Аз ин назарияҳо бармеояд, ки «тағйирёбии дарозмуддати ҳарорат дар сатҳи сайёраи Замин боиси дигаргуншавии иқлим мегардад. Ҳамзамон, он ба тағйирёбии тавозуни глобалии радиатсияи офтобӣ вобастагии хосса дорад. Мувофиқи назарияҳои маълум тағйирёбии глобалии иқлими Замин ба якчанд омилҳо, аз қабили реҷаи ҳарорати атмосфера, реҷаи ҳарорати замин, реҷаи ҳарорати уқёнусҳо, мубодила ва гардиши об, миқдор ва ҳолати пиряхҳо, мубодилаи газҳои атмосферӣ, консентратсияи газҳои атмосферӣ, фишори газҳои атмосферӣ, вобаста мебошад» [62].

Тибқи назарияҳои мавҷудаи илми геология яке аз омилҳои табиие, ки аз тағйирёбии глобалии иқлим шаҳодат медиҳанд, ин ба миён омадани ҳаракатҳои тектоникӣ мебошад. Ба миён омадани ҳаракатҳои тектоникӣ боиси дигаргуншавии таносуб байни масоҳати сатҳи обӣ ва хушкии сайёраи Замин мегардад. Инчунин назарияе мавҷуд аст, ки ба тағйирёбии радиатсияи офтобӣ ба зарраҳои андозаашон ниҳоят хурд, ки пайдоиши онҳо ба фаъол гардидани вулканҳо ва дигар омилҳои табиӣ, тавлидкунандаи чангу ғубор вобаста мебошанд [20].

Аксар олимон ва муҳаққиқон баъзе назарияҳои тағйирёбии глобалии иқлими сайёраи Заминро эътироф наменамоянд ва ба он ақидаанд, ки дар назарияҳои пешниҳодшуда далелҳои аз нигоҳи илмӣ асоснокшуда дида намешаванд.

Агар ин назарияҳои мавҷудбудаи «тағйирёбии глобалии иқлими сайёраи Заминро таҳлил намоем, он гоҳ маълум мегардад, ки ҳамаи назарияҳои тағйирёбии дарозмуҳлати иқлим бо истифода аз маълумоти геологӣ, палеогеографӣ, биологӣ ва таърихӣ дар асоси дастовардҳои бостоншиносӣ ва таҳқиқу мушоҳидаҳои метеорологӣ асоснок гардидаанд» [63].

Айни замон, рушди технологияҳои иноватсионӣ боиси он гардидааст, ки усулҳои дақиқи инструменталии таҳлил коркард гардад. Ин тариқаи таҳлили физикӣ-химиявӣ дар арзёбии экологии гармшавии иқлим тадбиқи амалии худро ёфтааст.

Дар асоси таҳлили адабиёти соҳавӣ муайян карда шуд, ки «солҳои охир дар Гренландия ва Антарктика барои муайян намудани тағйирёбии боришот тули ҳазорсолаҳо аз методҳои инстументалии таҳлили изотопӣ истифода карда мешавад. Дар ичрои ин таҳлил бо усули пармакунӣ аз қабатҳои пирях намунаҳо гирифта мешавад ва тавассути муайян намудани изотопҳои оксиген синну соли пирях муайян карда мешавад. Аз рӯйи синну соли пирях муайян намудани миқдори боришот тули ҳазорсолаҳо имконпазир мегардад» [66].

Дар асоси таҳлили адабиёти соҳавӣ муайян карда шуд, ки «маълумоти хронологии палеоиқлимӣ, тағйирёбии глобалии системаи иқлимиро бидуни таъсири инсоният арзёбӣ намудан мумкин аст. Далелҳои таърихӣ аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки гармшавии иқлими замин нисбат аз тағйирёбии эҳтимолии он таҳти таъсири компонентҳои марбут ба газҳои гармхонаӣ, ки тули дусад соли охир дар натиҷаи фаъолияти инсон ба атмосфера партофта шудаанд, хело зиёдтар мебошад» [67].

«Муҳаққиқони соҳаи иқлимшиносӣ ва боду ҳавосанҷӣ ба он ақидаанд, ки солҳои 1150 -1300 иқлими Аврупо давраи гармтаринро гузаронидааст. Тибқи ин маълумот дар Гренландия ҳарорати ҳавои атмосферӣ моҳҳои июл ва август

ба ҳисоби миёна +9°С-ро ташкил намудааст. Дар ҳамон замон гармшавии иқлими Гренландия боиси он гардидааст, ки дарахтони калон ва растаниҳо руйида, боиси зиёд гардидани шумораи моҳиён ва олами ҳайвонот гардад» [68].

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки муддати миллион солҳо тағйирёбии иқлими саёраи Замин ба миён омадааст. Замин на танҳо гармшавии иқлим, инчунин сардшавии онро низ гузаронидааст.

Пайвасти назарияҳои гармшавии иқлим бо биоэтанол дар он аст, ки истифодаи ин сӯзишвории биологӣ давраи сарбасти карбонро ба вуҷуд оварда, партови газҳои гулхонаиро коҳиш медиҳад, аммо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон татбиқи он дар нақлиёт айни замон дар сатҳи тиҷоратӣ роҳандозӣ нашудааст.

Назарияи эффект ё падидаи гулхонаӣ собит месозад, ки «сӯзондани сӯзишвории канданиҳои фоиданок (бензин ва дизел) ҳаҷми дуоксиди карбонро (CO_2) дар атмосфера зиёд карда, боиси гармшавии глобалӣ мегардад. Баръакси он, биоэтанол аз ашёи хоми набототӣ (ҷуворимакка, найшакар, ғузапояи пахта) истеҳсол шуда, ҳангоми сӯхтан танҳо ҳамон миқдор CO_2-ро хориҷ мекунад, ки рустаниҳо дар давраи рушди худ аз ҳаво ҷаббида буданд» [1].

Пайванди назарияи иқлим ва биоэтанол дар ин дида мешвад:

– **Давраи сарбасти карбон:** Рустаниҳо тавассути фотосинтез CO_2-и ҳаворо мегиранд. Ҳангоми сӯхтани биоэтанол ин карбон дубора ба ҳаво бармегардад ва тавозун вайрон намешавад.

– **Коҳиши заҳрнокии хориҷшавӣ:** Омехта кардани биоэтанол бо бензин сабаби пурра сӯхтани сӯзишворӣ гашта, партови газҳои заҳролуд ва дудро ба таври назаррас кам мекунад.

– **Алтернатива ба нафт:** Истифодаи он вобастагии соҳаи нақлиётро аз маҳсулоти нафтӣ, ки манбаи асосии газҳои гулхонаӣ мебошанд, коҳиш медиҳад.

Ҳамин тариқ, тавассути пажуҳиш ва таҳлили сарчашмаҳои илмӣ тағйирёбии глобалии иқлими сайёраи Замин таҳти таъсири омилҳои табиӣ мавриди омузиш қарор дода шуд. Назарияҳои мавҷудаи тағйирёбии иқлим таҳлилу таҳқиқ гардида, муайян карда шуд, ки баъди пайдоиши ҳаёт дар рӯйи

сайёраи Замин тағйирёбии иқлим ҳеҷ гоҳ доимӣ набудааст ва иқлим якчанд даврaҳои гармшавӣ ва сардшавиро аз сар гузаронидааст.

1.4.2. Таҳлили назарияҳои тағйирёбии глобалии иқлими Замин таҳти таъсири газҳои гармхонаӣ

Яке аз назарияҳои тағйирёбии глобалии иқлими Замин хусусан гармшавии он ин зиёдшавии ҳарорати миёнаи атмосфераӣ таҳти таъсири омилҳои антропогенӣ ба ҳисоб меравад. Тавре маълум аст, яке аз ҷузъҳои омилҳои антропегенӣ партовҳои газӣ ва аэрозолие ба ҳисоб мераванд, ки аз худ таъсири гармхонавиро зоҳир менамоянд.

«Яке аз назарияҳои илман асоснок гардидаи сабабҳои тағйирёбии иқлим, ин тадриҷан зиёд гардидани миқдори газҳои гармхонаӣ дар фазои сайёраи Замин мебошад. Олимон ва муҳаққиқони илмҳои экологӣ ба он ақидаанд, ки сабаби асосии гармшавии глобалии иқлими Замин ин дар фазои он зиёд гардидани газҳои монооксиди карбон (CO), диоксиди карбон (CO_2), менан (CH_4) ва гомологҳои он (C_nH_{2n+2}), фторҳосилаҳои алканӣ (фреонҳо), карбогидрогенҳои нафтӣ (сиклоалканҳо, карбогидрогенҳои ароматӣ ва ғайра), оксидҳои нитроген (N_xOy), буғи об ва баъзе газҳои дигар мебошанд» [11].

Сабаби асосии таъсири ин гурӯҳи моддаҳо дар он мебошад, ки онҳо ба дарозии мавҷҳои инфрасурхи таркиби шуоъҳо таъсири манфӣ расонида, дар сатҳи замин боиси пайдо гардидани чодари иловагии гармхонаӣ мегарданд.

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки на танҳо газҳо, инчунин, компонентҳои марбутаи чанг, буғи об ва аэрозолҳо низ дар атмосфера барои пайдо гардидани чунин пардаҳо мусоидат менамоянд. Чодари (пардаи) пайдогардида, равшанӣ ва гармии офтобро хуб гузаронида ва онро ба сатҳи замин мерасонад. Гармии ҳосилгардида дар хок ва сатҳи он нигоҳ дошта мешавад, ки дар натиҷа микроклимат (микроиқлим)-и гарм дар зери ин парда (чодар) пайдо мегардад.

Олимони соҳаи илмҳои экологӣ ба он ақидаанд, ки «дар миёни партовҳои марбут ба газҳои гармхонаӣ буғи об (H_2O), монооксиди карбон (CO) ва метан (CH_4) нисбат ба компонентҳои дигар дар ташкил намудани пардаи гармхонаӣ

афзалиятнок мебошанд. Дар асоси пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидаи худ олимон ва муҳаққиқон муайян намудаанд, ки аз миёни ин моддаҳои тавлидкунандаи пардаи гармхонаӣ инсоният метавонад дар коҳиш додани зиёдшавии монооксиди карбон ва метан таъсири худро расонида тавонад. Аз ин бармеояд, ки инсоният наметавонад ба зиёдшавии буғи об дар пардаҳои ташкилкунадаи гармхонаӣ амалан ягон таъсири худро расонад» [70].

«Агар мо механизми пайдошавии моддаҳои ташкилкунандаи пардаи гармхонаӣ ва газҳои гулхонавиро таҳлил намоем, он гоҳ аён мегардад, ки тавлидшавии монооксиди карбон (CO) ва метан (CH_4) маҳсули фаъолияти инсон мебошанд. Ҳосилшавии буғи об бештар ба омилҳои табиӣ рабт дорад ва зиёда аз 99% буғи оби ҳосилшуда таҳти таъсири гармии офтоб ба амал меояд» [1].

«Тавре дар мавзуи гурӯҳбандии экологии таъсири газҳои ихроҷшудаи нақлиёти автомобилӣ ба муҳити зист қайд гардид, монооксиди карбон (CO) маҳсули реаксияи сузиши сӯзишвории нақлиётӣ ва дигар энергиябарандаҳои карбондори табиии органикӣ мебошад» [74].

Тавре маълум аст, «монооксиди карбон (CO) гази беранг, бебӯй буда, ниҳоят заҳрнок мебошад. Монооксиди карбон дар мавриде метавонад ҳосил гардад, ки дар раванди реаксияи сузиш норасоии оксиген дида шавад. Ҳангоми сухтани сӯзишвориҳои нафтӣ ва дигар энергиябарандаҳои карбондори табиии органикӣ ҳангоми иштироки миқдори кофии оксиген диоксиди карбон (CO_2) ҳосил мегардад. Диоксиди карбон аз рӯйи хосиятҳои физикию химиявӣ ва фаъолияти биологӣ аз монооксиди карбон (CO) фарқ мекунад. Диоксиди карбон, ки он дар адабиёти соҳавӣ гази карбонат низ номида мешавад, моддаи заҳрнок нест. Гази карбонад дар саноати хурокворӣ барои газнок намудани нушокиҳои спиртӣ ва ғайриспиртӣ васеъ истифода мешавад» [75].

«Гази карбонат дар афзоишу инкишофи растаниҳо нақши муҳимро иҷро намуда, ҳамчун моддаи ниҳоӣ ва ивазнашаванда дар реаксияи фотосинтези растаниҳо ба ҳисоб меравад. Аз ин таҳлилҳо бармеояд, ки яке аз роҳҳои кам

намудани ғализоти диоксиди карбон (CO_2) ин таъсири манфӣ нарасонидан ба флора ва кабудизоркунии маҳал мебошад» [85].

«Яке аз хосиятҳои химиявии фарқкунандаи диоксиди карбон (CO_2) аз монооксиди карбон (CO) дар он мебошад, ки монооксиди карбон гази сузанда буда, бевосита гази гулхонагии назаррас ҳисоб намешавад (таъсири он ғайримустақим аст), вале тавассути кабудизорнамоӣ кам кардани миқдори он дар ҳавои атмосферӣ ғайриимкон аст. Аз ҳамин лиҳоз, ягона варианти кам намудани ҷамъшавии он дар ҳавои атмосферӣ, самаранок истифода намудани сӯзишвориҳои нафтӣ ва дигар энергиябарандаҳои карбондори табиӣ мебошад» [55].

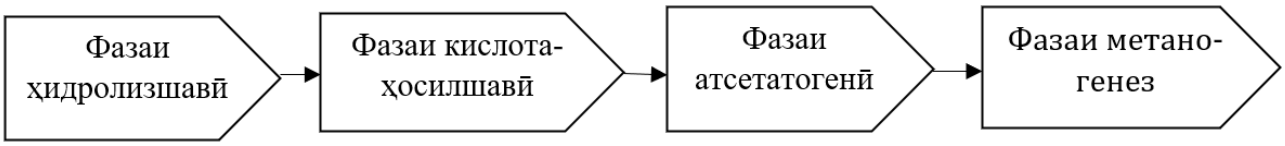
Дар асоси таҳлили адабиёти марбутаи илмҳои экологӣ муайян карда шуд, ки «зиёд гардидани метан дар сатҳи ҳавои атмосферӣ на танҳо ба фаъолияти инсон рабт дорад, инчунин, ба омилҳои табиӣ низ вобаста мебошад. Тавре дар боло қайд гардид, манбаи асосии ихроҷкунандаи метан, соҳаи коркарди нафту газ ва нафтохимия ба ҳисоб меравад. Дар баробари ин, манбаъҳои дигари олудакунандаи атмосфера бо метан низ вуҷуд дорад» [57].

«Таҳқиқоти гузаронидаи олимон ва муҳаққиқони биохимия ва экология муайян намудааст, ки яке аз манбаъҳои паҳнкунандаи метан ин ҳайвоноти алафур ба ҳисоб мераванд. Организи онҳо дар вақти ҳазм намудани хурок раванди метаногензро ба амал меоваранд, ки дар натиҷа тавассути баровардани нафас ва ихроҷ аз узвҳои ҳозима метанро хориҷ менамоянд» [94].

Инчунин ҳангоми таҷзияи таҷрибаҳои ҳайвонот ва пусиши растаниҳо низ метавонад метан ҳосил гардад. Дар адабиёти соҳавӣ ин метани ҳосилшударо биогаз меноманд. Биохимияи ҳосилшавии метан ҳангоми пусиши растаниҳо дар расми 1.1 пешниҳод гардидааст.

Чӣ тавре аз биохимияи ҳосилшавии метан, ки дар расми 1.1 пешниҳод гардидааст, бармеояд, то ҳосилшавии ин модда 4 раванди биохимиявӣ мегузарад. Дар марҳилаи якум полисахаридҳо, сафедаҳо ва дигар пайвастагиҳои таркиби растаниҳо ҳидролиз мегарданд. Сипас, онҳо ба кислотаҳои органикӣ мубаддал гардида, марҳилаи атсетатогениро аз сар

мегузаронанд. Марҳилаи метаногенез ба он мусоидат менамояд, ки метан ҳосил гардад [7, 14].



Расми 1.1. – Биохимияи ҳосилшавии метан ҳангоми пусидашавии растаниҳо

Мутаассифона, ин равандҳои биохимияиро пешниҳод намудан ғайриимкон аст. Аз ҳамин лиҳоз, дар ботлоқзорҳо ҳосилшавии метан бо суръати калон амалӣ мегардад. Кам намудани чорво низ қобили қабул нест, зеро он метавонад ба амнияти озуқаворӣ таъсири манфӣ расонад.

Тавре маълум аст, зиёдшавии газҳои гулхонагӣ дар ҳавои атмосферӣ ба гармшавии иқлим мусоидат намуда истодааст, ки он метавонад дар оянда оқибатҳои ногуворро ба миён орад.

Яке аз хатарҳои гармшавии иқлим, ин обшавии пиряхҳо ба ҳисоб меравад, ки он ба баландшавии сатҳи уқёнусҳо мусоидат менамояд.

Тибқи маълумоти иқлимшиносон аз соли 1860 гармшавии иқлими сайёраи Замин мушоҳида карда шудааст. Муайян гардидааст, ки аз соли 1860 то солҳои 1890 ҳарорати шабонарӯзии иқлими ҷаҳон 0,5 – 0,7°C афзудааст. Аз соли 1900 то 1910 ҳолати баръакси тағйирёбии иқлим мушоҳида гардида, хунукшавии ҳарорати миёнаи Замин ба миён омадааст. Баъдан, аз соли 1910 то соли 1940 иқлими ҷаҳон гарм шуда, ҳарорати миёнаи шабонарӯзӣ наздики 1^0C зиёд гардидааст.

Баъд аз 30 сол, гармшавии иқлим аз соли 1940 то 1975 аз нав коҳиш ёфта, ҳарорати миёна то 0,2°C хунук гардидааст. Сипас, аз соли 1975 аз нав гармшавии иқлими Замин оғоз гардида, то ҳол идома ёфта истодааст.

Аксари олимон ва муҳаққиқони илмҳои экологӣ ва иқлимшиносӣ ба он ақидаанд, ки гармшавии глобалии иқлим ба зиёд гардидани газҳои гулхонагӣ дар фазои атмосферӣ рабт дорад.

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки гармшавии иқлим дар қитъаҳои олам якзайл нест. Олимон ва мутахассисони соҳавӣ муайян намудаанд, ки нисбат ба дигар қитъаҳои олам дар Арктика 2-3 маротиба зиёдтар мебошад. Агар бо чунин таносуб гармшавии иқлим идома ёбад, пас аз 50 сол, навигатсия дар масири хатти баҳри шимолӣ, ки он 20 рӯзро ташкил медиҳад, ба 100 рӯз табдил меёбад.

«Яке аз компонентҳои марбут ба газҳои гулхонагӣ, ки миқдори он бо як суръати калон зиёд гашта истодааст, ин гази карбонат (CO_2) мебошад. Тавре дар боло қайд намудем, яке аз сабабҳои зиёдшавии CO_2 ин сузонидани сӯзишвориҳои органикии карбондор мебошад. Сабаби дигари зиёдшавии ин газ дар фазои атмосферӣ, кам гардидани масоҳати ҷангалзорҳо ва минерализатсияи порухок (гумус) дар заминҳои киштшаванда мебошад» [66].

Тибқи маълумот дар 20 соли охир одамон ҳар сол ҳудуди 4,5 миллиард тонна ангишт, 3,20 миллиард тонна маҳсулоти нафтӣ (бензин, керосин, лигроин, сӯзишвориҳои дизелӣ, мазут ва ғ.), гази табиӣ (метан), газҳои фишурдашуда (пропан, бутан) торф ва сӯзишвориҳои биологӣ (ҳезум, таҷрибаи ҳайвонот, ҳезум, биоэтанол, биогаз, бйодизел)-ро сузонидаанд. Тавре маълум аст, маҳсули реаксияи сузиши ин энергиябарандаҳо гази карбонат ва об мебошад.

«Тибқи ҳисоботи Global Carbon Budget 2024, партовҳои глобалии CO_2 аз сӯзишвориҳои истихроҷшаванда дар соли 2023 ба 10,1 ± 0,5 ГтС/сол расида, нисбат ба соли 2022 1,3% афзуданд; консентратсияи миёнаи CO_2 дар атмосфера дар соли 2023 ба 419,31 ± 0,1 ppm расид [154]. Бузургтарин партовкунандаи CO_2 дар ҷаҳон ҳоло Чин мебошад (тахминан сеяки партовҳои глобалӣ); маълумоти пештараи ин банд (ИМА – 22%, ФР – 11%, Чин – 10%) ба солҳои 1990 мансуб буда, вазъи имрӯзаро инъикос намекунад» [161].

«Тибқи Гузориши ҷамъбастии шашуми IPCC, ҳарорати миёнаи сатҳи Замин дар солҳои 2011–2020 нисбат ба давраи 1850–1900 тахминан 1,1 °C баландтар буд ва нигоҳ доштани гармшавӣ дар ҳудуди 1,5 °C коҳиши якбора ва

устувори партовҳои гулхонагиро дар ҳамаи соҳаҳо, аз ҷумла нақлиёт, талаб мекунад» [161].

«Ҳамин тариқ, дар асоси таҳлили адабиёти соҳавӣ муайян карда шуд, ки гармшавии иқлими муосир асосан ба партовҳои антропогении газҳои гулхонаӣ вобаста аст ва вусъати он дар асри XXI аз сенарияи партовҳо вобаста мебошад» [161].

Аз ин пешгуиҳо бармеояд, ки агар дар пешгирӣ намудани газҳои гулхонагӣ чораҳои зарурӣ андешиша нашаванд, он гоҳ бо чунин суръат тағйирёбии иқлим барои аксари минтақаҳои наздисоҳилии сайёраамон оқибатҳои ногувор дошта метавонад.

Аз ҳамин лиҳоз, коркарди усулҳои коҳиш додани миқдори партовҳои марбут ба газҳои гулхонагӣ, яке аз мавзуъҳои мубрам, саривақтӣ ва аҳамияти бағоят калони амалидоштаи илми экология ба ҳисоб меравад.

1.5. Ҳолати кунунии таҳқиқот оид ба биоэтаноли насли дуюм ва истифодаи он дар нақлиёт

Шарҳи адабиёти солҳои охир се самтро ҷудо мекунад, ки бевосита ба мавзуи диссертатсия дахл доранд: табдили биомассаи лигноселлюлозӣ ба этанол, таъсири омехтаҳои бензин-этанол ба партовҳо ва таъсири баландии маҳал ба кори муҳаррик ва партовҳо. Ҳар се самт дар муҳити илмӣ фаъол таҳқиқ мешаванд, вале барои шароити Осиёи Марказӣ маълумоти ченкунӣ кам аст.

Биоэтаноли насли дуюм. «Табдили биомассаи лигноселлюлозӣ ба этанол раванди бисёрмарҳилаест: коркарди пешакӣ, гидролизи ферментативӣ ва ферментатсия» [146]. Монеаи асосӣ лигнин аст, ки дастрасии ферментҳоро ба селлюлоза маҳдуд мекунад. Аз ин рӯ, «харочоти коркарди пешакӣ ва ферментҳо то ҳол ҷорӣ шудани этаноли насли дуюмро дар миқёси саноатӣ бозмедорад» [146]. Барои ғузапояи пахта Keshav ва ҳаммуаллифон «усулҳои коркарди пешакӣ (кислотагӣ, ишқорӣ, буғӣ-таркишӣ, органосолв) ва ферментатсияро ҷамъбаст намудаанд» [167]. Dimos ва ҳаммуаллифон нишон

доданд, ки «омезиши пайдарпайи коркарди органосолв ва гидротермикӣ натиҷаи беҳтарин медиҳад: 32,3 г/л этанол дар консентратсияи субстрат 15% ва дар шароити васеъ 47,0 г/л, ки ба ҳосили 52% аз назариявӣ мувофиқ аст» [151]. «Коркарди ишқорӣ-этанолии бо микромавҷ фаъолшуда (160 °C, 15 дақ.) имкон дод, ки лигнини тоза ҷудо шуда, аз боқимондаи бойшудаи селлюлозӣ тахминан 82% глюкоза ҳосил гардад» [149]. Ин рақамҳо барои арзёбии технологияи дар боби 3 пешниҳодшуда ҳамчун меъёр хизмат мекунанд: ҳар гуна даъво дар бораи ҳосили биоэтанол аз ғузапоя бояд бо ҳосили таҷрибавӣ (г/л ва % аз назариявӣ) тасдиқ карда шавад.

Омехтаҳои бензин-этанол. Шарҳи Thakur ва ҳаммуаллифон нишон медиҳад, ки «таъсири омехтаҳои паст (E5–E20) ба CO, HC ва NO_x аз таносуби ҳаво ва сӯзишворӣ, фишори дохили силиндр, пешгузаронии оташгиронӣ ва дараҷаи фишурдан вобаста буда, якхела нест» [185]. «Дар шароити баландкӯҳи Богота (тахминан 2600 м) ҳангоми E20 дар 100 000 км-и аввали истифода фарқи оморан аҳамиятнок дар қудрат, сарфи сӯзишворӣ, CO_2, CO, NO_x ва HC ошкор нашуд, вале партови формалдегид, этан, этилен ва этанол 20–40% кам гардид» [187]. «Дар стенди муҳаррик дар ҳамон баландӣ омехтаҳои E20 ва E40 дар 2700 дақ$^{-1}$ партови пасти CO_2 ва HC доданд, дар 4300 дақ$^{-1}$ бошад сарфи хоси сӯзишворӣ бо иловаи этанол 7–55% афзуд» [156]. «Ченкуниҳои роҳии автомобилҳои Euro 6d-TEMP нишон доданд, ки гузариш аз E0 ба E10 формалдегидро ба ҳисоби миёна 14% зиёд мекунад» [182]; «барои омехтаҳои баланд (E75–E85) афзоиши чандкаратаи алдегиди атсетат, махсусан ҳангоми оғози хунук, қайд шудааст» [183].

Таъсири баландӣ. Бо баландшавӣ фишор, зичӣ ва ҳарорати ҳаво тағйир ёфта, таркиби омехтаи сӯзанда, КПД-и индикаторӣ ва қудрати муҳаррик дигар мешаванд [12, 159]. «Дар камераи баландӣ бо паст шудани фишор партови CO ва карбогидрогенҳо афзуда, NO_x аввал кам ва сипас бо паст шудани самаранокии нейтрализатори сеҷониба зиёд шудааст» [177]. «Дар фургони дизелӣ дар гардиши холӣ партови CO дар баландии 3200 м зиёда аз 150% афзуда, NO_x қариб тағйир наёфтааст» [190]. Озмоишҳои роҳӣ бо системаҳои

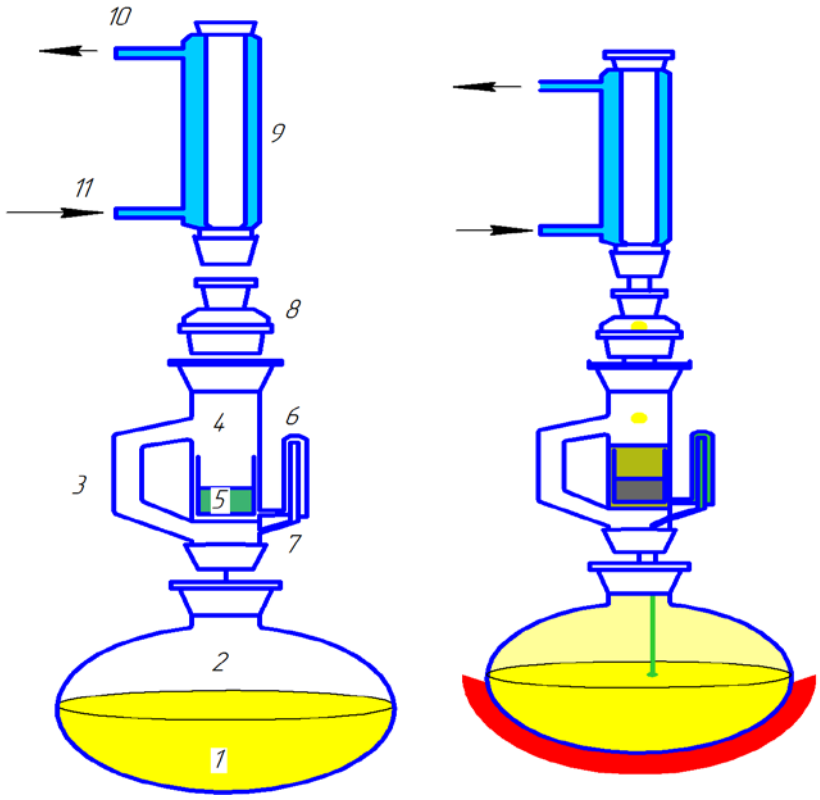
сайёри ченкунӣ (PEMS) дар платои Тибет афзоиши партови массавии CO_2-и автомобилҳои бензиниро бо баландӣ нишон медиҳанд [164, 165, 175]. «Омилҳои эталонии партовҳои гулхонаӣ барои автомобилҳои аврупоӣ, аз ҷумла гибридӣ» дар адабиёти [150] оварда шудаанд.

Холигиҳои илмӣ. Аз таҳлили адабиёт ду холигӣ бармеояд, ки мақсад ва вазифаҳои диссертатсияро муайян мекунанд. Якум, ҳосили воқеии этанол аз ғузапояи навъҳои дар Тоҷикистон парваришшаванда ва тавозуни моддии пурраи коркарди комплексии он муайян нашудааст. Дуюм, маълумоти ченкунии таркиби газҳои истифодашуда дар роҳҳои кӯҳии Тоҷикистон ва таъсири омехтаҳои бензин-биоэтанол дар ин шароит қариб вуҷуд надорад. Бобҳои 2 ва 3 ба пур кардани ҳамин холигиҳо равона шудаанд.

БОБИ 2. ОБЪЕКТ ВА МЕТОДҲОИ ТАҲЛИЛ (ҚИСМИ ТАҶРИБАВИИ КОР)

2.1. Экстраксияи липидҳои таркиби растаниҳои таҳқиқшаванда

Дар омузиши таркиби химиявии растаниҳои таҳқиқшаванда ва ҷудо намудани липидҳои таркиби ғузапояи пахта аз усули экстраксияи гарм истифода гардидааст. Экстраксия тавассути истифодаи экстрактори сокслет гузаронида шудааст. Нақшаи дастгоҳи экстрактор дар расми 2.1 пешниҳод гардидааст.



Расми 2.1. – Нақшаи дастгоҳи экстрактор

Эзоҳ: *1 – якор; 2 – колба; 3 – найчаи буғгузар; 4 – патрон; 5 -моддаи таҳлилшаванда; 6 – сифон; 7 – найчаи интиқоли экстрагент аз сифон; 8 – гузаришгар; 9 – хунуккунаки баргардандаи обӣ; 10 – найчаи обдаро; 11 – найчаи обпарто.*

Дар рафти гузаронидани пажуҳиш ва таҳқиқот узвҳои вегетативии растаниҳои интихобгардида пеш аз экстраксия гарм намуда, аз минтақаҳои интихобгардида ҷамъоварӣ карда шуд. Растаниҳои интихобгардида тавассути истифодаи ҷевони хушккунанда таҳти таъсири ҳарорати 50 – 55°C муддати то 5-6 соат хушконида шуд. Сипас, бо истифода аз осиёби озмоишӣ, ки шабеҳи

қаҳвамайдакунак мебошад, то андозаи 0,3 – 0,5мм хока гардид. Андозаи узвҳои вегетативии растаниҳои интихобгардида бо истифода аз ғалберҳои махсус муайян гардид.

Баъд аз омода намудани маводи таҳқиқшаванда (пас аз хушконидан ва майда намудан) онҳо ба халтачаҳои махсуси аз матои пахтагини рангкарданашуда, ки андозашон 3х4см-ро ташкил медиҳанд, гузаронида шуда, даҳонашон духта шудаанд. Халтачаҳои омодагардида ба патрони (Эзоҳ: 4-расми 2.1) дастгоҳи Сокслет интиқол дода шуд. Сипас, дастгоҳи Сокслет бо хунукунандаи баргардандаи обӣ муҷаҳҳаз гардид (Эзоҳ: 9-расми 2.1). Аз қисми болоии дастгоҳи Сокслет бо истифода аз қиф 250 мл хлороформ ба дастгоҳи Сокслет гузаронида шуд. Бинобар сабабе, ки ғунҷоиши ҳаҷми дастгоҳи Сокслет ба 200 мл баробар буд, пас аз пур гардидани он ҳалкунандаи интихобгардида тавассути найчаи интиқоли экстрагент аз сифон (Эзоҳ: 7-расми 2.1) ба қолбаи курашакли ғунҷоишаш 500мл-а (Эзоҳ: 2-расми 2.1) мегузарад.

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки экстраксия бо истифода аз ҳаммоми обӣ, ки ҳарорати гармии 60-65ºС-ро дорад, гузаронида шудааст. Гардиши ҳаракат дар раванди элюатсиянамои бо хлороформ дар дастгоҳи Сокслет дар 17 дақиқа 1 гардишро ташкил намуд. Экстраксияи маводи таҳлилшаванда вобаста ба таркиби химиявӣ ва хосиятҳои физикиашон, хусусан, вобаста ба ҳалшавандагии липидҳои таркибиашон аз 4 соат то 9-ро ташкил дод.

Пас аз экстраксия гарм намудани узвҳои вегетативии растаниҳои таҳқиқшаванда, ки аз минтақаҳои интихобгардида ҷамъоварӣ гардидааст ва мақсади асосии ин бо таҳлили эксперименталӣ муайян намудани таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолии нақлиёти автомобилӣ ба экологияи флораи муҳит мебошад, он дар дастгоҳи ротори бухоркунанда буғронӣ гардидааст.

Баромади липидҳои таркиби растаниҳои таҳқиқшаванда, ки аз минтақаҳои аз лиҳози экологӣ осебпазир ҷамъоварӣ гардидааст, аз методҳои Сокслет ва Рушковский муайян карда шуд. Таҳлилҳои мазкур дар мувофиқа бо тавсияи адабиёти соҳавӣ гузаронида шуд [13, 34, 94, 95].

2.2. Муайян намудани миқдори умумии компонентҳои хосияти кислотагидоштаи таркиби ғузапояи пахта

Барои муайян намудани зичии липидҳои таркиби растаниҳои таҳқиқшаванда аз усули «муайян кардани зичӣ бо истифода аз пикнометрҳо» истифода карда шуд.

Барои муайян намудани зичии моддаҳои таҳқиқшаванда аз пикнометрҳои шишагини ғунҷоиши ҳаҷмашон 5мл истифода намудем. Дар иҷрои ин амал вазни пикнометрҳои холӣ дар тарозуи аналитикӣ муайян карда шуд. Сипас, ба пикнометрҳои холӣ тавассути истифодаи сузандоруи ғунҷоиши ҳаҷмаш 5см^3 аз намунаҳои таҳлилшаванда то ченаки ҳаҷмӣ пур карда шудаанд ва онҳо дар оби ҳарорати +20°C дошта, нигоҳ дошта шуданд. Дар ҳолати тағйир ёфтани ҳаҷми липидҳои таҳқиқшаванда ҳаҷмашон то ченаки муайяншуда баробар гардид.

Баъд аз иҷрои ин амал, вазни пикнометрҳои бо липидҳои таҳқиқшаванда пуркардашударо дар тарозуи аналитикӣ муайян гардида, массаи моддаҳои таҳлилшавандаро аз рӯйи фарқияти вазнҳои пикнометрҳои холӣ ва липиддошта муайян карда шуд. Зичии липидҳои таҳлилшаванда бо истифода аз рӯйи формулаи зайл муайян гардидааст.

$$[\rho]^{20} = \frac{(G-G_0)+0.012}{V}, \qquad (2.1)$$

Дар формула:

$[\rho]^{20}$– зичӣ, г/см^3 (индекси 20 ҳарорате мебошад, ки таҳлили мазкур гузаронида шудааст);

G – вазни пикнометри то ченаки ҳаҷмаш липиддошта, г;

G_o – вазни пикнометри холии ғунҷоиши ҳаҷмаш 5мл-а;

0,012 – фактори ҳисобкунандаи вазни ҳавои дохили пикнометри ғунҷоиши ҳаҷмаш 5мл-а;

V – ҳаҷми пикнометри ғунҷоиши ҳаҷмаш 5мл, см^3.

Пас аз муайян намудани зичии липидҳои таркиби растаниҳои таҳқиқшаванда, коэффитсиенти рефраксияи онҳо низ ҳамзамон муайян карда шуд.

Коэффитсиенти рефраксияи намунаҳои таҳқиқшаванда бо истифода аз асбоби “Рефрактометри – ИРФ-22” истеҳсоли собиқ ИҶШС муайян карда шудааст. Барои муайян намудани нишондиҳандаи шикасти рушноӣ аз ҳар кадом намунаи таҳлилшаванда бо истифода аз микрочакрарез 1-2 қатра липид ба призмаи асбоби рефрактометр гузаронида шуда, болопуши он пушонида шуд. Сипас, найчаи окулярӣ тавре танзим карда шуд, ки дар он равшанӣ ва нишондиҳандаи шикасти рушноӣ максималӣ мушоҳида гардад.

Баъд аз иҷрои ин амал тавассути истифодаи мурваттоби паҳлуи рефрактометр нишондиҳандаи он аз n_D=1,3 то замоне оҳиста-оҳиста зиёд карда шуд, ки қисми торикӣ ва рушноии онро хатти горизонталии асбоб аз ҳам ҷудо намояд. Бо ҳамин техникаи иҷроиши кор коэффитсиенти рефраксияи липидҳои таҳқиқшаванда муайян карда шуданд.

Барои муайян намудани миқдори умумии компонентҳои хосияти кислотагидоштаи таркиби ғузапояи пахта аз экстракти намунаҳои таҳқиқшаванда ба миқдори 0,5г±0,02мг дар колбаи махсус гирифта шуд. Сипас, намунаҳои таҳлилшавандаро дар ҳаҷми 30 мл этанол ҳал намуда, ба он 2–3 қатра маҳлули 0,1%-и фенолфталеини дар спирти этил тайёрнамуда, чаконида шуд.

Маҳлули омодашуда дар стакани ғунҷоиши ҳаҷмаш 100 мл гузаронида шуда, бо истифода аз омехтакунаки магнитӣ омезиш дода, титронида шуд. Дар ин таҳлил ба ҳайси титрант аз маҳлули 0,1н КОН, ки дар спирти изопропанол тайёр гардидааст, истифода гардид.

Барои муайян намудани нуқтаи эквивалентӣ аз маҳлули 1%-и фенолфталеин, ки дар этаноли 70%-а тайёр карда шудааст, истифода карда шуд. Дар рафти титронидани кислотаҳои органикии таркиби экстракт нейтрализатсия аз рӯйи тавлидёбии ранги сурх ошкор гардид. Барои муайян намудани ҳаҷми сарфшудаи титрант (маҳлули 0,1н КОН), ки он дар нейтрализатсияи ҳалкунанда сарф мегардад, ҳамзамон, дар баробари таҷрибаи асосӣ, инчунин, титри холис низ гузаронида шуд.

Барои гузаронидани титри холис дар стакани ғунҷоиши ҳаҷмаш 100 мл дошта, дар се намуна дар ҳаҷми 20 мл спирти изопропанол гирифта шуд ва дар иштироки индикатори фенолфталеин то пайдо гардидани ранги сурх титронида шуд ва нуқтаи эквиваленти он муайян гардид.

Пас аз муайян намудани нуқтаи эквивалентӣ бо истифода аз формулаи зайл миқдори умумии кислотаҳои органикӣ дар таркиби экстракти растаниҳои таҳқиқшаванда муайян карда шуд.

$$\text{МК} = \frac{(V - V_0)\cdot 5.6}{m}, \qquad (2.2)$$

Дар формула:

МК – миқдори умумии кислотаҳои таҳқиқшаванда, мг КОН/г;

V – ҳаҷми сарфшудаи титрант то пайдо гардидани ранги сурхи фенолфталеин ҳангоми титронидани экстрактҳои таҳқиқшаванда, мл;

Vo – ҳаҷми сарфшудаи титрант то пайдо гардидани ранги сурхи фенолфталеин ҳангоми титронидани ҳалкунанда дар титри холис, мл;

5,61 – массаи КОН, мг, ки ба 1 мл маҳлули 0,1 н КОН мувофиқ аст.

m – вазни моддаи таҳлилшаванда.

2.3. Бо усули хроматографияи найчавӣ идентификатсия намудани кислотаҳои таркиби ғузапояи пахта

Дар идентификатсия намудани кислотаҳои таркиби ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда аз найчаи хроматографии андозаи 60х3 см дошта истифода карда шуд. Таҳлили мазкур дар асбоби хроматографи “LKB”, ки истеҳсоли Шветсия мебошад, гузаронида шуд. Асбоби хроматографии мазкур бо коллектори худнавис муҷаҳҳазонида шудааст.

Барои бо усули «хроматографияи найчавӣ идентификатсия намудани кислотаҳои таркиби ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда аз экстракти тайёрнамудаи онҳо аз ҳар кадом дар алоҳидагӣ ба миқдори 10 мг гирифта, он дар найчаи хроматографӣ гузаронида шудааст. Сипас, намунаҳои таҳлилшаванда бо истифода аз маҳлули 0,1н. NH_3, ки нишондиҳандаи ҳидрогениаш ба pH= 10-11 мебошад, таҳлили хроматографӣ карда шудаанд»

[129]. Дар таҳлили хроматографии мазкур ба ҳайси марҳилаи ҳаракатнакунанда аз сорбенти сефадекси навъи “G – 50” истифода карда шуд. Пас аз элюатсияи моддаи таҳлилшаванда зичии оптикии онҳо дар асбоби спектрофотометри типи “СФ – 26”, истеҳсоли собиқ ИҶШС дар дарозии мавҷи λ = 206нм муайян гардида, ба фраксияҳо ҷудо карда шуданд.

Натиҷаҳои ин таҳлили экспериментали дар ҷадвалҳои 2.1 ва 2.2 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 2.1. – Ба фраксияҳо ҷудо намудани кислотаҳои органикии таркиби ғузапояи пахта

№ пробиркаҳо	V см^3	D, λ – 280 нм	№ пробиркаҳо	V см^3	D, λ – 280 нм
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	1.00	0	36	1.50	
2	1.05		37	1.40	0,010
3	1.02		38	1.30	0,011
4	1.00		39	1.50	0,016
5	1.01		40	1.70	0,08
6	1.00		41	1.60	0,10
7	1.05		42	1.60	0,25
8	1.01		43	1.45	0,27
9	1.02		44	1.55	0,29
10	1.01		45	1.15	0.31
11	1.02		46	1.35	0,34
12	1.00		47	1.60	0.37
13	1.01		48	1.45	0.41
14	1.00		49	1.35	0.44
15	1.00		50	1.40	0.46
			62см^3		
16	1.02		51	2.00	0.37
17	1.00		52	2.00	0.46
18	1.01	0	53	2.00	0.1
19	1.02		54	2.0	0.1
20	1.00		55	2.0	0.00
21	1.20		56	2.0	0.00
22	1.40		57	2.0	0.00
23	1.25		58	2.0	0.00
24	1.43		59	1.4	0.00
25	1.42		60	1.4	0.00
26	1.60		61	1.6	0.00

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

Идомаи ҷадвали 2.1. – Ба фраксияҳо ҷудо намудани кислотаҳои органикии таркиби ғузапояи пахта

№ про-биркаҳо	V см^3	D, λ – 280 нм	№ про-биркаҳо	V см^3	D, λ – 280 нм
27	1.61		62	1.4	0.00
28	1.22	64/1	63	1.6	0.00
29	1.40		64	1.4	0.00
30	1.40		65	1.4	0.00
31	1.45		66	1.4	0.00
32	1.42		67	1.4	0.00
33	1.20		68	1.4	0.00
34	1.25		69	1.4	0.00
35	1.40		70	1.6	0.00
71	1.20	0.00	96	3.0	0.00
72	1.05	0.00	97	3.0	0.00
73	1.02	0.00	98	2.0	0.00
74	1.00	0.00			
75	1.10	0.00			
76	1.10	0.00	99	3.0	0.00
77	1.10	0.00	100	3.0	0.011
78	1.05	0.00	101	3.0	0.010
79	1.05	0.00	102	3.0	0.01
80	1.03	0.00	103	3.0	0.10
81	1.02	0.00	104	3.0	0.12
82	1.00	0.00	105	3.0	0.14
83	1.05	0.00	106	1.4	0.15
85	1.10	0.00	108	1.4	0.18
86	1.10	0.00		148 см^3	
87	1.10	0.00	109	1.4	0.13
88	1.00	0.00	110	1.4	0.12
89	1.00	0.00	111	1.4	0.11
84	1.10	0.00	107	1.4	0.16
90	1.05	0.00	112	1.4	0.06
91	1.05	0.00	113	1.3	0.03
92	1.00	0.00	114	1.3	0.00
93	1.00	0.00	115	1.3	0.00
94	1.00	0.00	116	1.3	0.00
95	1.00		V_e 148 см^3 108 пробирка, D_{max} = 0.18 нм		

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

Ҷадвали 2.2. – Ба фраксияҳо ҷудо намудани кислотаҳои органикии таркиби дарахти сузанбарг

№ пробиркаҳо	V $см^3$	D, λ – 280 нм	№ пробиркаҳо	V $см^3$	D, λ – 280 нм
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	2.60	0.00	41	2.4	> 0.51
2	1.40	0.00	42	2.4	0.53
3	1.60	0.00	43	2.4	0.52
4	2.50	0.00	44	2.4	0.51
5	2.55	0.00	45	2.4	0.45
6	2.50	0.00	46	2.4	0.43
7	2.50	0.00	47	2.4	0.41
8	2.45	0.00	48	2.4	0.45
9	2.50	0.00	49	2.4	0.43
10	2.50	0.00	50	2.4	0.47
11	2.60	0.00	51	2.4	0.58
12	2.60	0.00	52	2.4	0.54
13	2.61	0.00	53	2.4	0.35
14	2.60	0.00	54	2.4	0.36
15	2.70	0.00	55	2.4	0.35
16	2.83	0.00	56	2.4	0.44
17	1.90	0.00	57	2.4	0.44
18	2.13	0.00	58	2.4	0.80 (118 $см^3$)
19	2.1	0.00	59	2.4	0.56
20	2.2	0.00	60	2.4	0.36
21	2.2	0.00	61	2.4	0.26
22	2.4	0.00	62	2.4	0.16
23	2.4	0.00	63	2.4	0.15
24	2.4	0.00	64	2.4	0.11
25	2.4	0.00	65	2.4	0.07
26	2.4	0.00	66	2.4	0.03
27	2.4	0.01	67	2.4	0.00
28	2.4	0.22		140.6$см^3$	
29	2.4	0.28			
30	2.4	0.31			
31	2.4	0.35			
32	2.4	0.39			
33	2.4	0.49			
34	2.4	0.46			
35	2.4	0.46			
36	2.4	0.50			
37	2.4	0.52			
38	2.4	> 0.52			
39	2.4	> 0.52			
40	2.4	> 0.52			

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

2.4. Таҳқиқи фенолҳои таркиби ғузапояи пахта бо усулҳои хроматографияи маҳинқабат ва қоғазӣ

Бо мақсади арзёбии экологӣ намудани технологияи истеҳсоли биоэтанол аз ғузапояи пахта, таҳқиқи фенолҳои таркиби ин растании таҳқиқшаванда бо истифода аз «усулҳои хроматографияи маҳинқабат ва қоғазӣ» [129]. амалӣ карда шуд

Хроматографияи маҳинқабат бо истифодаи пластинкаҳои дар лавҳаҳои аз металли алюминий омодашудаи “Silufol UV – 254” истеҳсоли собиқ давлати Чехословакия ва лавҳаҳои шишагини “D-Riesselgel 60 Merck” истеҳсоли Олмон гузаронида шуданд.

«Таҳлили хроматографии қоғазӣ бо истифода аз қоғази сорбсиянашудаи хроматографии навъи “FN 14”-и истеҳсоли Олмон ва қоғази хроматографии навъи “ММ – Ленинград”-и истеҳсоли собиқ ИҶШС амалӣ гардидааст. Дар таҳлилҳои хроматографии хроматографияи маҳинқабат ва қоғазӣ ба ҳайси марҳилаи ҳаракаткунандаи хроматографӣ аз системаҳои хроматографӣ спирти метанол-кислотаи этанат-об (95:3:2), спирти бутанол – кислотаи этанат-об (4:1:1), хлороформ-спирти метил – кислотаи этанат (90:10:5), триэтиламин – аммиак – спирти метил- об (10:10:200:400) интихоб гардидаанд» [129].

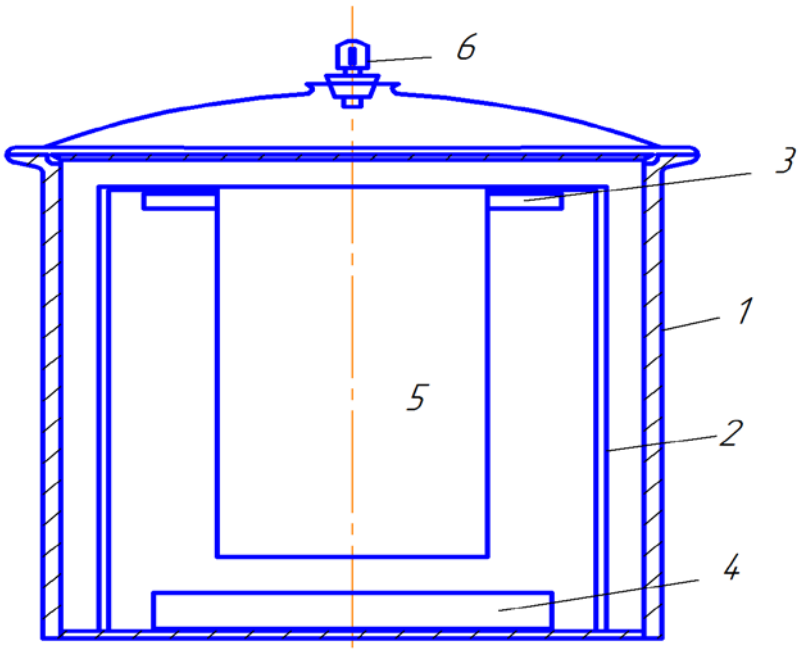
Дар таҳлилҳои хроматографии хроматографияи маҳинқабат ва қоғазӣ ба ҳайси ошкоркунандаҳо буғи йод, маҳлули 0,5%-и спиртии нингидрин истифода гардидааст.

Дар таҳлили «хроматографии қоғазии мазкур аз растании таҳқиқшаванда ба миқдори 10г±0,01 грамм гирифта, бо мақсади инактиватсия намудани ферментҳои таркибии онҳо намунаҳо дар ҳарорати $+120^0$C муддати 20 дақиқа дар ҷевони хушккунанда коркард гардидааст. Баъд аз иҷрои ин амал ба намунаҳои таҳлилшаванда ба миқдори 4г сулфати натрийи беоб илова намуда (барои аз таркиби сулфати натрий ҷудо намудани оби кристализатсионӣ, он дар ҷевони хушкунанда таҳти таъсири $+150^0$C муддати 3 соат коркард карда шудааст), намунаи растании таҳқиқшаванда дар термостат, ки ҳарорати кориаш

ба +40^{0}С баробар карда шудааст, то пайдогардидани маводи табаллуршакл (кристалӣ) нигоҳ дошта шудааст» [120].

Барои таҳлили кислотаҳои органикии таркиби растаниҳои таҳлилшаванда аз қоғази хроматографии навъи “ММ – Ленинград”-и истеҳсоли собиқ ИҶШС истифода карда шудааст. Барои амалӣ намудани ин таҳқиқот аз камераи махсуси хроматографӣ, ки дар расми 2.2 пешниҳод гардидааст, истифода карда шуд.

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки дар гузаронидани таҳлили хроматографии мазкур аз лавозимоти озмоишии дар расми 2.3 пешниҳодгардида истифода карда шудааст.



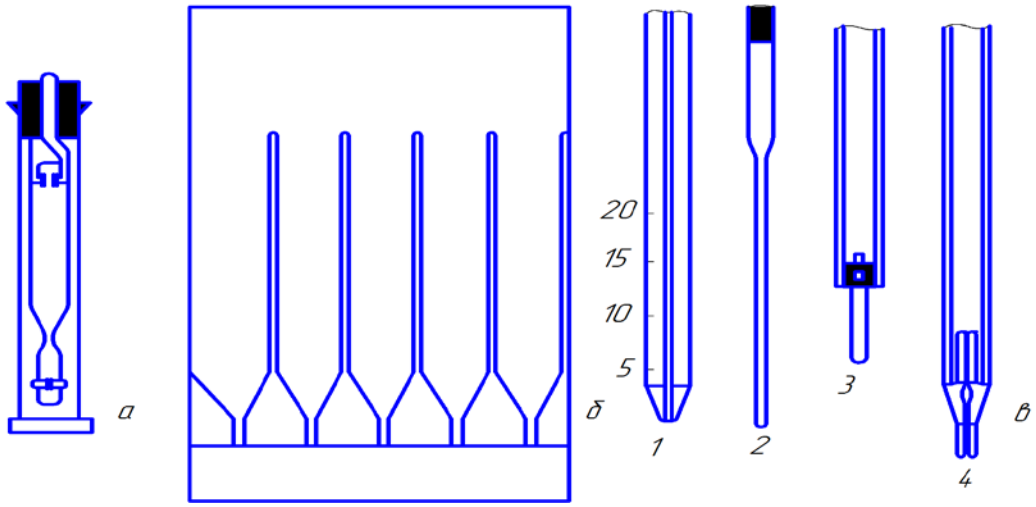
Расми 2.2. – Камераи махсуси хроматографӣ ва ҷузъҳои асосии он

Эзоҳ: *1 – девори камераи хроматографӣ; 2 – пояи шишагини камера; 3 – кюветаи хроматографӣ; 4 – чашкаи Петрӣ; 5 – қоғази хроматографии навъи “ММ – Ленинград”-и истеҳсоли собиқ ИҶШС; 6 – қулфаки Бюнзен.*

Дар таҳлили хроматографии коғазӣ барои гузаронидани экстракти омодашудаи ғузапояи пахта ба рӯйи қоғази хроматографӣ, онро бо андозаи 20 х 30см бурида, ба 5 қисми баробар ҷудо намуда, бо қалами одии сиёҳ хат кашидем (расми 2.3).

Сипас, аз қисми поёнии хроматограмма 1 см ҷой гузошта, дар маркази тасмаи буридашуда тавассути истифодаи қалами одӣ нуқта гузошта шуд ва ба мавқеи нуқта бо истифода аз чакрарези ченакдор экстракти омодашударо оҳиста-оҳиста (мудати ҳар 5 дақиқа 1 қатра) гузаронида, онро пас аз ҳар як чаконидан, хушконидем. Бо ҳамин тарз ба ҳар як қоғази хроматографии омодашуда 0,1 мл-и экстрактҳои омодашуда гузаронида шудааст.

Бо мақсади «идентификатсияи таркиби химиявии экстрактҳои омодашуда, чунин таҳлил бо истифодаи маҳлули эталонҳо низ гузаронида шудааст. Масалан, дар идентификатсия намудани кислотаҳои таркиби экстрактҳо ба ҳайси эталон аз маҳлулҳои 0,0001%-и кислотаҳои оксалат, шавел, қаҳрабо, лиму, палметинат, стеаринат, олеинат ва линолат истифода карда шуд. Дар баробари чунин техникаи иҷроиши таҳлили эксперименталӣ, дар баробари муқоиса намудани коэффитсиэнти тақсимшавии компонентҳои идентификатсияшуда (дар адабиёти илмӣ коэффитсиенти тақсимшавӣ аз рӯйи нишондиҳандаи Rf арзёбӣ карда мешавад) дар рӯйи хроматограма на танҳо бо истифодаи эталонҳо, инчунин, аз маълумоти адабиёт амалӣ карда шудааст» [120].



Расми 2.3. – Лавозимоти истифодагардида дар таҳлили хроматографии қоғазӣ

Эзоҳ: *а –силиндре, ки тавассути истифодаи он идентификатсияи таркиби химиявии растаниҳои тадқиқшаванда амали карда мешаванд; б – намунаҳои омодашудаи хротатограммаҳо; в-микрочакрарезҳои интихобшуда: 1 – микрочакрарези тиббӣ; 2 – микрочакрарези найчавии аз шишаи ба оташ тобовар сохташуда; 3,4 – микрочакрарезҳои ченакдори аналитикӣ.*

Дар раванди «арзёбии экологӣ намудани таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолии марбут ба нақлиёти автомобилӣ ба флораи минтақаҳои осебпазир таҳлили хроматографии мазкур дар ҳарорати +150С, то он замоне идома дода шудааст, ки ҳаракати марҳилаи моеи хроматографӣ 4/5 ҳиссаи дарозии қоғази хроматографиро ишғол намояд. Пас аз ишғол намудани системаи хроматографӣ то мавқеи муайяншуда қоғази хроматографӣ дар озмоишгоҳ (дар ҳавои кушод) ва сипас, дар ҷевони хушккунанда муддати 180 дақиқа таҳти таъсири гармии 70 -75^{0}С хушконида шудааст» [120].

Вобаста ба сохти молекулавӣ ва хосиятҳои физикию химиявии компонентҳои таҳлилшаванда аз ошкоркунандаҳои мухталиф истифода гардидааст. Масалан, дар идентификатсия намудани кислотаҳои карбонӣ ба ҳайси ошкоркунанда аз бромфеноли кабуд, дар идентификатсия намудани фенолҳо аз буғҳои йод, дар идентификатсия намудани аминокислотаҳо аз маҳлули нингидрин ва дар идентификатсия намудани алколоидҳо аз реактиви Дрогендорф истифода гардидааст [13, 34, 47–50, 93, 94].

Таҳқиқи пайвастагиҳои фенолии таркиби ғузапояи пахта бо «усулҳои хроматографияи маҳинқабат (ХМҚ / TLC) ва хроматографияи қоғазӣ (ХҚ / PC) ду равиши классикӣ ва дастрас дар химияи растаниҳо мебошанд. Ғузапояи пахта бо сабаби доштани сохтори мураккаби полифенолӣ, госсипол, танинҳо ва кислотаҳои оксикоричӣ усули устувор ва самарабахшро талаб мекунад» [129]. .

Дар зер муқоисаи ҳамаҷонибаи самаранокӣ, дақиқӣ, қулай ва бехатарии экологии ин ду усул оварда шудааст. Барои равшан нишон додани фарқиятҳо ва самаранокии усулҳо, тавсифоти онҳо дар ҷадвали 2.3 муқоиса карда шудаанд.

1. Дақиқӣ ва самаранокӣ:

- Силикагел дар пластинкаҳои ХМҚ дорои заррaҳои хеле майда ва якхела мебошад. Ин имкон медиҳад, ки фенолҳои сохторашон наздик (масалан, госсипол ва ҳосилаҳои он, кверцетин, кислотаи галлат) бо сарҳади аниқ аз ҳам ҷудо шаванд.

- **Мушкилоти ХҚ:** Дар хроматографияи қоғазӣ, пайвастагиҳои фенолии ғузапоя аз сабаби калон будани сӯрохиҳои қоғаз паҳн мешаванд ва

пикҳо (зонакҳо) бо ҳам омехта мешаванд, ки ин идентификатсияи (R_f) онҳоро ноаниқ месозад.

Ҷалвали 2.3. – Муқоисаи самаранокии усулҳои ХМҚ ва ХҚ барои таҳлили фенолҳо

Меъёрҳои муқоиса	Хроматографияи маҳинқабат (ХМҚ)	Хроматографияи қоғазӣ (ХҚ)
Сорбент (Фозаи доимӣ)	Қатъи тунуки силикагел (SiO_2) ё оксиди алюминий дар рӯи пластинкаи шишагӣ/алюминий.	Қоғази махсуси хроматографӣ (селлюлоза).
Механизми ҷудошавӣ	Адсорбсионӣ (талаботи баланд ба қутбияти молекулаҳо).	Тақсимшавӣ (байни оби дар селлюлоза буда ва элюент).
Самаранокии ҷудосозӣ	Хеле баланд. Пикҳо (зонакҳо) зич буда, паҳн намешаванд.	Миёна/Паст. Зонаҳо аксар вақт паҳн ва дуддор мешаванд.
Вақти таҳлил	Тез (одатан 15–40 дақиқа).	Дароз (аз 2 то 12 соат, вобаста ба андозаи қоғаз).
Ҳассосият	Баланд. Имкони муайян кардани микрограмм модда.	Паст. Миқдори бештари намунаро талаб мекунад.
Устувории реагентҳо	Пластинкаҳо ба кислотаҳои консентратсионишуда ва ҳарорати баланд (то 110 С) барои пайдо кардани ранг тоб меоранд.	Қоғаз ҳангоми истифодаи реагентҳои хашмгин ё ҳарорати баланд месузад ва канда мешавад.

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар асоси адабиётҳои [6, 27, 56, 108] таҳия гардидааст.*

2. Қулай ва суръат:

- **Суръати кор:** ХМҚ вақти хеле камро талаб мекунад. Раванди болоравии элюент дар пластинкаи 10 см ҳамагӣ 15–20 дақиқа вақт мегирад. Дар хроматографияи қоғазӣ бошад, барои тай кардани ҳамин масофа соатҳо лозим аст.

- **Ошкорсозии визуалӣ:** Барои фенолҳо истифодаи детекторҳои химиявӣ (масалан, маҳлули хлориди оҳан ($FeCl_3$) ё реагенти Фолин-Чокалтеу) зарур аст. Пластинкаҳои ХМҚ-ро пас аз пошидани реагент дар хушккунак бемалол қиздондан мумкин аст, то рангҳои дурахшон ва устувор ҳосил шаванд. Қоғази хроматографӣ бошад, дар ин ҳолат устувории механикиро гум мекунад.

3. Бехатарии экологӣ: Мусовии нисбӣ (бо бартарии ками ХҚ)

- **Сарфи ҳалкунандаҳо:** Аз ҷиҳати сарфи мавод, ХМҚ (хусусан микро-ХМҚ) ҳаҷми хеле ками элюентро (системаи ҳалкунандаҳо) талаб мекунад, ки ин партови захролудро кам мекунад.

- **Табиати мавод:** Аз ҷиҳати утилизатсияи фозаи доимӣ, ХҚ (қоғаз/селлюлоза) нисбат ба силикагели пластинкаҳои ХМҚ аз ҷиҳати экологӣ тозатар ва зуд таҷзияшаванда аст.

- **Хулосаи экологӣ:** Агар дар ХМҚ системаҳои ҳалкунандаҳои камзаҳр (масалан, омехтаи этанол ё этилацетат) истифода шаванд, он аз ҳисоби сарфи ками элюентҳо нисбат ба камераҳои калони ХҚ аз ҷиҳати экологӣ бехатартар ва камзаҳртар идора карда мешавад.

Барои таҳқиқи муосири фенолҳои таркиби ғузапояи пахта, усули ХМҚ (хроматографияи маҳинқабат) ба куллӣ дақиқтар, қулайтар ва самарабахштар мебошад.

2.5. Таҳлили нишондиҳандаҳои биохимиявии липидҳои таркиби ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда

2.5.1. Муайян намудани нишондиҳандаи биохимиявии адади кислотанокӣ

Барои таҳқиқ намудани нишондиҳандаи биохимиявии адади кислотанокии таркиби липидҳои таҳқиқшавандаи ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда, ки он тавассути истифодаи усули экстраксияи гарм дар дастгоҳи Сокслет ҷудо карда шудаанд, аз усули титронидан истифода намудем.

Дар иҷрои ин амал аз ҳар кадом намунаҳои липидҳои таҳқиқшаванда дар се баркаши таҳлилӣ ба миқдори массаи 0,3г±0,02мг гирифта, сипас онро ба стаканҳои ғунҷоиши ҳаҷмиашон 100мл-а гузаронидем. Пас аз иҷрои ин амал намунаҳои таҳлилшавандаро дар 20 мл спирти пропанол-2 омехта намуда, ба он 3–4 қатра маҳлули индикатори 0,1%-и фенолфталеини дар этаноли 70% тайёркардашуда илова намудем.

Сипас, бо истифода аз асбоби омехтакунаки магнитӣ маҳлулҳои омодакардашударо дар ҳарорати 40°С бо суръати 60 гардиш/дақиқа омезиш дода, бо истифода аз маҳлули 0,1 КОН-и дар спирти изопропанол тайёркардашуда то нуқтаи эквивалентии таъсири мутақобилаи титрант бо кислотаҳои органикии озоди марбут ба липидҳои таркиби растании таҳқиқшаванда титронидем.

Нуқтаи эквиваленти дар иҷрои ин амал бо усули титронидани потенсиометрӣ муайян карда шуд. Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки дар арзёбии экологӣ намудани таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолӣ ба намояндагони флораи табиат усули коркардгардидаи мазкур маротибаи аввал тадбиқи амалии худро ёдтааст. Дар усули коркардгардида нуқтаи эквивалентӣ бо усули титронидани потенсиометрӣ идентификатсия гардидааст. Дар ошкор кардани нуқтаи эквивалентӣ аз электродҳои шишагин ва хлор нуқрагин истифода карда шудааст.

Дар рафти титронидани липидҳои таҳқиқшаванда нуқтаи эквивалентӣ ҳангоми ошкор намудани миқдори умумии кислотаҳои озод аз рӯйи ҷаҳиши потенсиалҳо (бо mV) муайян гардидааст. Дар муайян намудани ҷаҳиши потенсиалҳо аз асбоби pH–метр–милливолтметри электронии истеҳсоли Россия истифода гардидааст. Натиҷаҳои титри потенсиометрии муайян намудани миқдори умумии кислотаҳои таркиби липидҳои таркиби ғузапояи пахта аз рӯйи нишондиҳандаи биохимиявии адади кислотанокӣ дар ҷадвали 2.4 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 2.4. – Натиҷаҳои титри потенсиометрии экстракти таркиби ғузапояи пахта

Ҳаҷми сарфшудаи титрант, мл	**Потенсиали электродии асбоби pH–метр–милливолтметри, mV**	**Фарқияти потенсиалҳо дар рафти титронидан mV**
0,05	260	-
0,10	255	5
0,15	246	9
0,20	238	8
0,25	229	9
0,30	222	7
0,35	212	10
0,40	203	9
0,45	188	15
0,50	140	48
0,55	132	8
0,60	124	8
0,65	118	6
0,70	112	6
0,75	101	11
0,80	92	9

Эзоҳ: *– Н/Э нуқтаи эквивалентӣ. Таҳияи муаллиф.*

Пас аз титри потенсиометрӣ нишондиҳандаи биохимиявии адади кислотагӣ бо истифода аз формулаи зайл муайян карда шуд.

$$АК = \frac{(V - V_0) \cdot 5,6}{m}, \quad (2.3)$$

Дар формула:

АК – нишондиҳандаи биохимиявиӣ адади кислотагӣ, мг КОН/г;
V – ҳаҷми сарфшудаи титрант то нуқтаи эквивалентӣ;
V_o – ҳаҷми сарфшудаи титрант дар таҷрибаи холис, мл;
5,6 – титри маҳлули 0,1н КОН;
m – вазни маводи таҳлилшаванда.

Ҷадвали 2.5. – Натиҷаҳои титри потенсиометрии экстракти таркиби экстракти пахоли зағир

Ҳаҷми сарфшудаи титрант, мл	Потенсиали электродии асбоби pH–метр–милливолтметри, mV	Фарқияти потенсиалҳо дар рафти титронидан mV
0,05	260	-
0,10	256	4
0,15	248	8
0,20	236	8
0,25	228	8
0,30	222	6
0,35	215	7
0,40	208	7
0,45	191	17
0,50	182	9
0,55	169	13
0,80	120	49 н/э
0,65	112	8
0,70	101	11
0,75	96	5
0,80	89	7

***Эзоҳ:** – Н/Э нуқтаи эквивалентӣ. Таҳияи муаллиф.*

Ҷадвали 2.6. – Натиҷаҳои титри потенсиометрии экстракти чуби дарахти сузанбарг

Ҳаҷми сарфшудаи титрант, мл	Потенсиали электродии асбоби pH–метр–милливолтметри, mV	Фарқияти потенсиалҳо дар рафти титронидан mV
0,05	262	
0,10	254	8
0,15	248	6
0,20	235	13
0,25	228	7
0,30	222	6
0,35	213	9
0,40	202	11

Идомаи ҷадвали 2.6. – Натиҷаҳои титри потенсиометрии экстракти чуби дарахти сузанбарг

Ҳаҷми сарфшудаи титрант, мл	Потенсиали электродии асбоби pH–метр–милливолтметри, mV	Фарқияти потенсиалҳо дар рафти титронидан mV
0,45	193	9
0,50	184	9
0,55	177	7
0,60	170	7
0,65	160	10
0,70	148	12
0,75	141	7
0,80	136	5
0,85	126	10
0,90	90	36 н/э
0,95	81	9
1,00	74	7
1,05	68	6

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

Ҷадвали 2.7. – Натиҷаҳои титри потенсиометрии экстракти таркиби чуби дарахти сафедор

Ҳаҷми сарфшудаи титрант, мл	Потенсиали электродии асбоби pH–метр–милливолтметри, mV	Фарқияти потенсиалҳо дар рафти титронидан mV
0,05	262	
0,10	257	5
0,15	244	13
0,20	238	6
0,25	232	6
0,30	226	6
0,35	219	7
0,40	213	6
0,45	205	8
0,50	198	7
0,55	191	7
0,60	186	5
0,65	179	7
0,70	173	12
0,75	166	7
0,80	159	7
0,85	153	6
0,90	147	6
0,95	140	7
1,00	136	4
1,05	96	40 н/э
1,10	88	8
1,15	80	8
1,20	75	5

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

2.5.2. Муайян намудани пайвастагиҳои носери таркиби экстракти ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда

Муайян кардани пайвастагиҳои носер дар таркиби экстракти ғузапояи пахта ва дигар растаниҳо нишондиҳандаи муҳимми биохимиявӣ мебошад. Пайвастагиҳои носер молекулаҳое мебошанд, ки дар сохтори худ бандҳои дукарата (-C=C-) ё секарата доранд. Дар растаниҳо инҳо асосан кислотаҳои чарбии носер (олеин, линол, линолен), каротиноидҳо, стеролҳо ва баъзе пайвастагиҳои фенолӣ (масалан, ҳосилаҳои кислотаи оксикоричӣ) мебошанд.

Дар зер вобастагӣ ва моҳияти ин пайвастагиҳо ва усулҳои дақиқи муайянкунии онҳо шарҳ дода мешавад.

1. Моҳият ва вобастагии пайвастагиҳои носер дар растаниҳо.

Дар биохимияи растаниҳо миқдори бандҳои носер бевосита ба хосиятҳои физикию химиявӣ ва устувории биологӣ вобаста аст:

- **Вобастагӣ ба ҳарорат ва моеъгӣ:** Ҳар қадар миқдори бандҳои дукарата (-C=C-) дар липидҳои растанӣ зиёд бошад, ҳарорати гудозиши (плавление) онҳо ҳамон қадар паст ва равған моеътар мешавад. Ин ба растанӣ имкон медиҳад, ки дар ҳароратҳои паст чандирии пардаи ҳуҷайраро (мембрана) нигоҳ дорад.
- **Вобастагӣ ба оксидшавӣ (хушкшавии равған):** Бандҳои дукарата устувории химиявии камтар доранд. Онҳо дар ҳаво зери таъсири оксиген ва рӯшноӣ зуд оксид шуда, пероксидҳо ва зиёдшавии адади пероксидиро ба вуҷуд меоранд (яъне равған тез куҳна ва талх мешавад).
- **Хусусияти биологӣ дар ғузапоя:** Дар ғузапояи пахта кислотаҳои чарбии носер қисми асосии липидҳои сохториро ташкил медиҳанд. Муайян кардани онҳо имкон медиҳад, ки дараҷаи пухтагӣ ва сифати техникӣ ё энергетикии биомасса (масалан, барои истеҳсоли биодизел ё ашёи хоми химиявӣ) баҳо дода шавад.

2. Усулҳои муайянкунии пайвастагиҳои носер

Дар шароити лаборатория миқдори умумии бандҳои носерро дар экстракт бо усули классикии химиявии муайян кардани адади йодӣ (иодное число) ё бо усулҳои спектроскопӣ чен мекунанд.

Муайянкунии адади йодӣ.

Адади йодӣ – ин миқдори грамм йодест, ки ба 100 грамм модда (экстракти липидӣ) дар ҷои бандҳои дукарата пайваст мешавад. Ин усул ба реаксияи пайвастшавии галогенҳо ба бандҳои носер асос ёфтааст.

Принсипи усул (усули Хюбл ё Вейс): Ба экстракти липидҳои ғузапоя миқдори зиёдатии маҳлули галоген (масалан, хлориди йод (ICl) дар кислотаи сирко) илова карда мешавад. Галоген ба ҷои бандҳои дукарата пайваст мешавад: (-CH=CH-+ICl-CH(I)-CH(Cl)). Йоди боқимондаи реаксиянакардаро бо маҳлули тиосулфати натрий ($Na_2S_2O_3$) дар ҳузури крахмал титр мекунанд.

Ҳар қадар «нишондиҳандаи адади йодӣ дар экстракти ғузапоя ё растаниҳои дигар баланд бошад, ҳамон қадар миқдори пайвастагиҳои носери устуворкунандаи биологӣ ва фаъоли он зиёд аст. Барои таҳқиқоти илмӣ, усули титркунии адади йодӣ дақиқтарини усулҳои химиявӣ ба шумор меравад. Дар муайян намудани пайвастагиҳои носери таркиби экстракти ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда аз нишондиҳандаи биохимиявии “Адади йодӣ” аз маҳлули бромиди йод истифода карда шудааст» [50].

Барои тайёр намудани ин маҳлул 100мл кислотаи сирко (кислотаи атсетат, этанат) гирифта, дар он 13г йоди кристалии аз ҷиҳати химиявӣ тозаро (хч) ҳал намудем. Сипас, ба ин маҳлули омодагардида 8,2 грамм бромро, ки ҳаҷмаш 2,6см^3-ро ташкил медиҳад, илова намудем. Дар колбаи ченакдори ғунҷоиши ҳаҷмаш 1000 мл-а ҳаҷми омехтаи мазкурро тавассути истифодаи кислотаи атсетати яхин то ба 1дм^3 баробар намудем.

Баъд аз омода намудани маҳлули бромиди йод дар 4 колбаи 250мл – а аз ҳар номгуи экстрактҳои растанигии таҳлилшаванда дар алоҳидагӣ ба миқдори 1грамм гирифта, ба болои ҳар кадоми он 5мл хлороформ (трихлор метан) ва 13мл маҳлули бромиди йодро илова кардем. Сипас, намунаҳои

таҳлилшавандаро, ки дар колбаҳои реаксионӣ гирифта шудаанд, бо пуки ондозааш мувофиқ маҳкам намуда, муддати 60 дақиқа дар ҳарорати хонагӣ нигоҳ доштем.

Пас аз иҷрои ин амал ба омехтаи тайёркардашуда 5мл маҳлули 20% – и йодиди калий (KI) илова намуда, он таввасути истифодаи омехтакунаки магнитий ҳал карда шуд. Баъд аз пурра ҳал гардидани йодиди калий ба омехта 25мл оби тақтиркардашуда (оби дистилят) илова гардид.

«Маҳлули омодакардашуда тавассути истифодаи омехтакунандаи магнитӣ коркард гардида, сипас титронида шуд. Дар иҷрои ин амал ба сифати титрант маҳлули 0,1н–и тиосулфати натрий ($Na_2S_2O_3$) истифода гардидааст. Амалиёти титронидан то лаҳзае идома дода шудааст, ки ранги қаҳвамонанди омехтаи омоданамуда ба ранги зард мубаддал гардид. Пас аз мубаддал гардидани ранги қаҳвамонанд ба ранги зард ба маҳлули омоданамуда 0,5мл маҳлули 1%-и крахмалро аз микробюретка ба таври қатрагӣ илова кардем» [47].

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки ҳангоми ба омехта таъсир намудани маҳлули 1%-и крахмал ранги маҳлули таҳлилшаванда аз ранги зард ба ранги кабуди осмонӣ мубаддал гардид. Дар рафти иҷрои ин амал титронидан бо истифода аз маҳлули 0,1н тиосулфати натрий то берангшавии омехтаи реаксионӣ идома дода шуд.

Дар баробари титронидани экстракти растании таҳқиқшаванда титри холис низ гузаронида шудааст. Титри холис бе иштироки маводи таҳлилшаванда амалӣ гардидааст.

Дар рафти арзёбии экологӣ намудани таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда ба компонентҳои марбути пайвастагиҳои беҳадди органикӣ аз нишондиҳандаи биохимиявии адади йодӣ истифода карда шудааст.

Нишондиҳандаи биохимиявии адади йодӣ бо истифода аз формулаи зерин муайян гардидааст.

$$АИ=\frac{100\cdot(V-V_1)\cdot Т}{Н}, \quad (2.4)$$

АИ – нишондиҳандаи биохимиявии адади йодӣ, гI_2/100г;

Т – титри маҳлули истифодашудаи тиосулфати натрий, мг/мл;

V – ҳаҷми сарфшуда титрант (маҳлули 0,1н тиосулфати натрий ($Na_2S_2O_3$)) то нуқтаи эквивалентии реаксия, дар маҳлули санҷишӣ, мл;

V_1 – ҳаҷми сарфшудаи титрант (маҳлули 0,1н тиосулфати натрий ($Na_2S_2O_3$)) то нуқтаи эквивалентии реаксия дар экстракти таҳқиқшаванда, мл;

н – вазни экстракти таҳқиқшаванда, г.

Дар муайян намудани фенолҳои таркиби растаниҳои таҳқиқшаванда аз усули таҳлилҳои хроматографӣ истифода карда шудааст.

Дар рафти амалӣ намудани мақсадҳои гузошташуда таҳлили сифатии фенолҳо тавассути истифодаи аз пластинкаҳои маҳинқабати «Silufol» (истеҳсоли Словакия) дар системаҳои хроматографии бензол–этанол–кислотаи атсетат (45:3:2), бензол–этанол (9:1) ва дихлорэтан–этанол (9:1) амалӣ гардидааст. Дар таҳлили хроматографии маҳинқабати фенолҳо ба ҳайси ошкоркунандаи хроматографӣ аз маҳлули 1%-и хлориди оҳан ($FeCl_3$) истифода карда шудааст.

Барои гузаронидани таҳлили сифатии фенолҳо аз қисми поёнии аз пластинкаҳои маҳинқабати «Silufol» 1см ҷой гузошта, дар маркази он бо қалами одӣ нуқта гузошта шуд, бо истифода аз чакрарези ченакдор экстракти таҳлилшавандаро ба тарзи қатрагӣ гузаронида, хушконидем. Бо ҳамин тарз, ба пластинкаҳои маҳинқабати «Silufol» 0,1мл-и аз ҳар намунаи таҳлилшаванда гузаронида шудааст.

Пас аз омода намудани хроматограммаҳо пластинкаҳои маҳинқабати «Silufol» бо маҳлули 1% – и хлориди оҳан коркард гардид. Пас аз чунин коркард дар рӯйи пластинкаҳои маҳинқабати «Silufol» мавҷудияти 3 компаненти марбутаи пайвастагиҳои фенолӣ бо коэффитсиентҳои хроматографии R_f=0,42, 0,71, 0,98 дар системаи хроматографии бензол–этанол–кислотаи атсетат (45:3:2), идентификатсия карда шуд.

Ин компонентҳои идентификатсияшуда дар системаҳои хроматографии (фазаҳои ҳаракаткунандаи хроматографӣ) бензол–этанол бо коэффитсиенти хроматографии тақсимшавии R_f=0,29, R_f=0,51 ва R_f=0,63 ошкор гардиданд.

Ҳангоми натиҷагирӣ ошкор гардид, ки моддаҳои мутааллиқ ба фенолҳо ҳангоми коркард бо маҳлули 1%-и хлориди оҳан ($FeCl_3$) дар рӯйи пластинкаҳои маҳинқабати «Silufol» дар шакли доғчаҳои доирашакли ранги кабуддошта пайдо мешаванд.

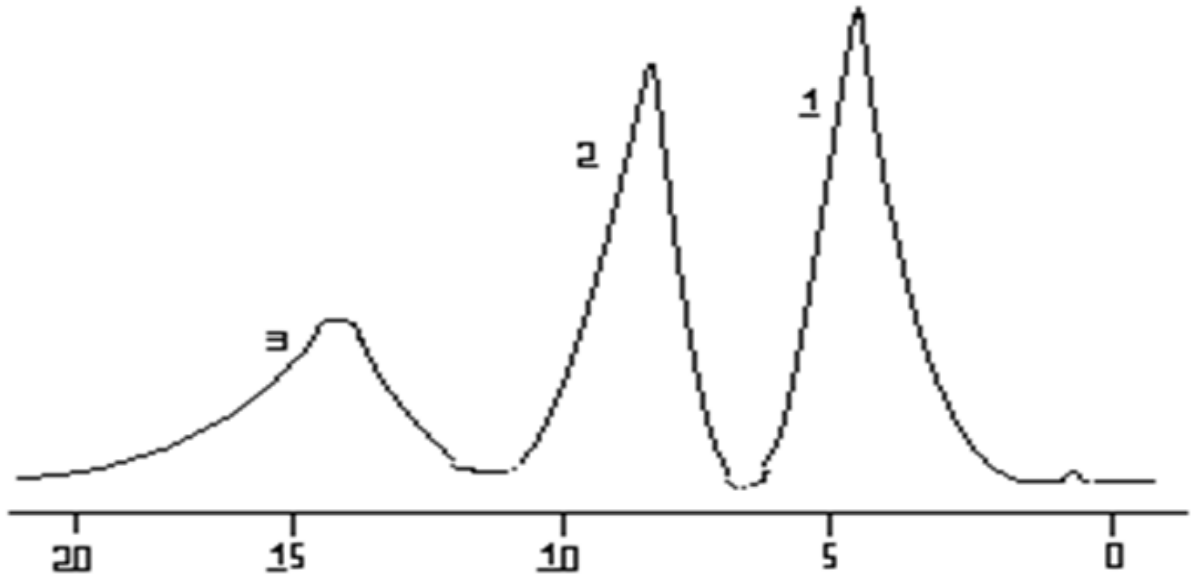
Дар таҳлили миқдории пайвастагиҳои фенолии таркиби растаниҳо аз таҳлили хроматографияи найчавӣ истифода кардем. Дар таҳлили хроматографии мазкур аз колонкаи хроматографии андозаи 30х3см истифода карда шудааст.

Ҳангоми муайян намудани таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшаванда ба биохимияи ҳосилшавии пайвастагиҳои фенолии таркиби растаниҳо ба ҳайси марҳилаи ҳаракатнакунанда аз сорбенти оксиди алюминий истифода карда шуд. Сорбенти интихобшуда пеш аз гузаронидан ба найчаи хроматографӣ бо этанол шурида шуд [34, 120, 121].

Дар таҳлили «хроматографии мазкур ба сифати марҳилаи ҳаракаткунанда хроматографӣ системаи хроматографии этанол – бензол (3:1) интихоб карда шуд. Дар рафти муайян намудани таъсири партовҳои газӣ ва аэрозолии аз нақлиёти автомобилӣ хориҷшаванда ба биохимияи ҳосилшавии пайвастагиҳои фенолии таркиби растаниҳо аз усули таҳлилҳои хроматографӣ аз минтақаи шаҳри Душанбе ва минтақаи Ромити шаҳри Ваҳдат барги сузанбарг ҷамъоварӣ гаридааст. Сипас, экстракти онҳо тавассути спирти этили 70% ҳосил карда шуда, он таҳлили хроматографӣ гардидааст» [56].

Натиҷаи таҳлили хроматографии пайвастагиҳои фенолии экстракти чуби растании сузанбарги аз минтақаи шаҳри Душанбе ҷамъоваригардида дар расми 2.4 пешниҳод гардидааст. «Дар рафти гузаронидани ин таҳлили эксперименталӣ муайян гардид, ки миқдори пайвастагиҳои фенолии таркиби растаниҳои таҳқиқшуда чандон зиёд нест. Аз ҳамин лиҳоз, муайян намудани миқдори онҳо бо усули вазнӣ (бо усули баркашидан) ғайриимкон аст. Бинобар

ин сабаб, дар таҳлили миқдори фенолҳои таҳлилшаванда аз усули титриметрӣ истифода намудем» [56].



Расми 2.4. – Таҳлили хроматографияи найчавии фенолҳои таркиби экстракти барги растании сузанбарги аз минтақаи шаҳри Душанбе ҷамъоваригардида

Эзоҳ: *Пайвастагиҳои идентификатсияшудаи 1 – флорогютсин эфир, 2 – флорогютсин ва 3 – крезол мебошад.* ***(****Таҳияи муаллиф).*

Барои муайян намудани ғализоти пайвастагиҳои фенолӣ дар таркиби экстракти растаниҳои таҳқиқшаванда пас аз идентификатсиякунони ва муайян намудани коэффитсиэнти тақсимшавии хроматографӣ (Rf), онҳо аз рӯйи хроматограмма харошида гирифта шудаанд. Сорбенти харошидагирифта, ки дар таркиби худ пайвастагии фенолиро дорад, дар 20 мл этанол элюатсия карда шуд.

Сипас, элюати ҳосилкардашуда аз сорбент тавассути истифодаи полоишкунандаи “Шот” бо усули полоиш ҷудо карда шуд ва ҳаҷми он бо силиндр муайян гардид. Элюат ба стакани ғунҷоиши ҳаҷмаш 50мл гузаронида шуд ва он бо истифода аз маҳлули 0,001н ишқори калий (КОН) то нуқтаи эквивалентӣ титронида шуд. Дар рафти титронидан нуқтаи эквивалентӣ таъсири мутақобилаи пайвастагиҳои фенолӣ бо КОН бо истифода аз маҳлули

1%-и индикатори фенолфталеин муайян гардид (ҳангоми нейтрализатсия гардидани омехтаи реаксионӣ дар маҳлул ранги сурх тавлид мегардад).

Миқдори пайвастагиҳои фенолии таҳқиқшаванда аз рӯйи реаксияи таъсири байниҳамдигарии пайвастагиҳои фенолии идентификатсияшуда бо ишқори калий (КОН) муайян гардидааст. Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки аз рӯйи ҳаҷми сарфшудаи ишқори калий массаи сарфшудаи он маълум гардидааст. Сипас, аз рӯйи муодилаи химиявии таъсири пайвастагии фенолии идентификатсияшуда ва КОН маълум гардид, ки чунин миқдор титрант метавонад бо чанд грам пайвастагии фенолӣ ба реаксия дохил шавад.

БОБИ 3. ТАҲЛИЛИ НАТИҶАҲО

3.1. Арзёби экологии технологияи истеҳсоли сӯзишвории биологии биоэтанол дар асоси партовҳое, ки таркибашон аз ангиштобҳо бой мебошанд

3.1.1. Тавсиф ва арзёбии экологии технологияҳои амалкунандаи истеҳсоли этанол

Этанол яке аз моддаҳои химиявии ниҳоят муҳим дар истеҳсолоти ҷаҳонӣ ва рӯзгори инсоният ба ҳисоб меравад. Маҳз бо шарофати этанол яке аз гурӯҳҳои синфҳои пайвастагиҳои органикӣ спиртҳо номгузорӣ гардидааст.

Агар ҳамаи технологияҳои амалкунандаи истеҳсоли этанолро таҳлил намоем, он гоҳ онҳоро ба ду гурӯҳ ҷудо намудан мумкин аст:

1. Истеҳсоли этанол бо усули синтез;
2. Истеҳсоли этанол бо усули биотехнологӣ.

Дар технологияҳои амалкунандаи «истеҳсоли этанол бо усули синтез ба ҳайси ашёи хоми ибтидоӣ аз моддаҳои гуногуни химиявӣ истифода карда мешавад. Яке аз технологияҳои амалкунанда ин аз этилен ҳосил намудани спирти этил мебошад» [121].

«Этилен пайвастагии органикие мебошад, ки он мутааллиқ ба карбогидрогенҳои қатори алкенҳо (олифенҳо) мебошад. Этилен гази беранг буда, ҳангоми нафаскашӣ дар узви зоиқаи инсон тамъи ширин пайдо мегардад» [123].

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки «этилен яке аз пайвастагиҳои органикие ба ҳисоб меравад, ки аз ҳама зиёдтар дар ҷаҳон истеҳсол карда мешавад. Дар истеҳсолоти ҷаҳонӣ дар маҷмуъ ҳамасола ба ҳисоби миёна тахминан 200 млн тонна этилен истеҳсол гардида истодааст ва солона истеҳсолоти он 2-3% зиёд мегардад» [49].

Агар ҷанбаҳои экологии «истеҳсоли этиленро дар асоси карбогидрогенҳои нафтӣ таҳлил намоем, ин истеҳсолот ба экологияи муҳит таъсири назарраси манфии худро расонида истодааст. Бинобар сабабе ки дар истеҳсолоти химиявӣ дар асоси ин пайвастагӣ садҳо номгуйи мавод ва маҳсулоти мавқеи стратегидошта, аз қабили полимерҳои марбут ба полиэтилен,

винилатсетат, дихлор этан, стирол, кислотаи атсетат (кислотаи сирко), этил бензол, этиленгликол (антифриз барои нақлиёти автомобилӣ), спирти этил ва ғайра истеҳсол карда мешавад, мутаассифона оид ба таъсири он ба экологияи муҳит, мутахассисони соҳавӣ маълумоти лозимаро ифшо наменамоянд» [47].

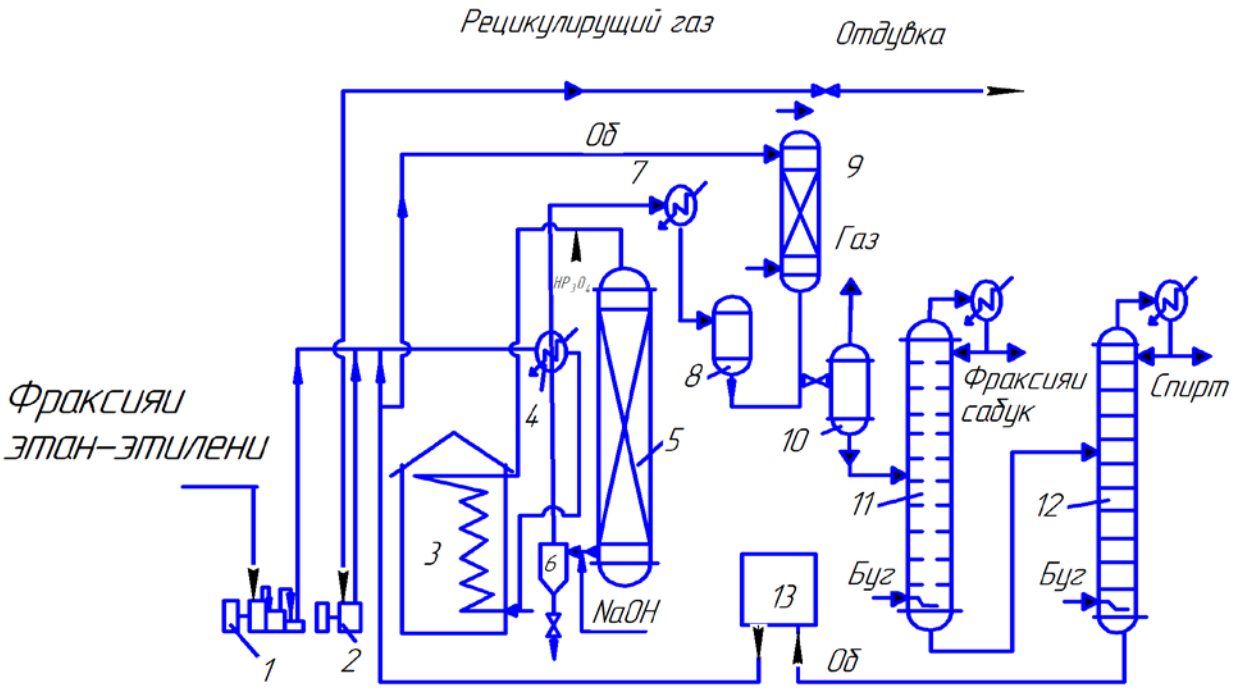
Аз ҳамин лиҳоз, айни замон мавзуи коркарди технологияҳои муфиди истеҳсоли этилен, ки нисбат ба технологияҳои амалкунанда на танҳо афзалиятҳои иқтисодӣ, инчунин афзалиятҳои экологиро доранд, яке аз мавзуъҳои мубрами илмҳои марбут ба истеҳсолоти химиявӣ, нафтохимия ва экологияи муҳандисӣ ба ҳисоб меравад.

Дар расми 3.1 технологияи истеҳсоли этанол дар асоси этилен пешниҳод гардидааст.

Чӣ тавре дар «хатти технологии баррасигардида дарҷ шудааст, дар ин истеҳсолот ашёи хоми ибтидоӣ этилен ба ҳисоб меравад. Дар ин ҷо кайд намудан зарур аст, ки этилен дорои фаъолияти биологии хосса мебошад. Ҳангоми аз меъёр зиёд хориҷ гардидан он метавонад ба осонӣ аз менбранаи ҳуҷайра гузашта худро бо ретсепторҳои эндоплазматикӣ пайваст намуда фаъолияти додани маълумотро тезонад. Халалдор гардидани ин раванди биохимиявӣ ба динамикаи муътадили ҳосилшавии компонентҳо дар узвҳои вегетативии растаниҳо таъсир расонида, боиси бо суръати нисбатан тез гузаштани реаксияҳои биохимиявӣ мегардад» [29].

Тавре аз хатти технологии дар расми 3.1 пешниҳодшуда бармеояд, ашёи хоми ибтидоӣ дар истеҳсоли этанол фраксияҳои карбогидрогении этан-этиленӣ ба ҳисоб мераванд. Ин фраксия таҳти таъсири фишори 8 МПа ва ҳарорати 2700С дар печи қубурӣ коркард гардида, сипас, он ҳидрататсия карда мешавад.

Пас аз ҳидрататсия намудани этилен, спирти этаноли техникӣ ҳосил мегардад. Дар ин технология фраксияи спиртӣ дар калонаи ректификатсонӣ буғронӣ мегардад, ки маҳсули он этаноли техникӣ мебошад.



Расми 3.1. – Технологияи истеҳсоли спирти этил дар асоси этилен

Эзоҳ: *1, 2 – компресорҳо; 3 – печи қубурӣ; 4 – гармиивазкунанда; 5 – реактор; 6 – қифи ҷудокунандаи намакҳои ҳосилшуда; 7 – хунуккунанда; 8, 10 – сепараторҳо; 9 – абсорбер; 11 – калонаи ректификатсионӣ барои бугроӣ намудани фраксияҳои сабук; 12 – калонаи ректификатсионии бугроникунандаи этанол; 13 – таҷҳизоти тозакунии об бо усули ионивазкунанда. Таҳияи муаллиф. Хатти технолоҷгии мазкур дар асоси манбаи адабиётҳои [132–137] тартиб дода шудааст.*

Ҳангоми хориҷшавии эфири диэтил дар муҳити истеҳсолӣ, он метавонад ба системаи марказии асаби кормандони ин истеҳсолот таъсири манфӣ расонида, боиси заҳролудшавии онҳо гардад.

Инчунин, «ҳангоми хориҷшавии он ба ҳавои атмосферӣ, он қобилияти аз худ зоҳир намудани таъсири гази гулхонагиро дорад. Агар ҷанбаҳои экологии технологияи мазкурро таҳлил намоем, он гоҳ аён мегардад, ки ҳангоми ҳосилшавии этанол дар сепаратор дар баробарии ҳосилшавии маҳлули обии этаноли 15%, омехтаи мазкур дар таркиби худ ғашҳои марбут ба эфири диэтил, алдегиди атсетат ва полимерҳои хурдмолекулаи этиленро дорад» [21].

Ҳангоми хориҷшавии эфири диэтил дар муҳити истеҳсолӣ, он метавонад ба системаи марказии асаби кормандони ин истеҳсолот таъсири манфӣ расонида, боиси заҳролудшавии онҳо гардад. Инчунин, ҳангоми хориҷшавии он

ба ҳавои атмосферӣ, он қобилияти аз худ зоҳир намудани таъсири гази гулхонагиро дорад.

«Алдегиди атсетат дар шароити стандартӣ (дар ҳарорати 0^0C) моеи шаффофи беранг буда, хело заҳрнок мебошад. Дар ҳарорати хонагӣ ($+25^0$C) алдегиди атсетат гази беранг буда, бӯйи тунд дорад» [64].

Яке аз мушкилоти экологии «технологияи истеҳсоли этанол тавассути технологияи синтез бо истифода аз этилен дар он аст, ки дар таркиби спирти мазкур олудагии алдегиди атсетат дида мешавад. Ин модда барои организми инсон ва ҳайвонро аз таркиби этанол ба пуррагӣ тоза намудан имконнопазир аст. Пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидашуда муайян намуд, ки яке аз сабабҳои мавҷудияти он дар таркиби этанол ин ба хуб ҳалшаванда будани он вобаста мебошад» [68].

Эҳтимол сабаби дуюми «пурра тоза нагардидани алдегиди атсетат аз таркиби спирти этил ин пайвастшавии онҳо байни ҳам тавассути банди гидрогенӣ мебошад. Ҳангоми истеъмоли чунин этанол ва ё кор кардан дар саноат ва шароити озмоишӣ боиси заҳролудшавии организми инсон мегардад. Дуюм усули технология истеҳсоли этанол ин усули биотехнологӣ мебошад» [47].

Дар ҳамаи биотехнологияҳои амалкунандаи истеҳсоли этанол ба ҳайси ашёи хоми ибтидоӣ аз маводи табиии таркибашон аз ангиштоб бой истифода карда мешаванд.

Тавре дар боло зикр гардид, «истеҳсоли спирти этил бо усули синтез дорои як қатор мушкилоти экологӣ мебошад. Агар ҷанбаҳои физикию химиявӣ ва иқтисодии ин техналогияро таҳлил намоем, дар ин технология на танҳо партовҳои саноатӣ аз нав коркард намегарданд, инчунин, дастгоҳҳо ва таҷҳизоти истифодашаванда дуру дароз коршоям буда наметавонанд. Фарсудашавии таҷҳизот ва дастгоҳҳо ба муҳити хуранда доштани омехтаҳои реаксионӣ вобаста мебошад» [89].

«Ин ҷанбаҳои экологӣ, ҷанбаҳои физикию химиявӣ ва иқтисодӣ боиси он гардидаст, ки олимон, муҳаққиқон ва мутахассисони соҳавӣ технологияҳои

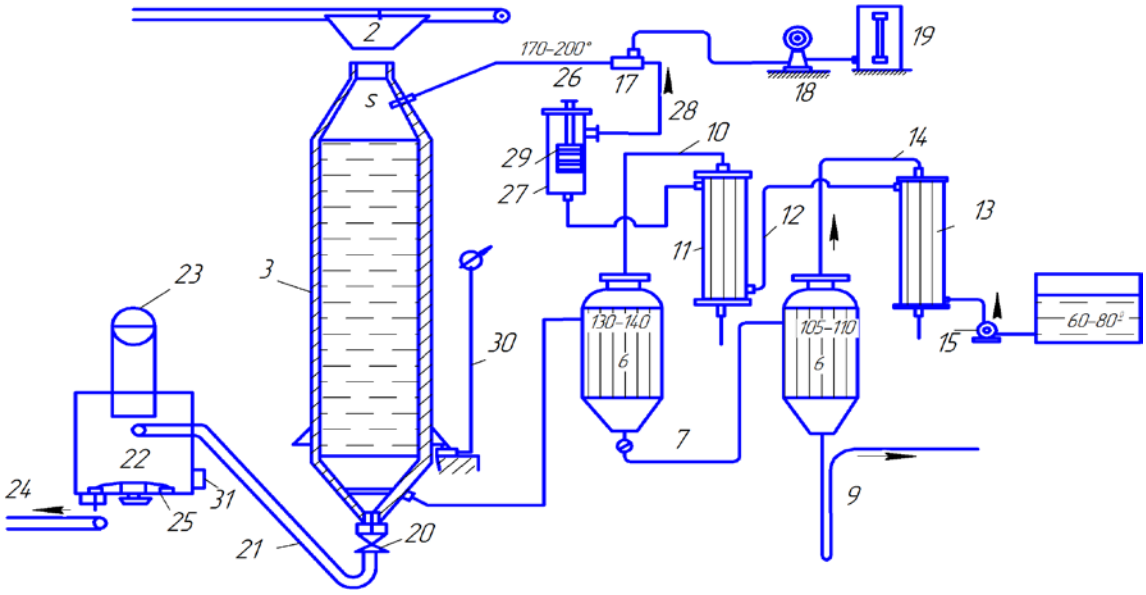
нави аз лиҳози экологӣ ва технологию иқтисодии афзалиятдоштаро коркард намоянд» [90].

Яке аз дастовардҳои муҳимми ин соҳа «технологияи нав, ки тавасути гидролиз намудани полисахаридҳо ва туршонидани ферметатифии гидролизат, ки маҳсули ниҳоии он спирти этил мебошад, ба ҳисоб меравад» [91].

Бори нахуст ин «аз ҷониби устодони кафедраи истеҳсолоти мавод ва маҳсулот бо усули гидролизи Академияи техникии хоҷагии ҷангали шаҳри Ленингради (ҳозира шаҳри Санкт–Петербург) Россия дар соли 1933 ихтироъ гардидааст. Ихтирооти мазкур соли 1934 тадбиқи амалии худро ёфтаст. Сипас, дар собиқ ИҶШС (СССР) зиёда аз 10 заводи истеҳсоли спирти этил сохта шуданд» [18].

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки ҳамаи ин заводҳо дар ҳудуди Россия сохта шуданд. Сабаби асосии сохтмони ин корхонаҳои истеҳсолӣ ба ашёи хоми истифодашаванда, ки чуб ва арамайдаи он мебошад, вобастагӣ дорад, чунки дар собиқ ИҶШС Россия ҷангалзорҳои зиёд дорад.

Хатти технологии истеҳсоли этанол дар асоси аррамайда ва партовҳои коркарди чуб дар расми 3.2 пешниҳод гардидааст.

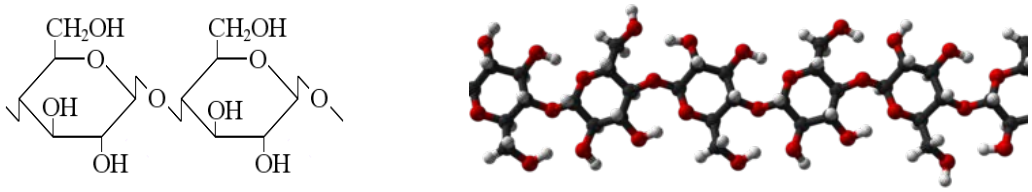


Расми 3.2. – Хатти технологии истеҳсоли биоэтанол дар асоси чуб ва партовҳои коркарди чуб

Эзоҳ: *– 1 – транспортёр, 2 – қифи ба самт равонкунанда, 3 – дастгоҳи гидролизкунанда, 4 – филтр (полоиш), 5, 7, 9, 10, 12, 14, 21, 23, 26, 28 – қубурҳо, 6, 8 – буғкунандаи гидролизат, 11, 13 – решоферҳо, 15 – насос, 16 – зарф барои ҷамъоварии оби баргарданда, 17 – қифи ҷудокунандаи обу кислота (ё тезоб), 19 – асбоби ченкунандаи кислота (тезоб), 20 – клапан, 22 – нишеби барои партови технологӣ, 24 транспортер барои партовҳои технологӣ, 25 – омехтакунаки даврзананда, 27 – колонаи обгармкунӣ, 29 – диск, 30 – тарозу, 31 – даричаи паҳлуӣ. Таҳияи муаллиф. Хатти технолоғии мазкур дар асоси манбаи адабиётҳои [89–91] тартиб дода шудааст.*

Аз технологияи мазкур, ки ҷабҳаҳои технологии он дар расми 3.2 баррасӣ гардидааст, бармеояд, ки моддаи асосии ашёи хом (чуб) ин селюлоза мебошад.

Селюлоза чунин сохт дорад:



Расми 3.3. – Формулаи глюкоза ва сохти молекулавии он

Тавре аз формулаи дарҷгардида бармеояд, селюлоза полимери табиӣ мебошад ва он маҳсули таъсири мутақобилаи бетта-глюкоза байни ҳам таҳти таъсири як зумра омилҳои биологӣ ва ферментҳо дар таркиби растаниҳо мебошад. Дар технологияи баррасигардида (расми 3.2) барои ба глюкоза табдил додани он селюлоза гидролиз карда мешавад. Иҷрои ин кор дар дастгоҳи гидролизкунанда амалӣ карда мешавад. Бинобар сабаби он ки ба ҳайси катализатор ферментҳои туршкунанда ва маҳлули кислотаҳо истифода карда мешаванд, дохили гидролизат бо плиткаҳои керамикии ба таъсири кислотаҳо тобовар рӯйпӯш гардидаанд. Гидролизи селюлозаи таркиби чуб дар иштироки маҳлули сероби то ҳарорати 160–200°C гармкардашудаи кислотаи сулфат гузаронида мешавад.

Дар асоси таҳлили ҷанбаҳои экологӣ, физико-химиявӣ ва иқтисодии технологияи мазкур муайян карда шуд, ки ин технология аз лиҳози экологӣ нисбат ба ҳосил намудани этанол бо усули синтез хело афзалиятнок мебошад. Дар рафти ҳосилшавии биоэтанол газҳои заҳрнок ҳосил намегардад. Дар баробари ин арзиши истеҳсолии он нисбат ба дигар технологияҳои истеҳсоли

биоэтанол аз ҷиҳати иқтисодӣ хело бартарӣ дошта, ҳудуди 25-27% аз арзиши аслии он арзонтар мебошад.

Новобаста аз оне, ки дар истеҳсолот ба ҳайси ашёи хоми ибтидоӣ партовҳои саноатии коркарди чуб истифода мегардад ва растаниҳо манбаъҳои барқароршавандаи табиӣ ба ҳисоб мераванд, дар шароити имрӯза ин технология ба такмил ниёз дорад.

Тавре маълум аст, ҷангалзорҳо яке аз манбаъҳои табиии истеҳсоли оксиген ба ҳисоб мераванд. Дар баробари ин, ҷангалзорҳо макони афзоишу инкишофи ҳазорон наботот ба ҳисоб мераванд. Ҷангалзорҳо макони зиндагии ҳазорон номгуйи ҳайвонот мебошанд.

Айни замон дар вазъи экологие, ки биосфераи сайёраи Замин қарор дорад, буридани ҷангалзорҳо ба вазъияти харобгаштаи экологӣ метавонад боз ҳам таъсири манфии сахтари худро расонад.

Тибқи арзёбии «Bar-On ва ҳаммуаллифон, биомассаи умумии сайёра тахминан 550 Гт карбонро ташкил медиҳад, ки қисми асосии он (тахминан 450 Гт С) ба растаниҳо тааллуқ дорад» [142]. «Буридани ҷангалҳо барои истеҳсоли биоэтанол ин захираи карбонро кам карда, самараи иқлимии сӯзишвории биологиро коҳиш медиҳад; аз ин рӯ, партовҳои кишоварзӣ, аз ҷумла ғузапоя, ашёи хоми афзалиятнок мебошанд» [146].

Ҳамин тариқ, дар асоси арзёбии экологӣ ва технологӣ, технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси селюлоза, ки манбаи асосии он чуби дарахтон мебошад, муайян карда шуд.

Айни замон ин истеҳсолот метавонад таъсири манфии худро ба вазъи экологии сайёраи Замин расонад. Замоне ки мо дар он қарор дорем, эҳтиёҷ ба зиёд намудани масоҳати ҷангалзорҳоро дорад.

Аз ин бармеояд, ки аз лиҳози экологӣ технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси чуби дарахон чандон самарабахш намебошад.

3.2. Арзёбии экологӣ ва ҷанбаҳои физикию-химиявии технологияи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта

3.2.1. Афзалиятҳои экологии истеҳсоли биоэтанол аз ғузапояи пахта

То ҳанӯз маҳфуми этанол, спирти этил ва биоэтанол барои муҳаққиқони соҳаи илмҳои экологӣ чандон фаҳмо нест. Баъзе мутахассисони соҳавӣ ба он ақидаанд, ки ин пайвастагиҳои номбаргардида моддаҳои гуногун мебошанд. Агар таркиби химявии онро таҳлил намоем, он гоҳ аён мегардад, ки чунин нест. Зеро асоси таркиби химиявии ҳамаи пайвастагиҳои номбаршударо спири этил, ки дар адабиёти илмӣ бо формулаи C_2H_5OH ишора мегардад, ташкил медиҳад. Сабаби биоэтанол номгузорӣ гардидани спирти этил маънои онро дорад, ки ин номгуйи спирт аз маводи биологӣ ҳосил карда шудааст.

Тавре дар қисмати “Арзёбии экологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ” кайд гардид, спирте, ки аз маводи биологӣ ҳосил карда мешавад, заҳрнок нест, зеро дар таркиби худ ғашҳои марбут ба эфири диэтил, алдегиди атсетат ва полимерҳои хурдмолекулаи этиленро надорад. Мутаассифона тавре дар боло қайд намудем, айни замон аз лиҳози экологӣ истеҳсоли биоэтанол дар асоси селюлоза, ки манбаи асосии он чуби дарахтон мебошад, чандон қобили қабул нест.

Ин мушкилотро ба инобат гирифта, дар рафти иҷрои корҳои таҳқиқотӣ мақсад гузошта шуд, ки технологияи истеҳсоли этанол дар асоси партовҳои ҳоҷагиҳои кишоварзӣ ба роҳ монда шавад. Дар иҷрои ин амалҳо ба мо муяссар гардид, ки хатти технологии ҳосил намудани биоэтанолро дар асоси ғузапояи пахта коркард намоем.

Сабаби интихоби ғузапоя ҳамчун айёи хом дар истеҳсоли биоэтанол дар он мебошад, ки он пас аз ҷамъоварии пахта ва пас аз хуронидани чорво бо баргҳоии растании пахта, кусикҳои норасиди ҷамъоваринашуда, алафҳои бегонаи дар минтақаи парваришгардидаи пахта, пояи он пас аз хушкидан ҷамъоварӣ гардида, ҳамчун сӯзишворӣ дар хоҷагии халқ истифода мегардад.

Дар асоси таҳлилҳои иқтисодӣ муайян карда шуд, ки ҳамчун ашёи хом истифода гардидани ғузапоя дар истеҳсоли биоэтанол он метавонад хело самарабахш бошад. Дар баробари ин, истифодаи ғузапоя ҳамчун ашёи хом афзалияти экологиро низ доро мебошад. Афзалияти экологии ин истеҳсолот дар он аст, ки ғузапоя дар марҳилаи биологии итмоми давраи ҳаётии растании пахта ҷамъоварӣ мегардад, ки дар ин давра қариб раванди фотосинтез дигар мушоҳида намешавад. Дар баробари ин, ҳангоми сузонидани ғузапоя як зумра партовҳои газӣ ва аэрозолӣ ҳосил мегардад, ки он ба вазъи экологии биосфера таъсири манфӣ дорад [25, 28, 32, 33].

Истифодаи ғузапоя ҳамчун ашёи хом дар истеҳсоли биоэтанол на танҳо ин мушкилоти экологиро бартараф менамояд, он метавонад дар оянда дар пешрафти иқтисодиёти Тоҷикистон замимагузорӣ намуда, дар расидан ба ҳадафи чоруми миллӣ, рушди саноатикунонии босуръати кишвар саҳми назарраси худро гузорад.

Барои амали намудани мақсади гузошташуда пеш аз ҳама омузиши таркиби химиявии ғузапояи пахта зарур буд. Тавассути истифодаи усулҳои химияи органикӣ, методҳои биохимиявии таҳлил ва тариқаҳои таҳлили физикию химиявии таркиби биохимиявии ғузапоя омухта шуд. Ғузапояи пахта пас аз марҳилаи биологии итмоми давраи ҳаётгузаронии он дастрас гардид.

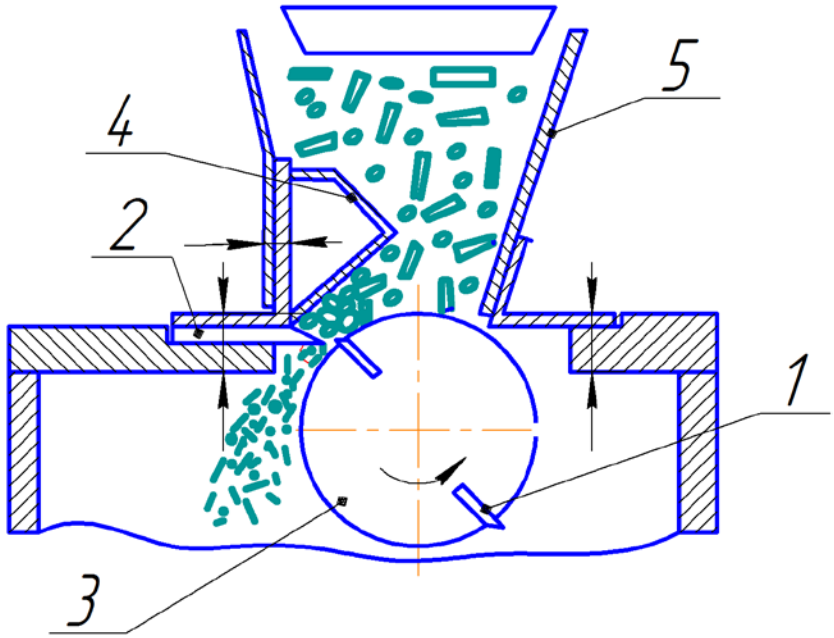
Барои муайян намудани «самаранокии техналогияи коркардгардида зарурияти муайян намудани миқдори селюлозаи таркиби он ба миён омад. Барои таҳлили миқдорӣ намудани селюлозаи таркиби ғузапояи пахта пеш аз ҳама липидҳои таркиби он бо истифода аз усули экстраксияи гарм, ҷудо карда шуд. Экстраксия дар дастгоҳи Сокслет, ки бо хунуккунаки обӣ ва ҳаммоми обӣ муҷаҳҳаз шудааст, гузаронида шуд» [47].

Барои экстраксия намудани ғузапояи пахта, он пеш аз экстраксиякунӣ дар дар ҳарорати +50 – 55°С дар ҷевони химиявии хушккунанда муддати то 6 соат хушконида шуд. Сипас, ғузапояи хушконидашуда тавассути истифодаи осиёби механикӣ то андозаи 0,2 – 0,4мм дар дастгоҳи сохташудаи экспериментолӣ, ки дар расми 3.1 пешниҳод гардидааст, майда-майда карда шудааст.

Дар ин ҷо қайд, намудан ба маврид аст, ки ҳангоми майданамоӣ вобаста ба сахтии узвҳои вегетативии ғузапоя, ҳангоми майдакунӣ дар таҷҳизоти экспериментали фраксияҳои гуногун ҳосил мегардад

Дастгоҳи экспериментали коркардгардида на танҳо аҳаммияти амалӣ дар истеҳсол намудани биоэтанол аз ғузапояи пахтаро дорад, инчунин, онро дар майда намудани растаниҳои шифобахш, ки аз онҳо экстракташон ҷудо карда мешавад, метавонад истифодашаванда бошад.

Пас аз майда намудани ғузапояи пахта дар дастгоҳи экспериментали (расми 3.1) он дар патрони махсус ҷойгир карда шуда, сарпӯши дастгоҳи Сокслет бо хунуккунаки обии баргарданда маҳкам карда шуд. Экстраксияи ғузапояи пахта дар дастгоҳи Сокслет бо истифодаи ҳаммоми обии гармии +80-83^{0}С дошта гузаронида шудаст. Дар иҷрои ин амал ба сифати экстрагент (ҳалкунандаи органикӣ) бензини навъи Аи-95, аз нуқтаи фурӯши сӯзишвории ширкати Россиягии “Газпром-нефт” аз шаҳри Душанбе дастрас карда шуд.



Расми 3.4. – Таҷҳизоти экспериментали барои майда намудани ғузапояи пахта

Эзоҳ: *1- теғҳое, ки тавассути он ғузапояи пахта реза карда мешавад;2-контри техҳо барои мусоидат намудани буридан; 3-устувона (барабане), ки дар он теғҳо ҷойгир карда мешаванд; 4-даҳони тангкардашудаи бункер; 5-бункер; 6-мизи дастгоҳ; 7-бункери ҷамъкунандаи ғузапояи майдашуда. (Таҳияи муаллиф).*

Экстраксия дастгоҳи Сокслет, ки он бо хунуккунаки обӣ ва ҳаммоми обӣ муҷаҳҳазонида шудааст, муддати 6 соат то берангшавии экстрагенти истифодашуда гузаронида шудааст.

Дар ин ҷо, қайд намудан ба маврид аст, ки тавассути истифодаи усулҳои химияи органикӣ, химияи аналитикӣ, методҳои таҳқиқи биохимиявӣ ва тариқи таҳлили физикию химиявӣ на танҳо таркиби химиявии экстракти таркиби ғуапояи пахта, инчунин моддаҳои ғайрилипидии он низ таҳлили сифатӣ ва миқдорӣ карда шуд. Натиҷаҳои таҳқиқ дар ҷадвали 3.1 пешниҳод гардидааст.

Тавре аз натиҷаҳои таҳқиқи таркиби химиявии як қатор растаниҳои яксола ва бисёрсола бармеояд, таркиби ғузапояи пахта аз полисахариди селюлоза ва як қатор моносахаридҳо бой мебошанд.

Тавре аз ҷадвали 3.1 бармеояд, барои коркарди хатти технологии истеҳсоли биоэтанол дар асоси ғузопояи пахта таркиби химиявии растаниҳои бисёрсолаи дарахтони сузанбарг (чуби дарахти сузанбарг аз минтақаи шаҳри Душанбе, ва минтақаи Ромити шаҳри Ваҳдат ҷамъоварӣ гардидааст) ва сафедор (чуби дарахти сафедор аз минтақаи Ромити шаҳри Ваҳдат ҷамъоварӣ гардидааст) ва растаниҳои яксолаи қамиш ва пахоли шолӣ (баргу пояи қамиш ва пахоли зағир аз минтақаи шаҳри Турсунзода ҷамъоварӣ гардидааст), ки дар Тоҷикистон меруянд, омухта шудааст.

Барои муқоисаи натиҷаҳо маълумоти адабиёт оид ба таркиби химиявии баъзе дарахтони бисёрсола аз қабили пахта, дуб, санавбар ва бук, ки дар асоси онҳо биоэтанол истеҳсол мегардад, маълумот пешниҳод гардидааст.

Дар баробари ин, бо мақсади «таҳқиқи таркиби химиявии таркиби ғузапояи пахта ва арзёбии экологии технологияи истеҳсоли биоэтанол дар асоси он, инчунин, барои муқоиса намудан пахоли зағир, чуби сузанбарг, чуби сафедор мавриди пажуҳиш ва таҳлил қарор дода шуд» [49].

Тавассути истифодаи методҳои биохимиявии таҳлил муҳимтарин нишондиҳандаҳои физикию химиявии онҳо аз қабили адади кислотагӣ ва адади йодии онҳо таҳқиқ гардида муайян карда шуд, ки адади кислотагии экстракти пахта ба 8,8 мгКОН/г, адади кислотагии экстракти пахоли зағир ба 7,9

мгКОН/г, экстракти чуби сафедор 8,6 мгКОН/г ва экстракти чуби сузанбарг ба 9,1 мгКОН/г баробар аст.

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки дар рафти муайян намудани адади кислотагии экстракти растаниҳои таҳқиқшаванда бори нахуст дар муайян намудани нуқтаи эквивалентии усули титри потенсиометрӣ истифода гардидааст.

Дар баробари ин, барои муйаян намудани ғализоти пайвастагиҳои носери таркиби экстрактҳои таҳлилшаванда аз усули биохимиявии адади йодӣ муайян карда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқи адади йодӣ нишон дод, ки адади йодии экстракти пахта ба 38 гI_2/100г, адади йодии экстракти пахоли зағир ба 43,5 гI_2/100г, экстракти чуби сафедор ба 35 гI_2/100г ва экстракти чуби сузанбарг ба 39 гI_2/100г баробар аст. Таҳлили миқдории фенолҳои таркиби ғузапояи пахта ва дигар растаниҳои таҳқиқшаванда бо усули хроматографияи қоғазӣ, маҳинқабат найчави амалӣ гардидааст.

«Идентификатсияи пайвастагиҳои фенолии растаниҳои таҳқиқшаванда аз рӯйи коэффитсиенти тақсимшавии онҳо дар сатҳи хроматограма дар муқоиса бо эталонҳо ва маълумоти адабиёт, муайян намудани нишондиҳандаи шикасти рушноии маҳлули онҳо дар асбоби рефрактометр, муайян намудани ҳарорати гудозиши онҳо дар асбоби Боэтус ва таҳлили спектрометрии инфрасурх ва ултробунафш муайян карда шудааст» [49].

Ҳамин тариқ, дар асоси натиҷаҳои таҳлили эксперименталӣ ва маълумоти адабиёт, ки дар ҷадвали 3.1 пешниҳод гардидааст, муайян карда шуд, ки ғузапояи пахта аз ангиштобҳо бой буда, дар таркиби худ ба ҳисоби миёна 35,5% селюлоза, ва 42,1% гексозаҳо, 16,5% пентозаҳоро дорад.

3.2.2. Ҷанбаҳои экологӣ ва физикию химиявии ҷудо намудани липидҳои таркиби ғузапояи пахта

Дар асоси омузиши таркиби химиявии баргу пояи ғузапояи пахта муайян карда шуд, ки дар баробари ангиштобҳо дар таркиби он пайвастагиҳои дорои хосияти кислотагидошта аз қабили фенолии марбут ба госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себро ба миқдори

назаррас дорад. Тавре маълум аст, кислотаҳо ба раванди биохимиявии ҳосилшавии биоэтанол таъсири манфии худро мерасонад.

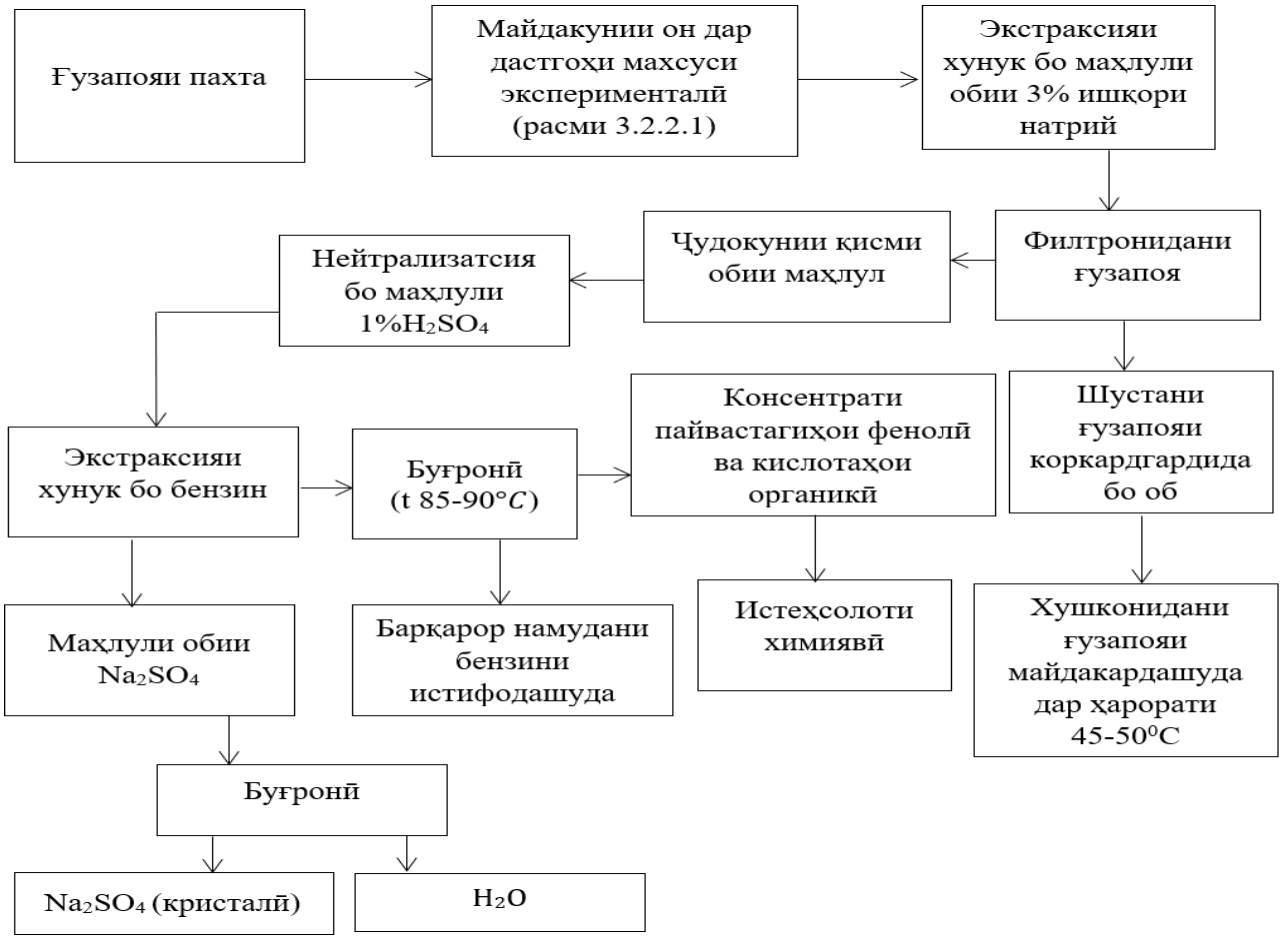
Аз ҳамин лиҳоз, зарурати аз ғузапоя ҷудо намудани ин пайвастагиҳои химиявии хосияти кислотагидошта ба миён омад.

Ҷадвали 3.1. – Ангиштобҳои таркиби як қатор растаниҳои яксола ва бисёрсола

Номгуйи пайвастагиҳо	Растаниҳои бисёрсола						Растаниҳои яксола			
	Сузанбарг	Сафедор	Пахта	Булут	Ларзонбед	Бук	Пахолишолӣ	Қамиш	Ғузапояи пахта	
									поя	реша
Моддаҳои ташкилдиҳандаи хокистар	0,23	0,21	0,53	0,52	0,26	0,5	15,63	1,96	1,51	6,34
Селлюлоза	45,93	38,70	41,2	36,7	41,77	42,6	28,00	54,80	37,05	34,02
Лигнин	27,97	26,80	29,27	27,51	21,81	24	20,02	19,55	25,97	24,10
Гексозаҳо	55,70	51,70	52,5	39,92	45,38	48,2	47,87	31,80	41,90	42,31
Пентозаҳо	5,24	5,50	5,17	16,33	16,33	16,67	15,66	20,25	19,96	13,05
Миқдори умумии моддаҳое, ки дар об дар ҳарорати 90^0C экстраксия мегарданд	3,20	3,86	3,39	3,28	3,28	-	12,00	9,10	5,90	10,00
Миқдори умумии моддаҳое, ки дар бензин экстраксия мегарданд	7,56	5,61	-	-	-	-	8,24	7,76	6,44	8,36

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

Ин мушкилоти технологиро ба инобат гирифта, технологияи ҷудо намудани пайвастагиҳои дорои хосияти кислотагидоштаи фенолии марбут ба госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себ технологияи нав ва муфид коркард карда шуд. Технологияи коркардгардида дар расми 3.5 пешниҳод гардидааст.



Расми 3.5. – Технологияи коркардшудаи тоза намудани таркиби ғузапояи пахта аз пайвастагиҳои дорои хосияти кислотагидошта (Таҳияи муаллиф)

Тавре аз технологияи коркардгардидаи тоза намудани таркиби ғузапояи пахта аз пайвастагиҳои дорои хосияти кислотагидоштаи марбут ба госсипол, катехинҳо, моддаҳои дабоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себ бармеояд, барои ҷудо намудани ин пайвастагиҳо усули технологии экстраксияи хунук интихоб гардидааст.

Тавре дар боло қайд гардид, дар ҷудо намудани липидҳои таркиби ғузапояи пахта усули технологии экстраксияи гарм истифода карда шуд.

Омузиши «ҷанбаҳои экологӣ ва физикию химиявии ин раванди технологӣ нишон дод, ки истифодаи ин технология метавонад як зумра мушкилотро ба миён оварад. Яке аз мушкилоти экологӣ ин аз хунуккунандаи баргардандаи дастгоҳи Сокслет қисман бухоршавии бензин, ки ҳамчун экстрагент истифода мегардад, ба ҳавои атмосферӣ мебошад. Дуюм мушкилоти экологии ин технология ин безараргардонии бензини истифодашуда мебошад. Новобаста аз

оне, ки бензин пас аз экстраксия гардидани ғузапояи пахта он дар ротори бухоркунанда буғронӣ гардида, сипас такроран истифода мегардад, истифодаи пай дар пай онро корношоям мегардонад» [50].

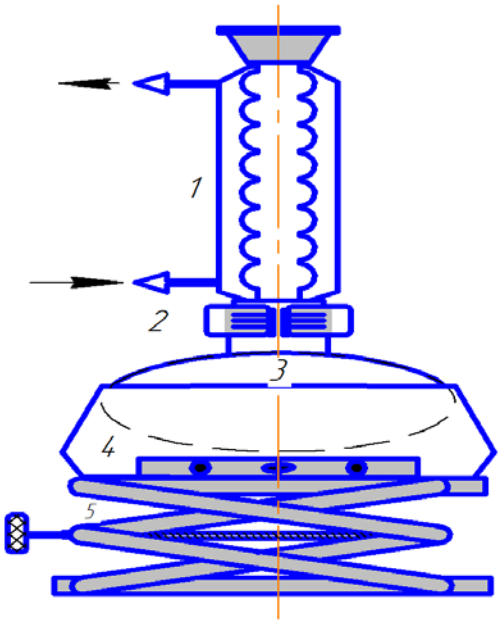
Натиҷаҳои омузиши «ҷанбаҳои экологии технологияи коркардгардида муайян намуд бензине, ки он зиёда аз 3 маротиба ба ҳайси экстрагент дар экстраксиякунонии ғузапояи пахта истифода шуд, корношоям гардида, ба партови истеҳсолӣ мубаддал гашт. Сабаби ба партови истеҳсолӣ мубаддал гардидани экстрагенти истифодашуда дар он аст, ки дар таркиби он ғашҳои зиёд дида мешаванд. Ин ғашҳо ҳарорати ҷушиши аз $+80^0$C поён дошта, марбут ба пайвастагиҳои фенолӣ ва кислотаҳои органикӣ мебошанд» [51].

Дар асоси омузиши таркиби химиявии партови истеҳсолӣ (бензине, ки пай дар пай ба сифати экстрагент истифода гардидааст) муайян карда шуд, ки миқдори кислотаҳои карбони ҳудуди 6,5%, пайвастагиҳои феноли 3,2%, миқдори дигар липидҳои ҳарорати ҷушишашон аз $+80^0$C поён 8,1%-ро ташкил медиҳанд. Дар ин ҷо, қайд намудан бамаврид аст, ки новобаста аз оне, ки пас аз ҳар як истифодашавӣ бензин тавассути усули буғронӣ тоза карда мешавад, пас аз 5 маротиба пай дар пай истифодаи он миқдори ғашҳо аз ин ҳам зиётар мегарданд. Бензине, ки дар таркиби худ чунин ғашҳоро дорад, истифодаи он дар нақлиёти автомобилӣ ғайриимкон мебошад. Аз ҳамин лиҳоз, он партофта мешавд. Бензини партофташуда ба экологияи муҳит метавонад таъсири манфии худро расонад.

Ин мушкилоти ошкоршуда на танҳо ба вазъи экологии муҳити атроф зарар мерасонад, инчунин, аз лиҳози иқтисодӣ низ зараровар буда, ба арзиши аслии биоэтаноли истеҳсолшаванда метавонад таъсири манфии худро расонад.

«Ин мушкилоти экологӣ ва иқтисодиро ба инобат гирифта, дар тоза намудани ғузапояи пахта, ки он ҳамчун ашёи хоми ибтидоии истеҳсоли биоэтанол ба ҳисоб меравад аз усули технологии экстраксияи гарм истифода карда шудааст. Экстраксияи гарм дар колбаҳои ғунҷоиши ҳаҷмашон 3-литра, ки он бо ҳунуккунаки баргарданда муҷаҳҳазонида гардидаанд, гузаронида шудааст» [49].

Чӣ тавре дар расми 3.5 пешниҳод гардидааст, экстраксияи ғузапояи майдакардашудаи пахта на дар дастгоҳи Сокслет, балки дар дастгоҳи махсус гузаронида мешавад. Натиҷаҳои таҳлили экспериментали гузаронидашуда нишон дод, ки дар ҳолати истифодашавии маҳлули 5%-и обии ишқори натрий (содаи каустикӣ) истифодаи дастгоҳи Сокслет чандон самарабахш нест. Дар асоси натиҷаҳои омузиши ҷанбаҳои технологии раванди экстраксияи гарм дар дастгоҳи Сокслет муайян карда шуд, ки ҳангоми зиёда аз 100^0C гарм намудани маҳлули 5 %-и обии ишқори натрий об аз таркиби маҳлул ҷудо гардида, тавассути қубурчаҳои буғгузари Сокслет ба боло ба хунуккунаки баргарданда интиқол ёфта, дар он ҷо конденсатсия гардида, ба болои ғузапояи майдакардашуда мефарояд. Мушкилоти асосӣ дар он аст, ки ҳангоми буғшавии экстрагент ишқори натрий ба ғузапояи пахта таъсири худро расонида натавониста, дар қисми поёнии дастгоҳи Соклет боқӣ мемонад. Маҳлули обӣ наметавонад ба пуррагӣ пайвастагиҳои марбут ба госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себро аз таркиби ғузапояи майдакардашуда ҷудо намояд.



Расми 3.6. – Дастгоҳ барои экстраксия намудани ғузапояи майдакардашудаи пахта бо маҳлули обии содаи каустикӣ

Эзоҳ: *1 – хунуккунаки обии баргарданда; 2 – лапкае, ки дар он дастгоҳ мустаҳкам карда мешавад; 3 – колбаи ғунҷоиши ҳаҷмаш 3л.; 4- колбагармкунак; 5 – анкер. (Таҳияи муаллиф).*

Аз ҳамин лиҳоз, тасмим гирифта шуд, ки дар ҷудо намудани госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себ ба сифати экстрагент аз маҳлули 5%-и NaOH истифода карда шавад. Дар асоси омузиши ҷанбаҳои технологии ҷудо намудани госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себ аз таркиби ғузапояи майдакардашуда тавассути истифодаи маҳлули 5%-и NaOH, муайян карда шуд, ки усули технологӣ нисбат бо экстраксиякунонӣ бо бензин дар дастгоҳи Сокслет нисбатан самарабахш аст. Яке аз афзалиятҳои муҳимми ин технология нисбат ба усули сокслет дар он аст, ки технологияи мазкур технологияи бепартов буда дорои як қатор афзалиятҳои экологӣ мебошад.

Дар баробари ин, афзалияти экологӣ истифодаи 5%-и NaOH ҳамчун экстрагент дар тоза намудани госсипол, катехинҳо, моддаҳои даббоғии полифенолӣ, кислотаҳои лиму ва себ аз лиҳози экологӣ самарабахш мебошад. Нархи 1 литр бензини навъи Аи-95 арзиши 10 сомониро дорад. Як киллограм содаи каустикии кристалӣ (NaOH) 35-37 сомониро ташкил медиҳад. Аз 1 кг. соддаи каустики 20 литр маҳлули 5%-и он тайёр карда мешавад. Агар арзиши оби истифодашуда ва қувваи кориро дар тайёр намудани ин маҳлул ба назар нагирем, он гоҳ арзиши аслии 1 литр маҳлули 5%-и NaOH ба ҳисоби миёна 1,8 сомониро ташкил медиҳад, ки ин нисбат ба бензин 8,2 сомони арзиши арзонтарро дорад. Яке аз афзалиятҳои муҳимми дигари экологии маҳлули 5%-и NaOH нисбат ба бензин дар он аст, ки ҳангоми кор бо ин маҳлул эҳтимоли захролудшавӣ дида намешавад.

Тавре аз технологияи коркардшудаи тоза намудани таркиби ғузапояи пахта аз пайвастагиҳои дорои хосияти кислотагидошта, ки дар расми 3.5 баррасӣ гардидааст, бармеояд, пас аз экстраксия намудани ғузапояи майдакардашудаи пахта, экстракти ҳосилкардашуда бо истифода аз маҳлули 1%-и H_2SO_4 нейтразизатсия карда мешавад. Маҳсули реаксияи таъсири мутақобилаи намакҳои натригии госсипол, катехинҳо, кислотаҳои лиму ва себ бо маҳлули 1%-и H_2SO_4 ин сулфати натрий (Na_2SO_4) мебошад. Тавре дар хатти

технологӣ (расми 3.5) дарҷ гардидааст, Na_2SO_4 дар истеҳсолоти химиявӣ тадбиқи васеи амалии худро дорад.

Дар рафти таҳқиқи ҷанбаҳои физикию химиявии технологияи коркардгардида муайян карда шуд, ки намакҳои натригии госсипол, катехинҳо, кислотаҳои лиму ва себ нисбат ба он ки дар ҳолати озод будани онҳо дар об ҳалшавандагии ниҳоят хубро доранд. Аз ҳамин лиҳоз, суръати раванди ҳалшавандагии ин моддаҳои хосияти кислотагидошта дар ҳолати истифодашавии маҳлули 5%-и NaOH ҳамчун экстрагент нисбат ба варианти истифодаи бензин хело хурд буда, 35-40 дақиқаро ташкил медиҳад. Дар ҳолати истифодаи бензини навъи Аи-95 ҳамчун экстрагент барои ҷудо намудани ин моддаҳо 360 дақиқа вақт сарф мегардад. Инчунин, дар рафти пажуҳишу таҳқиқоти гузаронидашуда муайян карда шуд, ки сабаби асосии бо суръати нисбатан зиёд ҷудо гардидани госсипол, катехинҳо, кислотаҳои лиму ва себ аз таркиби бофтаи растании пахта ин химсорбсияшавии онҳо мебошанд. Дар раванди химсорбсияшавии ин моддаҳои химиявӣ ба пайвастагиҳои натригии худ мубаддал мегарданд. Дар таҳқиқоти минбаъда аҳаммияти калони амалӣ ва экологӣ доштани госсипол ва кислотаҳои органикии ба инобат гирифта мақсад гузошта шуд, ки аз консентрати ҳосилкардашудаи, технологияи муфид коркард карда шавад.

«Ҷанбаҳои физикию химиявии ҷудо намудани липидҳо (равғанҳо) аз ғузапояи пахта ба хусусиятҳои адсорбсионӣ ва ҳалшавандагии ин пайвастагиҳо дар ҳалкунандаҳои қутбӣ ва ғайриқутбӣ вобаста мебошад. Аз сабаби он ки миқдори липидҳо дар қисми чӯбини ғузапоя кам аст (1–3%), барои экстраксияи самараноки онҳо истифодаи ҳалкунандаҳои органикӣ зарур меояд. Ин раванд арзёбии дақиқи экологӣ ва баҳисобгирии таъсири реагентҳоро ба муҳити зист талаб мекунад» [50].

Дар зер ҷанбаҳои физикию химиявӣ, таъсири экологӣ ва усулҳои рекуператсияи (истифодаи такрории) ҳалкунандаҳо муфассал шарҳ медиҳем.

1. Ҷанбаҳои физикию химиявии ҷудосозии липидҳо

Ҷудо кардани липидҳо аз матритсаи мураккаби ғузапоя ба ду омили асосии физикию химиявӣ асос меёбад:

- **Диффузия ва гузариши масса:** Экстрагент бояд ба дохили деворҳои ҳуҷайраҳои чӯбшудаи ғузапоя ворид шуда, липидҳоро ҳал кунад. Самаранокии ин раванд бо усули физикии активизатсияи ултрасадоӣ (ултразвуковая экстракция) баланд бардошта мешавад, ки он деворҳои ҳуҷайраро вайрон карда, сарфи ҳалкунандаро кам менамояд.

- **Қутбияти ҳалкунандаҳо:** Липидҳои ғузапоя пайвастагиҳои ковалентии ғайриқутбӣ мебошанд. Бинобар ин, мувофиқи қоидаи физикию химиявии «моддаи шабеҳ дар шабеҳи худ ҳал мешавад», барои ҷудокунии онҳо ҳалкунандаҳои ғайриқутбӣ ва камқутбӣ истифода мешаванд.

2. Таъсири экологӣ ва тавсифи ҳалкунандаҳои органикӣ

Дар амалияи лабораторӣ ва саноатӣ барои ҷудо кардани липидҳо асосан ҳалкунандаҳои зерин истифода мешаванд, ки ҳар кадоми онҳо изи экологии худро доранд:

- **Гексан (C_6H_{14}) ва эфири петролейнӣ:** Инҳо ҳалкунандаҳои классикии ғайриқутбӣ мебошанд. Онҳо липидҳоро хуб ҷудо мекунанд, аммо пайвастагиҳои захролуди устувор ва зудбухоршаванда мебошанд. Партови онҳо ба ҳаво боис ба ҳосил шудани смог ва ифлосии атмосфера мегардад.

- **Хлороформ ($CHCl_3$) ва метиленхлорид:** Ҳалкунандаҳои дорои хлор буда, заҳрнокии хеле баланд доранд. Онҳо барои муҳити зист хатарнок буда, биоаккумулятсия мешаванд (дар занҷири ғизоӣ ҷамъ мешаванд) ва утилизатсияи гаронбаҳоро талаб мекунанд. Дар химияи «сабз» истифодаи онҳо тавсия дода намешавад.

- **Этанол (C_2H_5OH) ва изопропанол:** Ҳалкунандаҳои қутбии нисбатан «сабз» ва биологӣ тақзияшаванда мебошанд. Таъсири онҳо ба муҳити зист камтарин аст, аммо онҳо ҳамзамон пигментҳо ва қандҳоро низ экстраксия мекунанд, ки ин тозакунии иловагиро талаб мекунад.

3. Масъалаи безараргардонӣ ва истифодаи такрорӣ

Барои кам кардани таъсири экологӣ ба ҳадди ақал ва таъмин намудани иқтисодиёти бепартов, технологияи нави пешниҳодшуда системаи пӯшидаи рекуператсияи ҳалкунандаҳоро пешбинӣ мекунад:

Марҳилаҳои безараргардонӣ ва рекуператсия:

1. Ҳайсият вакуумӣ: Пас аз анҷоми экстраксия, маҳлул ба дастгоҳи бухоркунандаи роторӣ (дар лаборатория) ё куби ҳайсият (дар саноат) гузаронида мешавад. Дар ҳарорати паст ва зери вакуум ҳалкунандаи органикӣ (масалан, гексан) бухор шуда, аз равған ҷудо мешавад.

2. Конденсатсия ва рециркуляция: Бухори ҳалкунанда аз хунуккунанда (конденсатор) гузашта, дубора ба ҳолати моеъ табдил меёбад ва дар зарфи қабулкунанда ҷамъ мешавад. Самаранокии ин марҳила 92–95%-ро ташкил медиҳад, яъне 95% ҳалкунанда дубора ба раванди экстраксия бармегардад, ки ин хароҷоти мавод ва партовро ба муҳити зист ба куллӣ кам мекунад.

3. Адсорбсияи гази боқимонда: Миқдори ками бухори ҳалкунанда (5%), ки аз конденсатор мегузарад, тавассути филтрҳои дорои ангишти фаъолкардашуда гузаронида шуда, адсорбсия (ҷабзида) ва безарар карда мешавад ва ба ҳавои атмосфера намебарояд.

4. Утилизатсияи таҳшинҳо: Боқимондаҳои партовии экстраксия (худи хокаи ғузапояи беравғаншуда) аз ҳалкунандаҳо пурра хушк карда шуда, ба марҳилаи гидролизи ферментӣ ва ферментатсия барои ҳосил кардани биоэтанол равона мешаванд, ки ин давраи комили бепартовиро таъмин месозад.

3.2.3. Усули нави муайян намудани миқдори пайвастагиҳои фенолии таркиби экстракти ғузапояи пахта

Барои коркарди технологияи ҷудо намудани гассипол, пеш аз ҳама муайян намудани миқдори он дар таркиби экстракт зарур буд. Ин зарурӣяти таҳқиқотиро ба инобат гирифта, дар муайян намудани миқдори госсипол аз нишондиҳандаи адади фенолӣ истифода намудем.

«Адади фенолӣ нишондиҳандаи нави биохимиявие мебошад, ки он ихтирои мактаби илмии олимони ватаниамон мебошад. Аз рӯйи ин

нишондиҳанда консентратсияи моддаи индивидуалӣ дар маҳлул ва ё омехта ва инчунин, миқдори умумии компонентҳои марбут ба фенолҳо аз рӯйи миқдори сарфшудаи ишқори калий аз рӯйи мг КОН/г дар 1 грамм маҳлул ва ё экстракти таҳқиқшаванда муайян мегардад» [41].

Дар рафти таҳқиқоти эксперименталӣ нишондиҳандаи биохимиявии адади фенолӣ аз рӯйи формулаи зерин натиҷагирӣ карда шуд.

$$АФ = \frac{(V - V_0)\cdot Т\cdot K}{m}, \quad (3.1)$$

Дар формулаи дарҷгардида:

АФ – калимаи кутоҳкардашуда, ки маънояш адади фенолӣ мебошад, мг КОН/г;

V – ҳаҷми сарфшудаи маҳлули 0,1н ишқори калий (КОН) то нуқтаи эквиваленти ҳангоми титрониши маҳлули таҳқиқшаванда, мл;

V_o – ҳаҷми сарфшудаи маҳлули 0,1н ишқори калий (КОН) то нуқтаи эквиваленти ҳангоми титрониши маҳлули холис, мл;

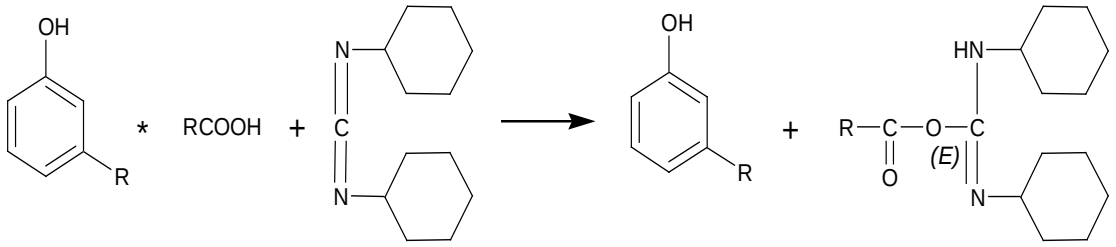
Т – титри маҳлули истифодашудаи 0,1н ишқори калий (КОН), г/мл;

К – фактори ба инобатгирандаи натиҷаи фарқияти титр;

m – вазни экстракт ва ё маҳлуле, ки миқдори фенолҳои таркибии он муайян мегардад, г.

Тавре дар боло зикр гардид, экстракти аз ғузапояи пахта ҷудошуда дар таркиби худ дар баробари госсипол, инчунин, кислотаҳои лиму ва себро низ дорад. Мавҷудияти ин кислотаҳо дар таркиби экстрак яке аз мушкилоти асосии дар натиҷаи дақиқ гирифтан ҳангоми таҳлили миқдории ин кислотаҳо мегардад. Аз ҳамин сабаб, муаллифон дар омехтаи таҳқиқшавандае, ки дар таркиби худ на танҳо пайвастагиҳои фенолӣ, инчунин, кислотаҳоро низ доранд, илова намудани дисиклогексилкардодиимидро бо таносубияти 100:1 (дар 100 грамм маҳлул ва ё омехтаи таҳқиқшаванда 1 грамм дисиклогексилкардодиимидро ҳал карда шудааст) тавсия додаанд. Мо ин тавсияро дар таҳқиқоти худ амалӣ намудем.

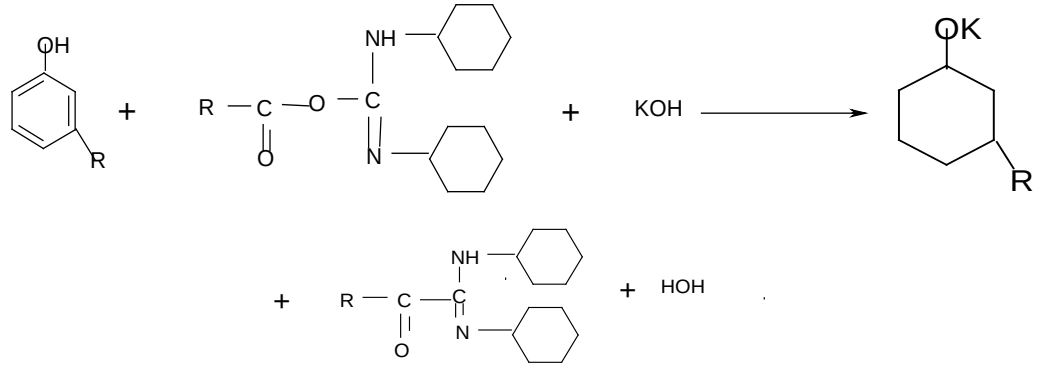
Дар асоси пажуҳиш ва таҳқиқи ҷанбаҳои физикию химиявии таъсири дисиклогексилкардодиимид ба экстракти ғузапояи пахта химизми таъсири он муайян гардид, ки он аз рӯйи реаксияи химиявии зерин мегузарад.



Расми 3.7. – Реаксияи химиявии таъсири фенолҳо ва кислотаҳои таркиби ғузапояи пахта бо дисиклогексилкарбодиимид

Тавре аз ин реаксияи баррасигардида бармеояд, дисиклогексилкардодиимид метавонад бо кислотаи лиму ва кислотаи себи таркиби экстракти ғузапояи пахта таъсири мутақобила намуда, эфирҳои мураккаби худро аз рӯйи механизми гузариши реаксияи этерификатсия ҳосил намояд. Маҳз гузариши реаксияи этерификатсия боиси он мегардад, ки кислотаҳои таркиби экстракти ғузапояи пахта бо дисиклогексилкардодиимид рӯйпуш карда шаванд. Пас аз рӯйпӯш намудани кислотаи лиму ва кислотаи себ, экстракти ғузапояи пахта бо истифода аз маҳлули 0,1н КОН то нуқтаи эквивалентии таъсири мутақобилаи байни госсиполи таркиби экстракти пахта ва КОН титронида шуд.

Химизми раванди ин таҳлили химиявиро бо муодилаи химиявии зайл асоснок намудан мумкин аст.



Расми 3.8. – Химизми раванди титронидани экстракти ҳосилкардашудаи ғузапояи пахта

Аз рӯйи реаксияи мазкур ба осонӣ мушоҳида намудан мумкин аст, ки титрант (маҳлули 0,1н КОН) бо госсиполи таркиби экстракти ғузапояи пахта таъсири ба реаксия дохил мегардад. Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки чунин техникаи иҷроиши ин таҳлили экспериментали ба он мусоидат намуд, ки мо на танҳо миқдори госсиполро дар таркиби экстракти таҳқиқшаванда миқдоран идентификатсия намоем, инчунин миқдори умумии кислотаҳои лиму ва себро низ муайян намоем.

Миқдори умумии кислотаҳои лиму ва себи таркиби экстракти ғузапояи пахта бо истифода аз формулаи зерин муайян карда шуд.

$$m = \frac{(V_1 - V_0^1) - (V_2 - V_0^2) \cdot N \cdot Э \cdot K}{g}, \qquad (3.2)$$

Дар формула:

m – миқдори умумии кислотаҳои лиму ва себи таркиби экстракти ғузапояи пахта аз рӯйи мгКОН/г;

V_1 – ҳаҷми сарфшудаи маҳлули 0,1н КОН, ки он дар раванди таҳлил ба ҳайси титрант интихоб гардидааст, мл;

V_2 – ҳаҷми сарфшудаи маҳлули 0,1н КОН ҳангоми титронидани экстракти ғузапояи пахта , ки ба он дисиклогексилкарбодиимид илова карда шудааст, мл;

V^1_o ва V^2_o – ҳаҷми сарфшудаи титрант то безараргардонии ҳалкунандаи истифодагардида (то нуқтаи эквивалентӣ), мл;

N – ифодакунандаи консентратсияи нормалии титрант, экв/литр;

Э – эквиваленти маҳлули истифодашудаи титрант, г;

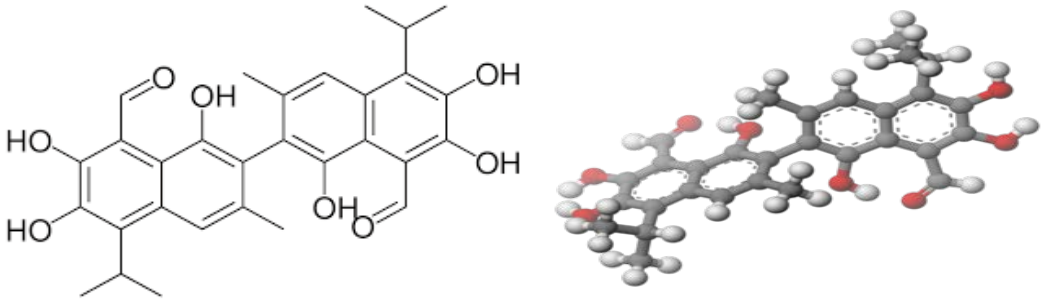
К – коэффитсиенти (фактори) ислоҳкунандаи консентратсияи титранти истифодагардида;

g – массаи экстракти таҳлилгардидаи ғузапояи пахта, г.

Дар рафти таҳлил ва таҳқиқоти гузаронидашуда, тавассути истифодаи собитаи адади фенолӣ ва формулаҳои дар боло дарҷгардида, миқдори умумии госсипол ва кислотаҳои карбонии таркиби ғузапояи пахта муайян карда шуд.

Муайян гардид, ки адади фенолии экстракти таҳқиқшудаи ғузапояи пахта ба 5,76 мгКОН/г. баробар аст. Аз ин натиҷаи илмии бадастомада бармеояд, ки барои безараргардонӣ намудани гассиполи дар 1 грамм экстракти ғузапояи пахтаи мавҷудбуда 0,00576 грамм КОН сарф мегардад. Аз натиҷа истифода намуда, муайян намудани ҳиссаи массаи госсипол дар таркиби экстракт имконпазир мегардад.

Барои муайян намудани ҳиссаи массаи госсипол дар таркиби экстракти таҳқиқшаванда сохти молекулавии он таҳқиқ гардида, формулаи сохтори он тартиб дода шуд.



Расми 3.9. – Формула ва сохти молекулавии госсипол

Тавре аз формулаи тартибдодашудаи госсипол бармеояд, ин пайвастагии полифенолӣ дар таркиби худ 6 адад гурӯҳи функсионалии гидрооксилиро дошта, ба брутто формулаи $C_{30}H_{30}O_8$ мувофиқат менамояд.

Аз ин маълумоти муайянкардашуда истифода намуда, реаксияи ба ҳамтаъсири госсипол ва ишқори калий тартиб дода шуд.

$$\frac{\text{Хг}}{C_{30}H_{30}O_8} + \frac{0{,}00576}{6KOH} = C_{30}H_{24}O_8K_6 + 3H_20$$

$$518{,}563 \qquad 336$$

$$X = \frac{518{,}563 * 0{,}00576}{336} = 0{,}00888965$$

Дар асоси реаксияи таъсири мутақобилаи госсипол бо 0,00576 грамм ишқорий калий муайян карда шуд, ки чунин миқдор КОН метавонад 0,00888965 госсиполро безараргардонӣ намояд. Дар асоси ин натиҷа чунин натиҷагирӣ карда шуд:

$$0{,}00888965\text{г.}\,(\text{госсипол}) - 1\text{г.}\,(\text{экстракт})$$

$$Хг\ (госсипол) - 50г.\ (экстракт)$$

$$X = \frac{0{,}00888965 * 50}{1} = 0{,}4444г$$

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки дар рафти иҷрои ҳадафҳои гузошташудаи таҳқиқоти илмӣ аз 120 грамм ғузапояи пахта 105 грамм экстракти он ҳосил карда шудааст. Тавассути коркардҳои математикии зайл муайян карда шуд, ки 105 грамм экстракт дар таркиби худ чи қадар госсиполро дорад:

$$50г(экстракт) - 0{,}444825г$$

$$105Хг\ (экстракт) - Хг.$$

$$X = \frac{105*0{,}444825}{50} = 0{,}9341325г.$$

Дар асоси муайян намудани массаи госсиполи таркиби экстракт, ҳиссаи массаи он аз рӯйи таносуби зайл чунин муайян карда шуд:

$$120г.\ (ғузапоя) - 100\%$$

$$0{,}9341325г.\ (госсипол) - X\%$$

$$X = \frac{0{,}9341325 * 100}{120} = 0{,}77844375\%$$

Аз ин натиҷаҳо бармеояд, ки ғузапояи пахта дар таркиби худ миқдори назарраси полифеноли госсиполро дорад. Аз ин бармеояд, ки партови истеҳсолие, ки дар ҳосил намудани биоэтанол аз ғузапояи пахта ҳосил мегардад, метавонад ҳамчун ашёи хом дар ҳосил намудани госсипол истифода гардад.

3.2.4. Ҷанбаҳои экологӣ ва технологии ҳосил намудани госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ дар асоси партовҳои истеҳсоли биоэтанол

Тавре дар боло зикр намудем, барои истеҳсол намудани биоэтанол аз ғузапояи пахта бойгардонии селюлозаи таркибии он зарур аст.

Аз ҳамин лиҳоз, бо истифода аз технология экстраксия ғузапояи пахта коркард карда мешавад. Дар натиҷаи чунин коркард партове (экстракт) ҳосил мегардад, ки таркиби он аз госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ бой мебошад.

Ин афзалияти технологӣ ва экологии партови истеҳсоли биоэтанолро дар асоси ғузапояи пахта ба инобат гирифта, технологияи муфиди ҳосил намудани госсипол ва кислотаҳои органикии идентификатсиякардашуда коркард гардид.

Хатти технологии технологияи ҳосил намудани госсипол дар асоси партови истеҳсоли биоэтанол дар расми 3.10 пешниҳод гардидааст.

Тавре аз технологияи коркардгардида (расми 3.10) бармеояд, асоси таркиби химиявии партови истеҳсоли биоэтанолро, ки он дар асоси ғузапояи пахта ҳосил карда мешавад, консентрати пайвастагиҳои фенолӣ ва кислотаҳои органикӣ ташкил медиҳанд.

Дар зинаи аввали коркарди технологи консентрати пайвастагиҳои фенолӣ ва кислотаҳои органикӣ бо маҳлули 5%-и оҳаки шукуфта ($Ca(OH)_2$) коркард мегардад. Дар натиҷаи чунин коркард кислотаҳои органикӣ ба намакҳои калсигии худ табдил меёбанд. Феноли госсипол бошад, ҳангоми таъсири мутақобила намудан бо $Ca(OH)_2$ ба фенолияти калсий табдил меёбад.



Расми 3.10. – Хатти технологии технологияи ҳосил намудани госсипол дар асоси партови истеҳсолоти биоэтанол (Таҳияи муаллиф).

Таҳқиқи таркиби химиявии омехтаи мазкур нишон дод, ки дар омехтаи мазкур дар баробари компонентҳои хосияти кислотагидошта, боз як зумра пайвастагиҳое арзи ҳастӣ менамоянд, ки онҳо мутааллиқ ба эфирҳои мураккаби гисерин бо кислотаҳои коленмолекулаи карбонӣ мебошанд. Аз рӯйи хосияти химиявиашон ин пайвастагиҳо мутааллиқ ба липидҳои нейтралӣ карда шудаанд. Сабаб дар он аст, ки онҳо бе таъсири катализаторҳо ва омилҳои ба реаксия таъсиркунанда, наметавонанд бо ишқорҳо ба реаксия дохил шаванд. Аз ҳамин сабаб, бо мақсади ҷудо намудани онҳо консентрат пас аз коркард бо гексан экстраксияи хунук карда мешавад. Экстраксияи хунук дар қифи ҷудокунанда гузаронида мешавад.

Дар раванди экстраксия намудан, экстракт ба ду қисм, қисми обӣ ва органикӣ ҷудо мегардад. Намакҳои кислотаҳои органикӣ ва фенолиятҳо дар қисми обии экстракт боқӣ мемонанд. Пас аз экстраксия намудан липидҳои нейтралӣ ба қисми органикии экстракт мегузарад. Чунин техникаи иҷрои амалҳои технологӣ боиси он мегардад, ки консентрати кислотаҳои органикӣ ва госсипол аз эфирҳои нейтралӣ ҷудо карда шаванд.

Бо мақсади баланд бардоштани афзалиятҳои экологии технологияи коркардгардида нисбат ба ҳаммонандҳои худ гексани истифодашуда тавассути усули буғронӣ аз нав регенератсия (барқарор) карда мешавад. Буғронии гексани истифодашуда дар дастгоҳи ротори бухоркунанда гузаронида шудааст.

Тавре аз хатти технологии технологияи коркардгардида бармеояд, пас аз коркарди консентрат бо маҳлули 5%-и оҳаки шукуфта ($Ca(OH)_2$) ва экстраксияи хунук намудан, омехта бо маҳлули H_2SO_4;-и 5% то P^H=7 коркард карда мешавад. Нуқтаи эквивалентии нейтрализатсияи омехтаро то P^H=7 бо истифода аз индикатори универсалии қоғазӣ муайян намудан имконпазир мебошад.

Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки чунин коркард ба он мусоидат менамояд, ки «намакҳои ҳосилкардашудаи кислотаҳои карбонӣ ва фенолиятҳои калсигӣ гидролиз гардида, аз ҳолати пайваст ба ҳолати озод мегузаранд. Пас аз ба ҳолати озод гузаштани феноли госсипол ва кислотаҳои органикӣ (кислотаи лиму ва кислотаи себ) омехта такроран экстаксияи хунук карда мешавад. Дар

иҷрои ин амал ба сифати экстрагент эфири мураккаби этилатсетат интихоб гардидааст. Коркард бо этилатсетат ба он мусоидат менамояд, ки госсипол ва кислотаҳои органикӣ (кислотаи лиму ва кислотаи себ) аз маҳлули оби ба таркиби ин экстрагенти интихобгардида гузаранд. Сабаби интихоби ин ҳалкунанда ба ҳайси экстрагент дар он аст, ки госсипол ва кислотаҳои органикӣ (кислотаи лиму ва кислотаи себ) дар он нисбат ба гексан хуб ҳалшаванда мебошанд» [47].

Барои бепартов намудани технологияи коркардгардида этилатсетат бо усули буғронӣ аз нав барқарор карда мешавад. Пас аз буғронӣ омехтаи тозакардашудаи госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ ба даст оварда мешавад.

Барои ҷудо намудани моддаҳо аз ҳамдигар «усули хроматографияи найчавӣ истифода мегардад. Дар иҷрои ин амали технологӣ ба сифати марҳилаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ селюлоза ва ба ҳайси марҳилаи ҳаракаткунандаи хроматографӣ бошад систетаи хлороформ-этилатсетат-кислотаи атсетат (2:1:0,1) интихоб гардидааст. Дар ҷудо намудани ин компонентҳо элюатсиякунонӣ бо суръати 10мл/дақиқа амали шудааст» [56].

Ба фраксияҳо тақсим намудани элюатҳо тавассути муайян намудани зичии оптикии онҳо, иҷро гардидааст. Дар натиҷаи муайян намудани зичии оптикии элюатҳо онҳо ба се фраксия ҷудо карда шуд. Пас аз буғронии фраксияи якум госсипол, фраксияи дуюм кислотаи лиму ва фраксияи сеюм бошад, кислотаи себ ҳосил карда шуд.

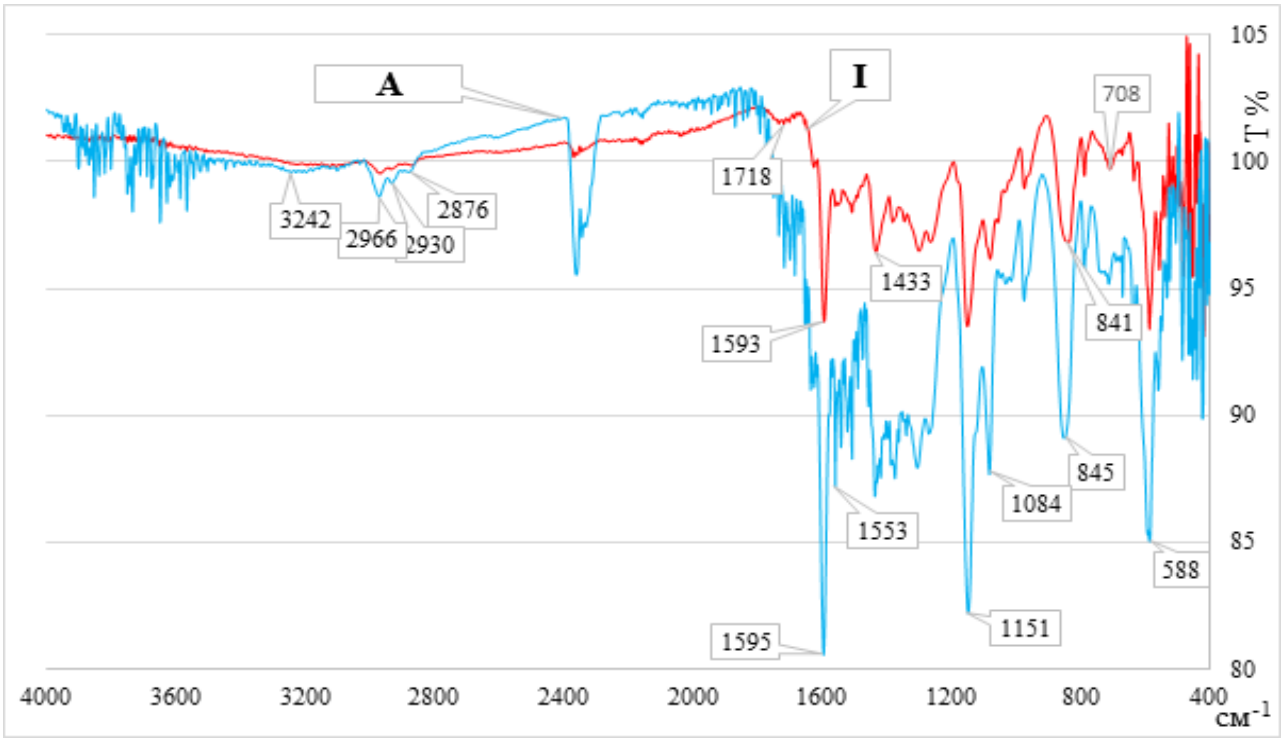
Таввассути истифодаи методҳои математикӣ муайян карда шуд, ки аз 1 тонна ғузапояи пахта, ки он ҳамчун ашёи хоми ибтидоӣ дар истеҳсолоти биоэтанол истифода мегардад, ҳосил намудани 7,42кг госсипол, 57,22 кг кислотаи лиму ва 3,34 кг кислотаи себро ҳосил намудан имконпазир аст.

Идентификатсияи моддаҳои ҷудокардашуда, ҳарорати гудозиши онҳо, муайян намудани нишондиҳандаи шикасти рушноӣ, зичии оптикӣ, таҳлили спектрометрии инфрасурх (расми 3.11) ва ултрабунафш (расми 3.12), коэффитсиенти тақсимшавии хроматографии онҳо дар хроматографияи

маҳинқабат дар муқоиса ба эталонҳо ва маълумоти адабиёт муайян карда шудааст.

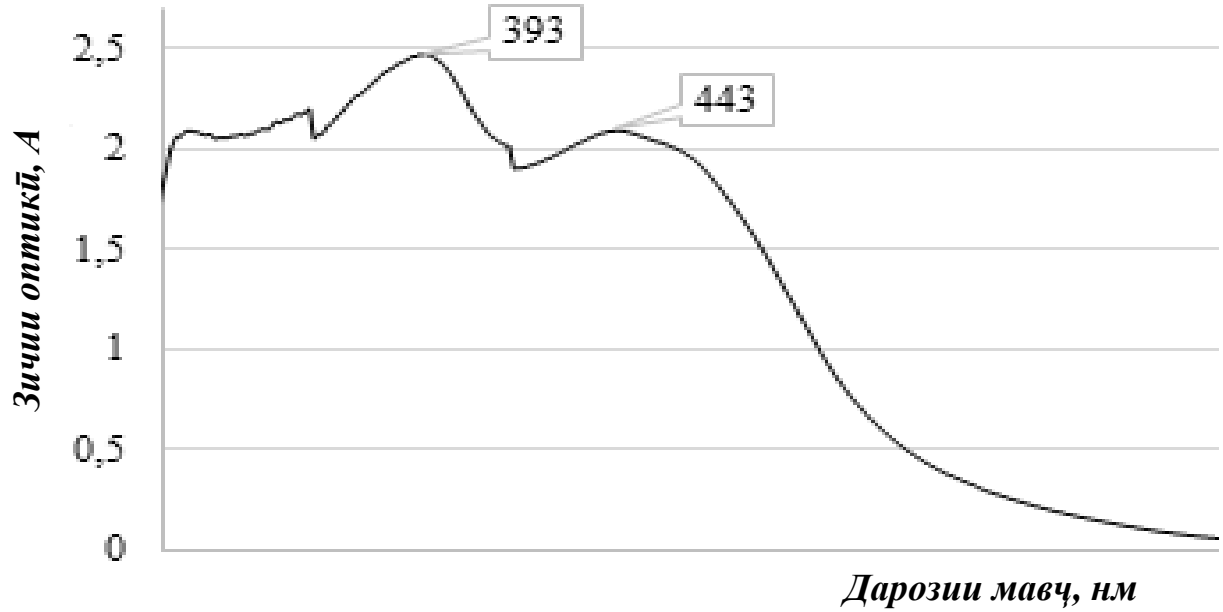
Тавре аз натиҷаҳои таҳлили спектри инфрасурхи госсиполи аз таркиби ғузапояи пахта ҷудокардашуда, ки дар расми 3.11 баррасӣ гардидааст, бармеояд, мо дар раванди идентификатсия намудан аз эталон низ истифода намудаем. Дар спектрограмма госсиполи аз таркиби ғузапояи пахта ҷудокардашуда бо ҳарфи “А” ва госсиполи ҳамчун эталон истифодагардида бо ҳарфи “I” ишора карда шудааст.

Таҳлили интенсивнокии фурӯбарии спекторҳои инфрасур нишон медиҳад, ки лапиши валентии марбут ба ОН-гурӯҳро, ки дар молекулаи госсипол шумораи онҳо ба 5 адад баробар аст, дар дарозии нури 3641см$^{-1}$ ва 3250 см$^{-1}$ пайдо мегарданд. Дар спектрограмма радикалҳои карбогидрогении CH_3,CH_2 ва СН-и марбути молекулаи госсиполро дар дарозии нури 2964 см$^{-1}$ мушоҳида мегарданд. Пайвасти С=С бо лапиши валентӣ дар дарозии нури 1560 см$^{-1}$ ва пайвасти С-Н бошад дар дарозии нури 1433, 1381, 1344, 1300 см$^{-1}$ пайдо гардидаанд. Ин натиҷаҳо собит менамояд, ки пайвастагии идентификатсияшуда госсипол мебошад.



Расми 3.11. – Спектри инфрасурхи госсиполи аз таркиби ғузапояи пахта ҷудокардашуда

Дар баробари таҳлили спектрометрии инфрасурх, инчунин, таҳлили спектрометрии ултробунафши гасипол низ амалӣ гардидааст (расми 3.12).



Расми 3.12. – Спектроскопияи ултробунафши госсиполӣ аз таркиби ғузапояи пахта ҷудокардашуда (Таҳияи муаллиф).

Чӣ тавре аз натиҷаҳои таҳлили спектроскопияи ултробунафши госсиполи аз таркиби ғузапояи пахта ҷудокардашуда бармеояд, ки дар расми 3.12 пешниҳод гардидааст, фурӯбарии максималии шуоъҳо дар дарозии нури 393 ва 443 нм мушоҳида мегардад. Дар асоси маълумоти адабиёт ва муқоиса бо эталонҳо дақиқ карда шуд, ки чунин спектрограмма ба молекулаи феноли госсипол шабоҳат дорад. Сохти молекулавии кислотаи лиму ва себ низ бо усули спектроскопияи инфрасурх ва ултробунафш таҳқиқ карда шуд.

Муқоиса бо эталонҳо ба идентификатсия намудани онҳо мусоидат намуд. Дар баробари ин, таҳқиқот бо истифода аз микроскопи “Боэтус” ҳарорати гудозиши феноли госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ муайян карда шуд. Муайян гардид, ки ҳарорати гудозиши госсипол ба 178-182^{0}C, ҳарорати гудозиши кислотаи лиму 152-154^{0}C ва ҳарорати гудозиши кислотаи себ ба 129-132^{0}C баробар аст, ки он ба маълумоти адабиёт мувофиқат менамояд.Дар шароити муосир, консепсияи «Истеҳсолоти бидуни партов» ва «Иқтисодиёти даврӣ» талаб мекунад, ки партовҳои корхонаҳои биоэтанол (асосан бардаи

сулфитӣ ё бардаи ғалладона/найшакар) ҳамчун ашёи хоми дуюмин барои синтези моддаҳои гаронбаҳо истифода шаванд.

Ҷадвали 3.2 – Ҷанбаҳои технологӣ ва экологии коркарди партовҳои биоэтанол

Маҳсулоти ҳосилшаванда	Манбаъ аз партови биоэтанол	Тарзи ҳосил шудани раванди технологӣ	Таъсир ба камшавии партовҳои экологӣ	Таъсир ба самаранокии иқтисодии биоэтанол
Госсипол	Кунҷора (шрот) ва партовҳои коркарди чигит (агар биоэтанол аз селлюлозаи пахта гирифта шавад).	Экстраксия бо ҳалкунандаҳои органикӣ (ацетон/этанол) ва кристализатсияи минбаъдаи пигмент.	Кам кардани заҳрнокии партовҳои пахта; безарар кардани кунҷора барои истифодаи бехатар дар чорводорӣ.	Ҳосил кардани ашёи хоми қиматбаҳо барои фармасевтика (доруҳои зиддивирусӣ ва саратон) ва тибби ветеринарӣ.
Кислотаи лиму	Бардаи спиртӣ (дистиллерӣ) ва маҳлулҳои қанддор (меласса).	Биотехнология: Ферментатсияи аэробӣ бо истифода аз занбӯруғҳои штаммӣ дар субстрати партов.	Коҳиши якбораи ХПК/БПК (талаботи кимиёвӣ/биологӣ ба оксиген) дар партовҳои моеъ; пешгирии ифлосшавии обҳо.	Истеҳсоли консерванти серталаб барои саноати хӯрокворӣ ва кимиё; коҳиши хароҷоти детоксикатсияи партовҳо.
Кислотаи себ (Малат)	Бардаи филтршуда ва партовҳои карбогидратӣ.	Микробиология: Синтези биохимиявӣ тавассути штаммҳои хамиртурушҳои трансгенӣ ё занбӯруғҳо	Коркарди пурраи боқимондаҳои органикӣ, ки боиси туршшавии хок ва бадбӯии атрофи корхона мегарданд.	Баланд бардани даромаднокии умумии корхона тавассути фурӯши кислотаи себ барои саноати қаннодӣ ва косметика.

Эзоҳ: *Ҷадвали мазкур дар асоси адабиётҳои [143, 155, 188, 191] таҳия гардидааст.*

Нишондиҳандаҳои технологӣ ва экологии ҳосил кардани ин се маҳсулотро дар асоси партовҳои биоэтанол ба намуди ҷадвали муқоисавӣ ва сохторӣ дида мебароем:

1. Камшавии партовҳо: Коркарди барда ва боқимондаҳои сахт ҳаҷми умумии партовҳои моеъи корхонаи биоэтанолро то 75-80% коҳиш медиҳад. Ин имкон медиҳад, ки ҳавзҳои бухоршавии партовҳо (бардохранилища) барҳам дода шуда, хатари заҳролудшавии обҳои зеризаминӣ гум шавад.

2. Самаранокии технологӣ ва энергетикӣ: Дар раванди ферментатсияи биомасса барои кислотаҳо, гази карбонат (CO_2) ва биогаз низ ҷудо мешавад, ки

онҳоро метавон барои эҳтиёҷоти худи корхона (энергияи гармӣ) дубора истифода бурд.

3.2.5. Ҷанбаҳои технологӣ ва арзёбии экологии ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта

Чӣ тавре дар боло зикр шуд, натиҷаҳои пажуҳиш ва таҳқиқоти гузаронидашудаи мо муайян намуд, ки ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол аз ғузапояи пахта нисбат ба дигар технологияҳои маълум, афзалияти калони экологӣ ва иқтисодиро доро мебошад. Тавре аз хатти технологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта, ки дар расми 3.13 баррасӣ гардидааст, баъд аз ҷамъоварӣ намудани ғузапоя он дар дастгоҳи экспериментали коркардгардида майда карда мешавад.

Баъд аз майда намудан, бо мақсади зиёд намудани ҳиссаи массаи селлюлоза он тавассути истифодаи технологияи экстраксия коркарди махсус карда мешавад. Дар ин ҷо, қайд намудан ба маврид аст, ки бо мақсади баланд бардоштани самаранокии экологӣ ва иқтисодии технологияи истеҳсол намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта аз партовҳои ҳосилгардидаи бойгардони феноли госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ ҳосил карда мешавад (нигаред ба “Ҷанбаҳои экологӣ ва технологии ҳосил намудани госсипол, кислотаи лиму ва кислотаи себ дар асоси партовҳои истеҳсоли биоэтанол”). Ин афзалиятҳоро ба инобат гирифта, аз ҷониби мо технологияи наву муфиди истеҳсол намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта коркард гардид (расми 3.13).

Омузиши «ҷанбаҳои физикию химиявии раванди бойгардонии селюлозаи таркиби ғузапояи пахта нишон дод, ки пеш аз коркард ҳиссаи массаи полисаҳоридҳо ба 42,46% (аз ин миқдор 39,67%-ро селюлоза ташкил медиҳад) ва пас аз коркард ба 59,60% баробар мегардад. Ин натиҷаҳо аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки бойгардонии селюлоза яке аз омилҳое ба ҳисоб меравад, ки он ба зиёд намудани самаранокии технологияи ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта, таъсири мусбати худро мерасонад» [47].

Дар технологияи коркардгардида пас аз бойгардонӣ, полисахаридҳои таркиби ғузапояи пахта гидролизи кислотагӣ карда мешавад. Реаксияи гидролиз тавассути истифодаи дастгоҳи гидролизкунанда амалӣ мегардад. Дар ин ҷо қайд намудан бамаврид аст, ки бинобар сабабе, ки ба сифати катализаторҳо ферментҳои туршкунанда ва маҳлули кислотаҳо истифода мегарданд, дохили гидролизат бояд бо плиткаҳои кирамикии ба таъсири кислотаҳо тобовар рӯйпӯш карда шаванд.



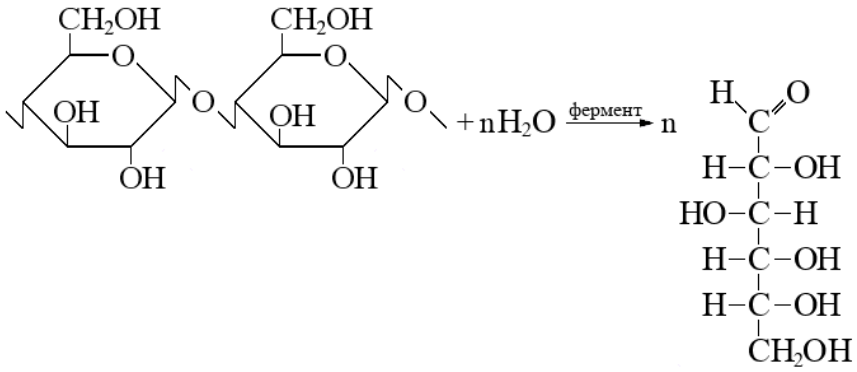
Расми 3.13. – Хатти технологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта. (Таҳияи муаллиф)

Дар технологияи коркардгардида гидролизи селюлоза ва дигар полисахаридҳои таркиби ғузапояи пахта дар иштироки маҳлули сероби кислотаи сулфат таҳти таъсири ҳарорати +160–200°C гузаронида мешавад.

Чунин коркарди технологӣ ба он мусоидат менамояд, ки полисахаридҳои таркиби гӯзапояи пахта ба моносахаридҳои марбута ба петозаҳо ва гексозаҳо мубаддал гардад. Ҷанбаҳои физикӣ-химиявии ин равандро бо реаксияҳои химиявии зерин асоснок намудан мумкин аст.

$$\underset{\text{целлюлоза}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{H_2SO_4,\ t} \underset{\text{глюкоза}}{nC_6H_{12}O_6} \qquad (3.3)$$

Ин реаксия дар шакли навишти формулаҳои нимсохторӣ чунин шаклро мегирад:



(3.4)

Аз реаксияи баррасишуда бармеояд, ки кислотаи сулфат дар реаксияи гидролизи полисахариди селюлоза нақши катализаторро иҷро менамояд. Дар гузариши реаксия яке аз омилҳои ба реаксия таъсиркунанда ин ҳарорат мебошад. Пас аз гидролизи кислотагӣ намудани полисахаридҳои таркиби селюлозаи пахта, гидролизат бо истифода аз маҳлули 10%-и оҳаки шукуфта ($Ca(OH)_2$) то P^H=5,5-6,0 коркард карда мешавад. Чунин коркард туршнокии гидролизатро коҳиш дода, ба ҳосилшавии намаки миёнаи $CaSO_4$ мусоидат менамояд. Бинобар сабаби он, ки гидролизат сероб аст, $CaSO_4$ ба кристалогидрати худ $CaSO_4$ $2H_2O$ мубаддал мешавад.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки намаки $CaSO_4$. *$2H_2O$ дар об ҳалшаванда нест. Бинобар ин, он наметавонад бо об ба реаксия дохил шавад. Аз ҳамин лиҳоз, реаксияи мазкур мутааллиқ ба реаксияҳои барнагарданда аст.

Яке аз афзалиятҳои экологии технологияи коркарднамудаи мо дар он аст, ки ба ҳайси маводи коҳишдиҳандаи туршнокии гидролизат оҳаки шукуфта ($Ca(OH)_2$) истифода карда мешавад, ки дар натиҷаи коркарди он $CaSO_4 *2H_2O$ дар шакли такшон ҳосил мегардад. Тагшони ҳосилшуда, ки он ҳамчун партови технологӣ ба ҳисоб меравад, метавон ҳамчун иловаи компазитсионӣ дар тайёр намудани моддаҳои часпандаи сохтмон истифода шавад.

Дар технологияи коркардгардида пас аз ҷудо намудани намакҳо ва боқимондаҳои гидролизнашаванда, гидролизат ба фраксияҳои пентозавӣ ва гексозавӣ дар мувофиқа бо усули технологии маълум ҷудо карда мешаванд.

Пас аз ҷудо намудан ба фраксияҳо моносахаридҳои аз таркиби ғузапояи пахта ҷудокардашуда бо истифода аз усули биотехнологӣ туршонида мешавад. Дар ҳама технологияҳои маълум низ ин ҳаммонандии техникаи иҷрои кор дида мешавад.

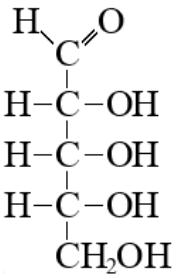
Дар хатти технологии коркардгардида барои туршонидани ферментативии пентозаҳои ҳосилкардашуда истифоданамоии замбуруғи туршкунандаи *P.tannophilus* ва барои туршонидани моносахаридҳоҳои марбутаи гексозаҳо бошад замбуруғи *Sacch cerevisiae* тавсия дода шудааст.

Дар рафти гузаронидани таҳлилҳои экспериментали мақсад гузошта шуд, ки ҷанбаҳои экологӣ, биохимиявӣ ва физико-химияви биотехнологияи туршонидани пентозаҳо ва гексозаҳо пажуҳиш ва таҳқиқ карда шаванд. Барои амалӣ намудани мақсади гузошташуда формулаи баъзе аз моносахаридҳои марбут ба пентозаҳо ва гексозаҳоро пешниҳод менамоем.

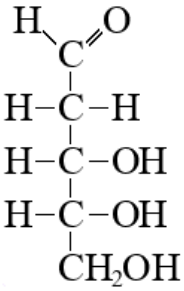
Аз формулаҳои пешниҳодгардида бармеояд, ки рибоза ва дизоксирибоза ба синфи пентозаҳо, глюкоза ва галактоза бошад ба синфи гексозаҳо дохил мешаванд. Муайян карда шудааст, ки мономери полисахариди селюлоза, бета-глюкоза ва мономери полисахариди крахмалро алфа-глюкоза ташкил медиҳад.

Агар формулаҳои нимсохтории дар боло пешниҳодгардидаро таҳлил намоем, он гоҳ аён мегардад, ки алдопентозаҳо (рибоза, дезоксирибоза) дорои 3 атоми карбони ассиметрӣ ва алдогексозаҳо дорои 4 атоми карбони ассиметрӣ мебошанд.

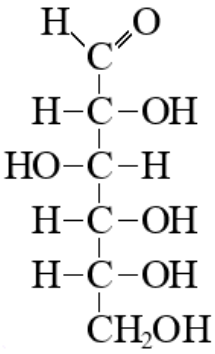
Тавре маълум аст, ангиштобҳои дорои чунин атоми карбони ассиметрӣ дошта, дорои стериоизомерҳо (изомерҳои оптикӣ) мебошанд. Дар адабиёти соҳавӣ карбони ассиметрӣ гуфта, ҳамон атоми карбони 4 валентае дар назар дошта мешавад, ки дар меҳвари атоми худ 4-радикали гуногунро пайваст намудааст.



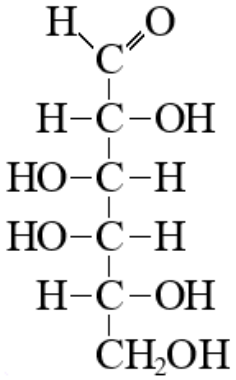
Рибоза (3.5)



Дизоксирибоза (3.6)



Глюкоза (3.7)



Галактоза (3.8)

Барои муайян намудани шумораи стериоизомерҳои молекулаи алдопетозаҳо ва алдогексозаҳо аз формулаи 2^n истифода намудем. Дар формула ҳарфи “n” шумораи атомҳои карбони ассиметриро нишон медиҳад. Пас аз ин бармеояд, ки барои алдопентозаҳо $2^3=8$ изомер ва барои алдогексоза $2^4=16$ изомер мувофиқат менамояд.

Аз ин натиҷаҳо бармеояд, ки дар таркиби гидролизати полисахаридҳои ғузапояи пахта метавонад якчанд изомерҳои пентозаҳо ва гексозаҳо арзи ҳастӣ намоянд. Ин натиҷагирӣ боиси он гардид, ки таркиби химиявии гидролизати полисахаридҳои ғузапояи пахта таҳқиқ карда шаванд.

Натиҷаҳои таҳлили экспериментали гузаронидашуда нишон дод, ки идентификатсияи изомерҳои марбут ба пентозаҳо (алдопентозаҳо, кетопентозаҳо) ва гексозаҳо (алдогексозаҳо, кетогексозаҳо) тавассути истифодаи усули спектроскопияи инфрасурх ва масс-спектроскопия имконнопазир мебошад. Тавре маълум аст, ин тариқаҳои таҳлил марбут ба усулҳои дақиқ ва баландҳассоси таҳлили физикӣ-химиявӣ мебошанд.

«Сабаби самарабахш набудани ин тариқаҳои таҳлили спектроскопияи инфрасурх ва масс-спектроскопия дар он аст, ки изомерҳои марбут ба алдопентозаҳо, кетопентозаҳо, алдогексозаҳо ва кетогексозаҳо гурӯҳҳои функсионалӣ ва радикалҳои якхеларо доро мебошанд, ки он ба массаи молекулавии якхеларо соҳиб гардидани онҳо мусоидат менамоянд. Аз ҳамин сабаб дар рафти идентификатсия намудани пентозаҳо ва гексозаҳои аз таркиби ғузапояи пахта, истифодаи тариқаҳои таҳлили спектроскопияи инфрасурх ва масс-спектроскопия ягон натиҷаи қонеъкунанда ба даст оварда нашуд» [50].

Дар таҳлил ва идентификатсияи намудани пентозаҳо ва гексозаҳои аз таркиби ғузапояи пахта аз усули хроматографияи газӣ-моеъгӣ истифода намудем. Барои идентификатсия намудани моносахаридҳои таҳқиқшаванда моддаи химиявии полидиэтилгликолсуксиннатро истифода намудем.

Сабаби интихоби полидиэтилгликолсуксиннат дар он аст, ки ин модда барандаи сахтро (марҳилаи ҳаракатнакунандаи хроматографиро) дар худ хуб ҳал ва омехта месозад.

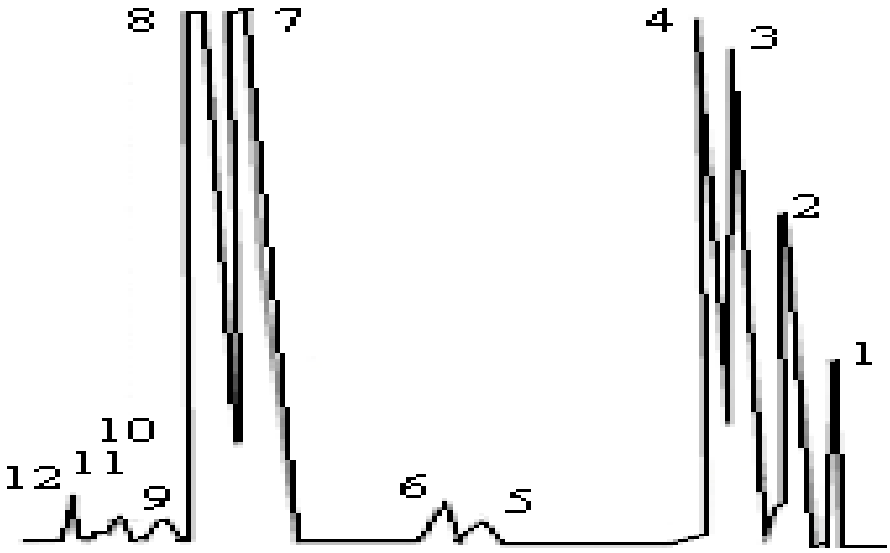
Дар таҳлили хроматографии моносахаридҳои таркиби гидролизати ғузапояи пахта ба ҳайси марҳилаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ, сорбенти “Хромосорб – W” интихоб гардидааст.

Барои омода намудани барандаи сахт (марҳилаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ) 30 г. “Хромосорб – W”-ро ба колбаи ғунҷоиши ҳаҷмаш 250мл гузаронида, ба болояш 2,45 г. полидиэтилгликолсуксиннат илова намуда, омехтаро дар хлороформ ҳал намудем.

Баъд аз иҷрои ин амал хлороформро аз таркиби омехтаи омоданамуда тавассути усули буғронӣ ҷудо карда гирифтем. Буғронӣ дар дастгоҳи ротори буғкунанда гузаронида шуд.

Сипас, марҳилаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ дар ҷевони хушкунанда таҳти таъсири гармии 50^0C муддати 3 соат коркарди термикӣ карда, хушконида шуд. Баъд аз коркарди термикӣ барандаи сорбенти хроматографӣ, ки он дар асоси полидиэтилгликолсуксиннат ва “Хромосорб – W” омода гардидааст, қисм ба қисм ба дохили калонкаи асбоби хроматографӣ интиқол дода шуд. Барои зичтар намудани мавқеи ҷойгиршавии марҳилаи ҳаракатнакунандаи хроматографӣ, аз насоси беҳавокунанда истифода карда шуд.

Баъд аз элюатсия намудани омехтаи пентозаҳо ва гексозаҳои таркиби ғузапояи пахта натиҷаҳои зерин бадаст оварда шуд.



Расми 3.14. – Хроматограмаи омехтаи пентозаҳо ва гексозаҳои таркиби ғузапояи пахта (Таҳияи муаллиф).

Эзоҳ: *1-аллоза, 2-алтроза, 3-маноза, 4-галактоза, 5,6-ангиштоби номаълум, 7-глюкоза, 8-ксилоза, 9,10-ангиштоби номаълум, 11-дизоксирибоза,12-рибоза.*

«Аз натиҷаи таҳлили хроматографии таркиби гидролизати ғузапояи пахта бармеояд, ки таркиби асосии онро глюкоза, галактоза ва ксилоза ташкил

медиҳанд. Дар асоси хосияти химиявии моносахаридҳои идентификатсиякардашуда метавон исбот намуд, ки ин моддаҳо метавонанд ҳамчун ашёи хом дар истеҳсоли биоэтанол истифодашаванда бошанд, зеро ба онҳо реаксияи туршонидани ферментативӣ хос аст. Маҳсули реаксияи мазкур биоэтанол мебошад» [49].

Тавре ки дар технологияи коркардгардида дарҷ гардидааст, пас аз туршонидани ферментативӣ, ки бо истифода аз замбуруғҳои *P. tannophilus* ва *Sacch cerevisiae* амалӣ мегардад, омехтаи реаксионӣ филтронида мешавад. Баъд аз иҷрои ин амал маҳлули ҷудокардашуда буғронии ректификатсионӣ карда мешавад. Дар натиҷаи буғронӣ биоэтаноли 96^0 ҳосил мегардад.

Таҳлили таркиби химиявии биоэтаноли ҳосилкардашуда нишон дод, ки дар таркиби биоэтаноли ҳосилкардашуда то 4% об, алдегиди атсетат 0,26%, кислотаи атсетат 0,53% ва 0,12% моддаҳои марбут ба равғанҳои эфириро дорад.

«Таҳқиқоти минбаъдаи гузаронидашуда нишон дод, ки гарчанде пайвастағиҳои мазкур аз лиҳози экологӣ хатарнок ба ҳисоб намераванд, истифодаи он дар нақлиёти автомобилӣ метавонад ба ҷузъҳои муҳаррик таъсири манфии худро расонида, боиси ба коррозия мубтало гардидани системаи интиқолдиҳандаи сӯзишворӣ ба муҳаррик гардад» [48].

Ин норасоӣ сифати биоэтанолро ба инобат гирифта, барои коҳиш додани миқдори об ва тоза намудан аз алдегид ва кислотаҳои таркиби он, биоэтанол бо содаи каустикӣ коркарди термикӣ карда мешавад. Коркарди мазкурро мо дар колбаи курашакли ғунҷоиши ҳаҷмиш 1000мл бо хунуккунандаи обии баргарданда муҷаҳҳазонида, гузаронидем.

«Коркарди термикӣ дар ҳарорати 80-85^0C бо истифода аз ҳаммоми обӣ гузаронида шуд. Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки баъд аз чунин коркард дар қисми поёнии колба қисми обӣ аз қисми спиртӣ ҷудо мешавад. Қисми обиро аз қисми спиртӣ бо истифода аз қифи ҷудокунанда ҷудо намудем. Баъд аз чунин коркард, биоэтанол такроран буғронии ректификатсионӣ карда мешавад» [49].

«Дар асоси таҳлилҳои экспериментали гузаронидашуда муайян гардид,

ки чунин коркарди иловагӣ боиси 3,5% талафоти биоэтаноли 96^0 мегардад, лекин биоэтаноли 96^0 ба этаноли 98^0 мубаддал мегардад. Бояд қайд кард, ки ректификатсияи оддӣ бо азеотропи этанол–об маҳдуд аст» [172]; «бинобар ин баланд шудани консентратсия то 98° бояд бо ченкунии миқдори об (усули Карл Фишер) тасдиқ карда шавад. Барои омехта бо бензин этаноли беоб лозим аст, ки миқдори об дар он аз меъёри EN 15376» [152] зиёд набошад; бинобар ин марҳилаи обгирии иловагӣ (ғалберҳои молекулавӣ, дистилятсияи азеотропӣ ё мембранаӣ) зарур мебошад».

Хатти технологии ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта (партови устувори кишоварзӣ) як усули истифодаи самараноки биомассаи лигноселлюлозӣ мебошад. Дар шароити Тоҷикистон, ин технология имкон медиҳад, ки мушкилоти сӯзонидани ғузапоя дар саҳроҳо (ки боиси ифлосшавии ҳаво мегардад) ҳал карда шуда, сӯзишвории экологӣ ва маҳсулоти иловагӣ ҳосил карда шаванд.

Нишондиҳандаҳои технологӣ, тавозуни моддӣ ва арзёбии экологии ин раванд дар зер пешниҳод шудаанд:

Параметрҳои асосии раванди технологӣ

Барои табдил додани ғузапоя ба биоэтанол чор марҳилаи асосии технологӣ ичро карда мешавад:

1. Коркарди пешакӣ (Гидролизи сулфатӣ ё ишқорӣ): Бо мақсади вайрон кардани сохтори лигнин ва кушодани дастрасӣ ба селлюлоза.

2. Ферментатсия: Табдил додани селлюлоза ба қандҳои оддӣ (глюкоза) тавассути ферментҳои целлюлаза.

3. Туршшавӣ: Табдил додани қандҳо ба этанол тавассути хамиртурушҳои махсус.

4. Ректификатсия: Ҷудо кардани биоэтаноли мутлақ (96-99.5%) аз маҳлули спиртӣ.

Ҷадвали 3.3. – Тавозуни моддии раванд (ба ҳисоби 1000 кг ғузапояи хушк)

Марҳилаи воридотӣ (Ашёи хом ва реактивҳо)	Вазн (кг)	Марҳилаи содиротӣ (Маҳсулот ва боқимондаҳо)	Вазн (кг)
Ғузапояи пахтаи маҳиншуда	1000	Биоэтанол (99.5%)	180 – 210
Об (барои маҳлулҳо ва буғ)	4000	Лигнии техникӣ (ашё барои биогаз/сӯзишворӣ)	280 – 320
Ферментҳо (целлюлазаҳо)	15	Бардаи спиртӣ (маҳлули моеъи органикӣ)	3800 – 4100
Кислота/Ишқор (барои коркард)	30	Гази карбонат (CO_2) аз ферментатсия)	140 – 160
Ҳамагӣ:	5045	Ҳамагӣ:	5045

Дар ҷадвали 3.4 ҷамъбастии «Ашёи хом – Раванд – Маҳсулот – Партов – Таъсири экологӣ» робитаи мустақими марҳилаҳои технологӣ ва ҷанбаҳои экологии корхонаро инъикос мекунад.

Ҷадвали 3.4. – Робитаи мустақими марҳилаҳои технологӣ ва ҷанбаҳои экологии корхона

Ашёи хом ва маводҳо	Раванди технологӣ	Маҳсулоти асосӣ ва иловагӣ	Партовҳои технологӣ	Таъсири экологӣ ва усули камкунӣ
Ғузапоя (Селлюлоза ~40%, Лигнин ~28%, Гемиселлюлоза ~22%).	**Маҳинкунӣ ва коркарди термо-химиявӣ** (фишор 10-12 атм, (Т = 160-180С).	Биомассаи фаъолшуда барои гидролиз.	Чанги лигноселлюлозӣ, оби шустушӯии турш.	**Кам**: Филтрҳои чанггирак дар коргоҳ; нейтрализатсияи обҳои турш бо оҳак.
Муҳитҳои ферментӣ, оби технологӣ.	**Ферментатсия ва Сахарификатсия и ферментативӣ** (Т = 45-50 С), pH 4.8).	Маҳлули қандҳои оддӣ (глюкоза, ксилоза).	Боқимондаҳои селлюлозаи гидролизна шуда.	**Нейтралӣ**: Боқимондаҳо хушк карда шуда, ҳамчун сӯзишвории сахт барои дегхонаи худи корхона истифода мешаванд.
Штаммҳои хамиртуруш, маҳлули глюкоза.	**Анаэробӣ (Туршшавии спиртӣ)** (Т = 30-32 С), давомнокӣ: 48-72 соат).	Бражкаи спиртӣ (консентратсияи этанол 6-8%).	Гази карбонат (CO_2), кафкҳои хамиртуруш.	**Мусбат/Кам**: Утилизатсияи (CO_2) барои саноати нӯшокиҳои газнок ё ҳосил кардани яхи хушк.
Бражкаи спиртӣ, буғи гарм.	**Дистиллятсия ва Ректификатсияи бисёрзинагӣ** (дар сутунҳои ректификатсионӣ)	**Биоэтанол (99.5%)**, равғанҳои сивушӣ.	**Бардаи моеъ** бо нишондиҳандаи баланди ХПК/БПК.	**Критикӣ (Бе коркард)**: Боиси туршшавии хок мегардад. *Усули камкунӣ*: Коркарди барда барои ҳосил кардани кислотаи лиму/себ ё биогаз.

Эзоҳ: *Таҳияи муаллиф.*

5. Натиҷаҳои ҳисобии самаранокии экологӣ:

Коҳиши партовҳои атмосфера: Ҷамъоварии 1 тонна ғузапоя ва коркарди он ба биоэтанол пеши роҳи сӯзонидани онро дар саҳро мегирад, ки ин хориҷшавии гази CO (монооксиди карбон) ва зарраҳои дуд (PM2.5)-ро ба андозаи 92% кам мекунад.

Индекси самаранокии энергетикӣ: Энергияи аз биоэтаноли ҳосилшуда ба даст омада нисбат ба энергияи барои коркарди ғузапоя сарфшуда 1.4 – 1.6 баробар зиёд аст, ки ин нишондиҳандаи тиҷоратии таҳқиқотро устувор мегардонад.

3.3. Арзёбии экологии истифодашавии биоэтаноли ҳосилкардашуда ҳамчун модификаторҳои беҳтаркунандаи сифати сӯзишвории бензинӣ

3.3.1. Ҳолати парки автомобилӣ ва истеъмоли сӯзишвории нафтӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

Тибқи бақайдгирии воситаҳои нақлиёти шахсони ҳуқуқӣ ва воқеи шумораи воситаҳои нақлиёт дар солҳои 2019-2024 пайваста зиёда гардида истодааст. Шумораи воситаҳои нақлиёт автомобилӣ дар Ҷумҳурӣ соли 2025, 701231 ташкил медиҳад, ки аз ин шумора 187259 адад дар шаҳри Душанбе фаъолият менамояд [5, 10]. Аксарияти воситаҳои нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон бо муҳаррикҳои дарунсуз, аз он ҷумла зиёда аз 95%-и онҳо бо муҳаррикҳои бензинӣ, дизелӣ ва газӣ кор мекунанд. Ин боиси зиёдшавии моддаҳои заҳрнок ба муҳити атроф мегардад.

Тибқи маълумотҳои Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон соли 2025 зиёда аз 1,5 млн тонна маводҳои маҳсулоти нафтӣ ба Ҷумҳурии Тоҷикистон ворид гардидааст. Истеҳсоли маҳсулоти нафтӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла бензин 3591 тонна ва сӯзишвории дизелӣ 3033 тоннаро ташкил медиҳад [2].

Ҷадвали 3.5. – Шумораи воситаҳои нақлиёти механикӣ ва ядакҳои (нимядакҳои) дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар қайдбуда, давраи солҳои 2019-2024

Сол	Ҳамаи ВНА	Сабукрав		Боркаш		Мусофирбар		Мототсикл		Ядак	Нимядак
		Муқаррарӣ	Барқӣ	Муқаррарӣ	Барқӣ	Муқаррарӣ	Барқӣ	Муқаррарӣ	Барқӣ		
2019	504785	442533	0	40853	0	15731	113	3249	0	2086	333
2020	507361	444905	0	40869	0	15811	113	3343	0	2106	327
2021	527332	463939	0	42145	0	15515	159	3411	145	2002	320
2022	601136	524045	0	51781	0	16491	138	3726	587	4246	847
2023	666074	587074	2417	52362	0	16554	210	4071	584	5167	846
2024	701231	606296	29116	53967	0	16520	160	19441	5081	5164	843

Эзоҳ: *Мактуби воридотии РБДА ВКД ҶТ №23/8-1693 аз 28.02.2025* [10].

Тибқи маълумоти расмии Хадамоти зиддиинҳисории назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар шаш моҳи авввали соли 2026 Тоҷикистон 927,5 ҳазор тонна маҳсулоти сӯзишворӣ ворид гардидааст.

Аз он ҷумла, 243,1 ҳазор тонна бензин ба маблағи 196 миллион доллар, 300 ҳазор тонна сӯзишвории дизелӣ ба маблағи 236,8 миллион доллар, 241 ҳазор тонна гази моеъ ба маблағи 164,3 миллион доллар. Ҳаҷми воридоти ҳамаи навъҳои асосии сӯзишворӣ нисбат ба ҳамин давраи соли гузашта афзоиш ёфтааст.

Аз он ҷумла, аз Федератсияи Русия 72,3%, Ҷумҳурии Қазоқистон 20,3%, дигар давлатҳо 3,2%, Ҷумҳурии Узбекистон 2,2%, Ҷумҳурии Туркманистон 1,3% ва ККН-и Тоҷикистон 0,5%.

Ҳаминро қайд кардан зарур аст, ки ҳаҷми умумии воридот ва истеҳсол дар зарфи 6 моҳи соли 2026 чунин мебошад:

- сӯзишвории дизелӣ – 301,5 ҳазор тонна,
- бензин барои нақлиёти автомобилӣ – 243,5 ҳазор тонна,
- гази моеъ – 241,1 ҳазор тонна,
- битум ва омехтаи битум 45,6 ҳазор тонна,
- сӯзишворӣ барои муҳаррикҳои реактивӣ – 40,4 ҳазор тонна,
- кокси нафтӣ 38,6 ҳазор тонна,

- равғанҳои молиданӣ – 11,0 ҳазор тонна,

- мазути гармкунӣ 5,5 ҳазор тонна,

- ва ғайра 0,1 ҳазор тонна.

Ҳамзамон бо афзоиши ҳаҷми воридот, арзиши маҳсулоти нафтӣ низ зиёд шудааст. Нархи миёнаи воридотии як тонна бензин ба 807 доллар расидааст, ки нисбат ба соли гузашта 8,2 фоиз зиёд мебошад.

Сӯзишвории дизелӣ низ гарон шудааст. Нархи миёнаи як тоннаи он ба 789 долларро ташкил дод, нисбат ба соли гузашта 4,2 фоиз ё 32 доллар афзоиш ёфтааст. Дар бозори чаканаи шаҳри Душанбе ва минтақаҳои дигар фурӯши сӯзишвори бензини АИ – 92 бо нархи 11,5 то 12 сомонӣ ва сӯзишвории дизелӣ ба 17 сомонӣ барои як литр фурӯхта мешавад.

Партови асосии сӯзишвориҳои нафтӣ ин газҳои ихроҷшуда ва аэрозолҳо ба ҳисоб меравандд. Газҳое, ки ҳангоми сухтани сӯзишвориҳои муҳаррикии нақлиёти автомобилӣ хориҷ мегарданд, ин маҳсули реаксияи химиявии оксидшавии нопурраи сӯзишвории карбогидрогенӣ мебошанд. Маҳз ҳамин газҳои ихроҷшудаи муҳаррикӣ боиси сабаби асосии зиёд гардидани ғализоти иҷозатдодашудаи моддаҳои заҳрнок ва кансерогенҳо дар атмосфераи шаҳрҳои калон ва аҳолии зичдошта мегарданд.

Таҳқиқоти гузаронидашуда ва мушоҳидаҳо нишон дод, ки тамбашавии ҳаракати нақлиёти автомобилӣ боиси аз меъёр зиёд хориҷ гаштани партовҳои газӣ ва аэрозолӣ гардида, ки дар натиҷа сабаби маъмулии заҳролудшавӣ дар ҷойҳои маҳдуд мегардад. Ғализоти партовҳои марбут ба моддҳои ифлоскунандае, ки аз нақлиёти автомобилӣ ба атмосфера партофта мешавад он аз рӯйи хаҷми умумӣ ва таркиби газҳои хориҷшуда муайян карда мешаванд. Ғализоти ифлоскунандаҳо, асосан, аз рӯйи миқдори умумии сарфи Сӯзишворӣ нисбат ба масофаи тайнамудаи нақлиёти автомобилӣ муайян карда мешавад.

3.3.2. Таъсири баландӣ аз сатҳи баҳр ба таркиби газҳои истифодашудаи автомобили бензинӣ дар роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол»

«Аз Душанбе то даромадгоҳи ҷанубии нақби «Истиқлол» роҳ дар масофаи тақрибан 55 км (бо хати рост) тақрибан 1800 м баланд мешавад. Дар ин қитъа фишори атмосферӣ қариб панҷяк паст мегардад, вале меъёрҳои таркиби моддаҳои зараровар дар газҳои истифодашуда ва усулҳои санҷиши онҳо барои ҳамворӣ ва баландкӯҳ ягонаанд» [31]. Таҳқиқоти хориҷӣ нишон медиҳанд, ки таъсири баландӣ ба партовҳо аз навъи муҳаррик, реҷаи кор ва усули ченкунӣ вобаста буда, якхела нест [159, 164, 165, 175, 177, 190]. Дар шароити Тоҷикистон ин масъала асосан аз нигоҳи сарфи сӯзишворӣ ва бехатарии ҳаракат омӯхта шудааст [12, 74]; ҷанбаи экологии он кам таҳқиқ гардидааст.

Мақсади ин зербоб – миқдоран арзёбӣ кардани тағйири консентратсияи CO, CH, NO_x ва CO_2 дар газҳои истифодашудаи автомобили бензинӣ дар фосилаи баландиҳои 801–2615 м дар шароити воқеии роҳ. Натиҷаҳо барои муқоисаи минбаъдаи бензин ва омехтаҳои бензин-биоэтанол ҳамчун «хатти асосӣ» хизмат мекунанд (зербоби 3.3.3).

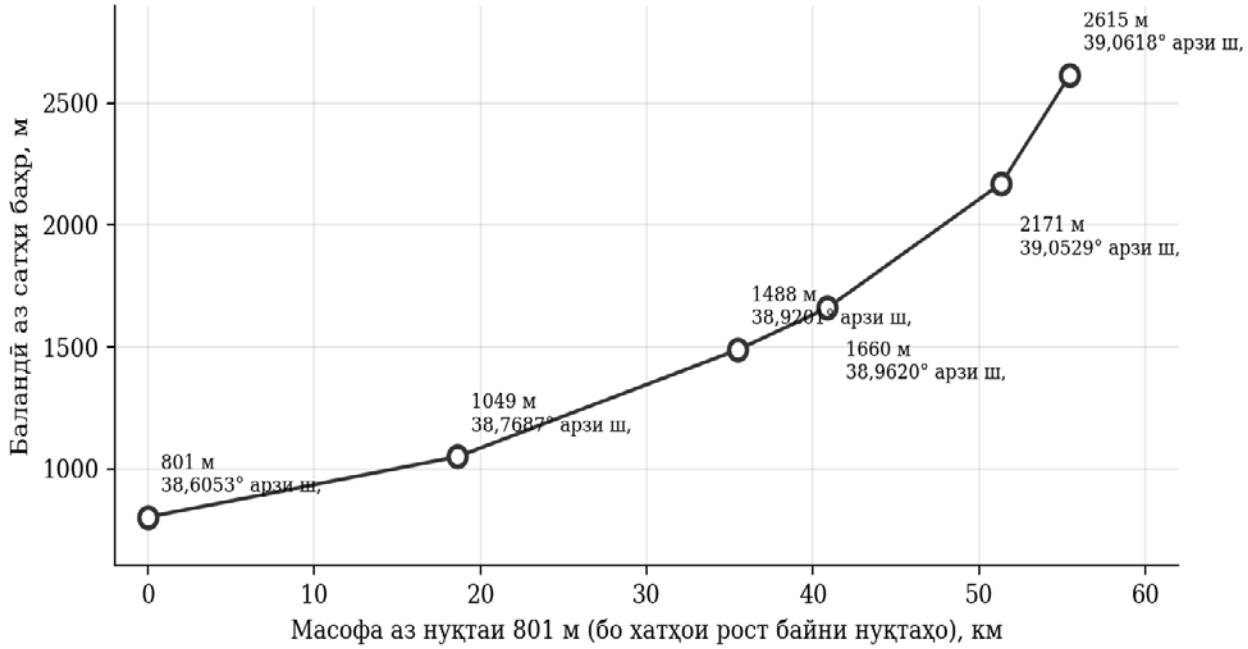
Объект ва усули озмоиш.

Объекти озмоиш автомобили сабукрави Lexus RX 450h (соли истеҳсол 2015) бо дастгоҳи қувваи гибридӣ ва муҳаррики бензинӣ буд. Ченкуниҳо 22.09.2026 ҳангоми баромадан аз роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол» дар водии дарёи Варзоб, аз ҳудуди МБГ-и Душанбе то даромадгоҳи ҷанубии нақб, гузаронида шуданд [13-М]. Шаш нуқтаи ченкунӣ дар баландиҳои 801, 1049, 1488, 1660, 2171 ва 2615 м интихоб гардиданд (ҷадвали 3.6); координатаҳо ва баландиҳо бо барномаи GPS Info бо дақиқии 4–9 м муайян карда шуданд. Буриши тӯлии қитъа дар расми 3.15 нишон дода шудааст.

Ҷадвали 3.6. – Нуқтаҳои ченкунӣ ва шароити гузаронидани озмоиш

Баландӣ, м	Арзи шимолӣ, °	Тӯли шарқӣ, °	Фишор, кПа	t_x, °C	$n_{ГОЗ}$, дақ$^{-1}$	$n_{ГБЗ}$, дақ$^{-1}$
801	38,60528	68,77242	92,3	31	677	2547
1049	38,76874	68,81922	87,45	29	672	2533
1488	38,92015	68,80927	85,36	27	665	2533
1660	38,96203	68,77771	83,9	26	673	2583
2171	39,05289	68,74636	78,3	25	672	2583
2615	39,06175	68,70007	74,6	24	673	2558

Эзоҳ: *t_x – ҳарорати ҳаво; n – басомади миёнаи гардиши валли зонунокӣ дар силсила; ГОЗ – Гардиши озоди зонунавард; ГБЗ – гардиши баланди зонунавард. Таҳияи муаллиф [20-М].*



Расми 3.15. – Буриши тӯлии қитъаи Душанбе – нақби «Истиқлол» бо нуқтаҳои ченкунӣ (таҳияи муаллиф)

Таркиби газҳои истифодашуда бо газтаҳлилкунандаи чоркомпонентаи «Автотест» (истеҳсоли ҶДММ «МЕТА») муайян карда шуд. Зонди намунагир ба қубури ихроҷ гузошта мешуд (расми 3.16). Муҳаррик то ҳарорати корӣ гарм карда шуд: ҳарорати равған дар ҳамаи силсилаҳо 84–88 °C буд. Дар ҳар нуқта ду силсилаи шашченкунӣ ичро гардид: дар гардиши холӣ (ГОЗ, 630–700 дақ$^{-1}$) ва дар гардиши баланди валли зонунокӣ (ГБЗ, 2350–2700 дақ$^{-1}$); ҳамагӣ 72 ченкунӣ ба даст омад. Нишондодҳои CH ва NO_x бо дискретии 1 млн$^{-1}$ сабт шуданд.



Расми 3.16. – Раванди ченкунӣ бо газтаҳлилкунандаи «Автотест» дар роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол»

Натиҷаҳои ченкуниҳои мустақим барои силсилаи n = 6 коркард шуданд. Қимати миёна ва инҳирофи миёнаи квадратии ченкунии алоҳида бо формулаҳои (3.9), сарҳадҳои фосилаи эътимод ва хатогии нисбӣ бо формулаҳои (3.10) ҳисоб карда шуданд:

$$\bar{x} = (1/n)\cdot\Sigma x_i; \quad S = \sqrt{[\Sigma(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)]}, \tag{3.9}$$

$$\Delta x = t(P; n)\cdot S/\sqrt{n}; \quad \varepsilon = \Delta x / \bar{x} \cdot 100\ \%, \tag{3.10}$$

дар ин ҷо t(P; n) = 2,571 – коэффитсиенти Стюдент ҳангоми эҳтимолияти эътимоди P = 0,95 ва n − 1 = 5 дараҷаи озодӣ. Вобастагии ҳар нишондиҳанда аз баландии H (км) бо модели хаттӣ тавсиф карда шуд:

$$y = a + b\cdot H, \tag{3.11}$$

ки параметрҳои он бо усули квадратҳои хурдтарин аз рӯи 36 ченкунии инфиродии ҳар реҷа ёфта шуданд. Аҳамияти коэффитсиенти b бо t-меъёр, фарқи байни гурӯҳҳои баландӣ бо таҳлили дисперсионии якомила ва фарқи реҷаҳо дар як нуқта бо меъёри Уэлч санҷида шуд; сатҳи аҳамият 0,05 қабул гардид.

Натиҷаҳо. Натиҷаҳои ҷамъбастӣ дар ҷадвали 3.7, параметрҳои вобастагиҳо аз баландӣ дар ҷадвали 3.8 ва тасвири графикии онҳо дар расми 3.17 оварда шудаанд.

Карбогидрогенҳо ба баландӣ аз ҳама бештар ҳассосанд. Дар ГОЗ консентратсияи онҳо аз 15,17 ± 0,43 млн$^{-1}$ дар наздикии Душанбе то 32,33 ± 1,08 млн$^{-1}$ дар баландии 2615 м афзуд, дар ГБЗ аз 14,50 ± 0,57 то 32,67 ± 2,45 млн$^{-1}$. Афзоиш қариб хаттӣ аст: коэффитсиенти b 9,37 млн$^{-1}$/км дар ГОЗ ва 9,67

млн$^{-1}$/км дар ГБЗ, коэффитсиенти детерминатсия 0,978 ва 0,952 мебошад. Реҷаи кор ба миқдори CH амалан таъсир намерасонад: фарқи аҳамиятнок байни ГОЗ ва ГБЗ танҳо дар нуқтаи 801 м ($p = 0,04$) дида шуд, дар дигар нуқтаҳо $p = 0,19–0,76$.

Ҷадвали 3.7. – Миқдори компонентҳо дар газҳои истифодашуда, $\bar{x} \pm \Delta x$ (P = 0,95; n = 6)

Нишондиҳанда	Реҷа	801 м	1049 м	1488 м	1660 м	2171 м	2615 м
CO, %	ГОЗ	0,077 ± 0,014	0,085 ± 0,011	0,088 ± 0,015	0,080 ± 0,016	0,063 ± 0,023	0,058 ± 0,028
	ГБЗ	0,173 ± 0,031	0,120 ± 0,024	0,127 ± 0,029	0,150 ± 0,033	0,143 ± 0,055	0,157 ± 0,043
CH, млн$^{-1}$	ГОЗ	15,17 ± 0,43	18,67 ± 0,54	22,17 ± 0,43	25,17 ± 0,43	29,00 ± 0,66	32,33 ± 1,08
	ГБЗ	14,50 ± 0,57	18,33 ± 0,86	21,50 ± 1,10	24,67 ± 0,86	28,17 ± 1,39	32,67 ± 2,45
NO_x, млн$^{-1}$	ГОЗ	5,83 ± 1,03	4,50 ± 1,10	3,33 ± 1,08	2,33 ± 0,54	1,33 ± 1,08	0,67 ± 0,54
	ГБЗ	7,83 ± 0,79	6,83 ± 0,79	5,50 ± 0,57	4,17 ± 0,79	3,33 ± 0,54	1,33 ± 0,54
CO_2, %	ГОЗ	14,13 ± 0,40	13,78 ± 0,42	13,31 ± 0,39	12,96 ± 0,34	12,53 ± 0,20	12,12 ± 0,60
	ГБЗ	14,76 ± 0,53	14,42 ± 0,22	14,20 ± 0,22	13,89 ± 0,29	13,72 ± 0,32	13,58 ± 0,42

Эзоҳ: *таҳияи муаллиф [13-М].*

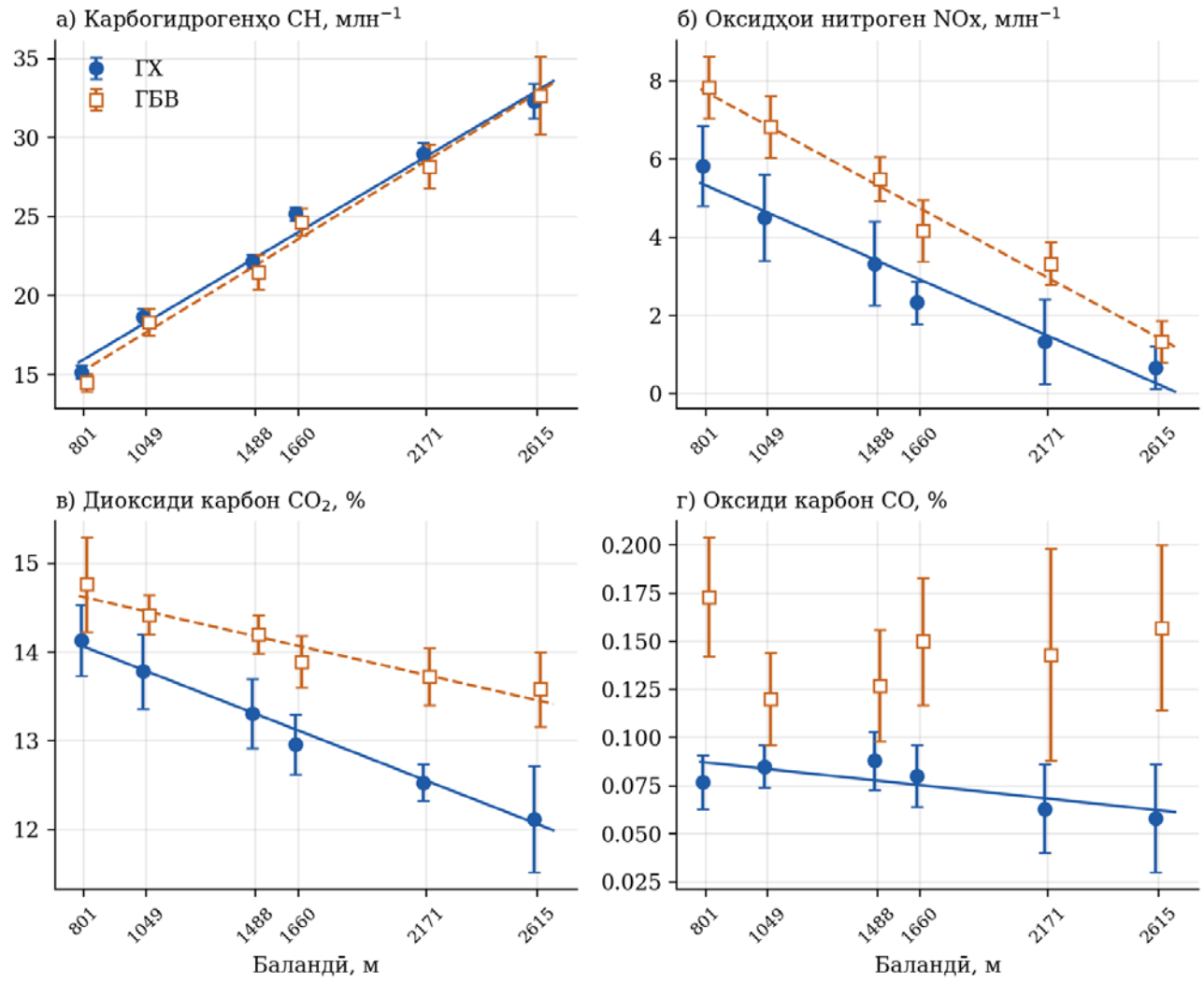
Оксидҳои нитроген рафтори баръакс доранд. Дар ГОЗ миқдори миёнаи NO_x аз 5,83 то 0,67 млн$^{-1}$ (88,6%), дар ГБЗ аз 7,83 то 1,33 млн$^{-1}$ (83,0%) кам шуд. Қиматҳои мутлақ дар ин ҷо хурд буда, бо дискретии ҳисоб (1 млн$^{-1}$) қиёспазиранд; аз ин рӯ, дар нуқтаҳои 2171 ва 2615 м хатогии нисбии силсилаҳои ГОЗ то 81% мерасад. Бо вуҷуди ин, тамоюл возеҳ аст ($R^2 = 0,79$ ва 0,91; $p < 0,001$).

Ҷадвали 3.8. – Параметрҳои вобастагии хаттии y = a + b·H (H, км) аз рӯи 36 ченкунии ҳар реҷа

Нишондиҳанда	Реҷа	a	b, воҳ./км	R^2	p (b)	p (ANOVA)	Δ, %
Оксиди карбон CO, %	ГОЗ	0,098	−0,0137	0,187	0,008	0,039	−23,9
	ГБЗ	0,142	0,0019	0,001	0,854	0,137	−9,6
Карбогидрогенҳо CH, млн$^{-1}$	ГОЗ	8,47	9,37	0,978	< 0,001	< 0,001	+113,2
	ГБЗ	7,53	9,67	0,952	< 0,001	< 0,001	+125,3
Оксидҳои нитроген NO_x, млн$^{-1}$	ГОЗ	7,58	−2,81	0,793	< 0,001	< 0,001	−88,6
	ГБЗ	10,50	−3,47	0,914	< 0,001	< 0,001	−83,0
Диоксиди карбон CO_2, %	ГОЗ	14,94	−1,10	0,781	< 0,001	< 0,001	−14,2
	ГБЗ	15,13	−0,64	0,599	< 0,001	< 0,001	−8,0

Эзоҳ: Δ – тағйири қимати миёна дар нуқтаи 2615 м нисбат ба нуқтаи 801 м. Таҳияи муаллиф [13-М].

Ҳиссаи ҳаҷмии CO_2 дар ГОЗ 14,2% (аз 14,13 то 12,12%) ва дар ГБЗ 8,0% (аз 14,76 то 13,58%) кам шуд. Барои CO вобастагии устувор аз баландӣ вуҷуд надорад. Дар ГБЗ регрессия аҳамиятнок нест ($p = 0,85$) ва таҳлили дисперсионӣ фарқи байни нуқтаҳоро ошкор накард ($p = 0,14$). Дар ГОЗ алоқа формалан аҳамиятнок ($p = 0,008$), вале заиф аст ($R^2 = 0,19$) ва ба самти коҳиши CO бо баландӣ равона шудааст. Дар ҳамаи нуқтаҳо ГБЗ нисбат ба ГОЗ миқдори баландтари CO, NO_x ва CO_2 дод (меъёри Уэлч, $p < 0,05$).



Расми 3.17. – Вобастагии миқдори CH (а), NO_x (б), CO_2 (в) ва CO (г) аз баландӣ: нуқтаҳо – қиматҳои миёна бо фосилаи эътимод (P = 0,95), хатҳо – регрессияҳои аҳамиятнок; ● – ГОЗ, □ – ГБЗ (таҳияи муаллиф)

Муҳокимаи натиҷаҳо. Чаро миқдори карбогидрогенҳо қариб ду баробар меафзояд, вале CO тағйир намеёбад? Системаи идоракунии муосир бо алоқаи баръакс аз датчикҳои оксиген таркиби омехтаро ҳатто ҳангоми паст шудани

зичии ҳаво ба стехиометрӣ наздик нигоҳ медорад; бойшавии омехта, ки ба муҳаррикҳои карбюраторӣ хос аст, дар ин ҷо интизор намеравад. «Афзоиши CH бо маълумоти камераи баландӣ мувофиқ аст, ки онро ба бадшавии сӯзиш нисбат медиҳанд» [177]: ҳангоми зичии камтари заряд фишор ва ҳарорати охири фишурдан паст мешаванд, шӯъла сусттар паҳн мегардад ва ҳиссаи сӯзишвории насӯхта дар назди деворҳо ва холигиҳои камера меафзояд. Ин механизмро бо маълумоти мавҷуда мустақиман санҷидан ғайриимкон аст. Он ҳоло фарзия боқӣ мемонад.

«Коҳиши NO_x бо ҳамон сабаб, вале бо аломати баръакс шарҳ дода мешавад: ҳосилшавии оксидҳои нитроген асосан аз ҳарорати авҷии сӯзиш вобаста аст ва ҳангоми заряди тунук ин ҳарорат пасттар мебошад. Коҳиши монанди NO_x дар қитъаи ибтидоии афзоиши баландӣ» [177] тавсиф шудааст; «дар муҳаррики дизелӣ дар гардиши холӣ ин таъсир зоҳир нагардидааст» [190], ки вобастагии натиҷаро аз навъи раванди корӣ нишон медиҳад.

Тағйири CO_2 таваҷҷуҳи алоҳида талаб мекунад. Фишори атмосферӣ байни нуқтаҳои канорӣ 19,2%, зичии ҳаво бо назардошти ҳарорат тахминан 17,3% ва ҳиссаи ҳаҷмии CO_2 дар ГОЗ 14,2% паст шуд. Коэффитсиенти коррелятсияи қиматҳои миёнаи CO_2 бо фишор 0,98 (ГОЗ) ва 0,97 (ГБЗ) мебошад. Чунин наздикӣ нишон медиҳад, ки қисми коҳиш метавонад на аз раванди сӯзиш, балки аз кори канали оптикии газтаҳлилкунанда ҳангоми фишори пасти намуна вобаста бошад. Агар асбоб ислоҳи худкор аз рӯи фишор надошта бошад, нишондодҳои он дар кӯҳ ҳисоби дубора талаб мекунанд. Коҳиши ҳиссаи ҳаҷмии CO_2 маънои коҳиши партови массавӣ ба ҳар километри роҳро надорад: озмоишҳои роҳӣ, баръакс, афзоиши партови CO_2-ро бо баландӣ қайд мекунанд [164, 165, 175]. Зиддият дар ин ҷо нест, зеро бузургиҳои гуногун чен карда мешаванд.

Аз рӯи миқдори CO автомобил дар ҳамаи нуқтаҳо ба ҳадди «ГОСТ 33997–2016 барои воситаҳои нақлиёти синфи экологии 4 ва болотар (0,3% дар басомади ҳадди ақал ва 0,2% дар басомади баланди гардиш) мувофиқ аст» [31]. Бо карбогидрогенҳо вазъ дигар аст: ҳангоми ду баробар афзудани CH захира то

ҳадди меъёрӣ дар автомобилҳои дорои системаҳои фарсудаи оташгиронӣ ва безараргардонӣ метавонад дар кӯҳ пештар аз ҳамворӣ тамом шавад.

Маҳдудиятҳои озмоиш возеҳанд. Як автомобил озмуда шуд, бинобар ин фосилаҳои эътимод такроршавандагии ченкуниро тавсиф мекунанд, на парокандагиро дар парк. Баландӣ ва ҳарорати ҳаво (аз 24 то 31 °C) якҷоя тағйир ёфтанд ва ҷудо кардани таъсири онҳо аз рӯи ин маълумот ғайриимкон аст. Ченкуниҳо дар автомобили беҳаракат, бе сарбории хоси баромадан, анҷом ёфтанд; ба таъсири воқеии «роҳӣ нишебии роҳ» [180] ва «тарзи ҳаракат» [173] низ илова мешаванд. «Аз рӯи консентратсияҳо дар бораи партовҳои массавӣ, ки барои инвентаризатсияи газҳои гулхонаӣ лозиманд» [105], хулоса баровардан мумкин нест; барои ин озмоишҳо бо системаи бортии ченкунии сарфи газҳои истифодашуда (PEMS) зарур мебошанд.

Хулосаи зербоб. Ҳангоми баромадан аз 801 то 2615 м (паст шудани фишор аз 92,3 то 74,6 кПа) консентратсияи карбогидрогенҳо дар газҳои истифодашудаи автомобили гибридии бензинӣ 113,2% (ГОЗ) ва 125,3% (ГБЗ) афзуд, ки тақрибан 9,4–9,7 млн$^{-1}$ ба ҳар 1000 м мебошад; NO_x 83,0–88,6% ва ҳиссаи ҳаҷмии CO_2 8,0–14,2% кам шуданд, CO бошад вобастагии устувор надорад (қиматҳои миёна ≤ 0,18%). Маҳз афзоиши карбогидрогенҳо дар баландӣ ҳадафи асосии истифодаи оксигенатҳо, аз ҷумла биоэтанол, мегардад.

3.3.3. Асосноккунии истифодаи омехтаҳои бензин-биоэтанол дар шароити баландкӯҳ

Натиҷаҳои зербоби 3.3.2 мушкилро равшан нишон медиҳанд: бо баландӣ на CO, балки карбогидрогенҳои насӯхта меафзоянд. Оё иловаи биоэтанол ин афзоишро ҷуброн карда метавонад? Ҷавоби бевоситаро танҳо озмоиши муқоисавӣ дар ҳамон масир ва бо ҳамон протокол медиҳад. Дар ин ҷо заминаи назариявӣ ва маълумоти адабиёт ҷамъбаст мешавад.

Молекулаи этанол (C_2H_5OH) тахминан 34,7% оксигени массавӣ дорад. Дар омехтаи E10 (10% ҳаҷмии этанол) ҳиссаи оксиген дар сӯзишворӣ тахминан 3,5–3,7% (массавӣ) аст. Барои сӯзиши стехиометрии 1 кг бензин тахминан 14,6–

14,7 кг ҳаво лозим аст, барои E10 бошад тахминан 14,1 кг. Агар ин бузургиҳо бо паст шудани зичии ҳаво дар масири Варзоб (тахминан 17,3% байни нуқтаҳои 801 ва 2615 м) муқоиса шаванд, маълум мегардад, ки оксигени сохтории E10 норасоии ҳаворо ҷуброн намекунад. Нақши воқеии оксигенатҳо дигар аст: дар муҳаррикҳои бе алоқаи баръакс (карбюраторӣ, кӯҳна) онҳо омехтаро камбағалтар карда, пурраги сӯзишро дар минтақаҳои маҳаллии бой беҳтар менамоянд [172, 185].

Маълумоти адабиёт ин хулосаро дақиқ мекунад. «Дар омехтаҳои паст (E5–E20) коҳиши CO ва HC бештар дар муҳаррикҳои карбюраторӣ ва реҷаҳои бо омехтаи бой зоҳир мешавад, NO_x бошад вобаста ба реҷа ҳам меафзояд ва ҳам кам мешавад» [185]. «Дар Богота (тахминан 2600 м) ҳангоми E20 дар қудрат, сарфи сӯзишворӣ ва партовҳои танзимшаванда фарқи оморан аҳамиятнок ошкор нашуд, вале партови формалдегид, этан, этилен ва этанол 20–40% кам гардид» [187]. «Дар стенди муҳаррик дар ҳамон баландӣ сарфи хоси сӯзишворӣ дар 4300 дақ$^{-1}$ бо иловаи этанол 7–55% афзуд» [156]. «Дар ченкуниҳои роҳӣ E10 формалдегидро ба ҳисоби миёна 14% зиёд кард» [182].

Ҷадвали 3.9. – Таъсири интизоршавандаи омехтаи E10 нисбат ба бензини E0 дар шароити баландкӯҳ (аз рӯи маълумоти адабиёт)

Нишондиҳанда	Тамоюли интизоршаванда	Шартҳо ва эзоҳ	Манбаъ
CO	кам мешавад ё тағйир намеёбад	коҳиш асосан дар муҳаррикҳои карбюраторӣ ва реҷаҳои бой; дар системаҳои бо идоракунии λ ночиз	[185, 187]
CH (HC)	кам шудан имконпазир аст	самара бояд маҳз дар баландкӯҳ, ки CH меафзояд, санҷида шавад (зербоби 3.3.2)	[156, 185]
NO_x	аз реҷа вобаста (±)	дар гардишҳои паст метавонад кам, дар баланд зиёд шавад	[156, 182, 185]
Алдегидҳо	меафзоянд	формалдегид дар E10 ба ҳисоби миёна +14%; дар омехтаҳои баланд алдегиди атсетат чандкарата	[182, 183]
Сарфи ҳаҷмии сӯзишворӣ	каме меафзояд	бо гармии пасттари сӯзиши этанол алоқаманд аст; бо ченкунӣ тасдиқ карда шавад	[156, 185]
Устувории фазавӣ	хатар ҳангоми ҳузури об	барои омехта этаноли беоб лозим аст; миқдори об мувофиқи EN 15376	[152, 172]

Эзоҳ: ҷадвал аз рӯи маълумоти адабиёт таҳия шудааст.

Аз гуфтаҳои боло се хулосаи амалӣ бармеояд. Якум, интизор шудани коҳиши 20–30%-и сарфи сӯзишворӣ бо E10 асос надорад: сарфи ҳаҷмӣ бо назардошти гармии пасттари сӯзиши этанол одатан каме меафзояд. Дуюм, самараи экологии E10 дар автомобилҳои муосир бештар дар CH ва партовҳои танзимнашаванда, дар парки кӯҳнаи карбюраторӣ дар CO низ интизор меравад. Сеюм, назорати алдегидҳо ҳатмист, зеро онҳо бо иловаи этанол меафзоянд [182, 183].

Талаботи сифат низ ҳалкунанда аст. «Барои омехта бо бензин этаноли беоб лозим аст, ки миқдори об дар он тибқи EN 15376 ба ҳиссаҳои даҳуми фоиз маҳдуд мебошад» [152]. Этаноли 96–98%, ки дар зербоби 3.2.5 ба даст омадааст, ба ин талабот ҷавоб намедиҳад: «азеотропи этанол–об бо ректификатсияи оддӣ шикаста намешавад» [172], ва ҳузури об дар омехта хатари ҷудошавии фазаҳоро ба миён меорад. Бинобар ин пеш аз озмоишҳои нақлиётӣ марҳилаи обгирӣ ва санҷиши сифати омехта тибқи ГОСТ 32513–2013 [30] зарур аст.

Пешниҳодот оид ба арзёбии истифодаи биоэтанол ҳамчун сӯзишвории экологӣ дар нақлиёти автомобилӣ:

1. Ашёи хом ва технология: Муайян карда шуд, ки коркарди биотехнологии ғӯзапояи пахта имкон медиҳад, то дар шароити Тоҷикистон манбаи устувори ашёи хом барои истиҳсоли биоэтаноли насли дуюм ($2G$) ба вуҷуд оварда шавад. Ин раванд сӯзондани биомассаро дар саҳроҳо ба куллӣ кам карда, ҳаҷми партови газҳои гулхонагиро (CO_2) дар бахши аграрӣ коҳиш медиҳад.

2. Маҳсулоти комплексӣ: Нишон дода шуд, ки технологияи таҳияшудаи гидролизи кислотавии ғӯзапоя (ҳосили таҷрибавии этанол бояд дақиқ карда шавад) имкон медиҳад, то маҳсулоти иловагии арзишманд – консентрати полифенолии госсипол (барои соҳаи фармасевтӣ), кислотаҳои лиму ва себ (барои саноати хӯрокворӣ) ба таври комплексӣ ҷудо карда шаванд.

3. Оптимизатсияи сӯзишворӣ: Дар асоси омӯзиши хосиятҳои физикию кимиёвии сӯзишвории омехтаи бензин-этанолӣ омехтаи E10 (10% ҳаҷмии

биоэтаноли беоб) ҳамчун таносуби ибтидоӣ барои озмоиш пешниҳод мешавад; устувории фазавӣ ва мутобиқати он бо муҳаррикҳо бояд таҷрибавӣ тасдиқ карда шавад.

4. Самаранокии экологӣ дар баландкӯҳ: Дар роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол» бо баландшавӣ аз 801 то 2615 м консентратсияи CH дар газҳои истифодашуда қариб ду баробар (113–125%) афзуда, NOx 83–89% ва CO_2 8–14% кам шуд. Ин натиҷаҳо зарурати санҷиши омехтаҳои биоэтанолӣ маҳз дар шароити баландкӯҳ ва ворид кардани ислоҳи фишорро ба усули назорати заҳрнокӣ нишон медиҳанд.

5. Истифодаи васеи биоэтанол ҳамчун иловаи сӯзишворӣ: Таҳқиқот нишон дод, ки илова кардани биоэтанол ба бензин метавонад ба беҳтар шудани хусусиятҳои экологии партови муҳаррикҳо оварда расонад. Бинобар ин, истифодаи биоэтанолро ҳамчун иловаи сӯзишворӣ дар нақлиёти автомобилӣ бояд ҳавасманд ва ҷорӣ кард.

6. Такмили технологияи истеҳсоли биоэтанол аз ғӯзапоя: Коркарди технологияи нави истеҳсоли биоэтанол аз ғӯзапоя имкон медиҳад, ки ашёи хоми партовҳо ва маҳсулоти иловагӣ самаранок истифода шаванд. Ин технологияро бояд минбаъд такмил дод ва дар амал татбиқ намуд.

7. Ҳавасмандгардонии истифодаи нақлиёти дорои партовҳои кам: Таҳқиқот нишон дод, ки партовҳои нақлиёт вобаста ба намуди сӯзишворӣ ва минтақаи истифодашаванда фарқ мекунанд. Ҳукумат ва ҷомеа бояд истифодаи нақлиётеро, ки партовҳои камтар хориҷ мекунад, аз ҷумла нақлиёти муҷаҳҳаз бо муҳаррикҳои биоэтанолӣ ҳавасманд гардонанд.

8. Гузаронидани таҳқиқоти иловагӣ дар соҳаи истифодаи биоэтанол. Барои пурра дарк кардани потенциали биоэтанол ҳамчун сӯзишвории экологӣ ва оптимизатсияи истифодаи он гузаронидани таҳқиқоти иловагӣ зарур аст. Ин метавонад таҳқиқоти такмили технологияи истеҳсол, омӯзиши таъсири дарозмуддати истифодаи биоэтанол ба муҳаррикҳо ва муҳити зист, инчунин таҳлили иқтисодии истифодаи онро дар бар гирад.

9. Баланд бардоштани маърифати ҷомеа дар бораи афзалиятҳои истифодаи биоэтанол. Барои ҳавасманд кардани истифодаи васеи биоэтанол муҳим аст, ки аҳолӣ аз фоидаҳои экологӣ ва иқтисодии он огоҳ бошанд. Ташкили барномаҳои иттилоотӣ ва маърифатӣ метавонад ба ҳалли ин масъала мусоидат кунад.

Ин пешниҳодот бевосита аз натиҷаҳои асосии таҳқиқоти дар боб тасвиршуда бармеоянд ва ба мақсади асосии он – арзёбии истифодаи биоэтанол ҳамчун сӯзишвории экологӣ дар нақлиёти автомобилӣ равона карда шудаанд. Тавсияҳои мушаххаси пешниҳодгардида метавонанд ба беҳтар шудани вазъи экологӣ тавассути истифодаи васеи биоэтанол мусоидат намоянд.

Хулосаҳо

1. Дар асоси таҳлили адабиёти илмӣ ва усулҳои химияи органикӣ ва усулҳои таҳлили биохимиявӣ таркиби химиявии карбогидрогенҳои нафтии марбута ба фраксияи бензинии нафтӣ мавриди таҳлил ва омӯзиш қарор дода шуда, эҳтимоли таъсири манфии онҳо ба фаъолияти муътадили растаниҳо ва организми инсон муайян карда шудааст. Дар баробари идентификатсияи таркиби химиявии карбогидрогенҳои нафтӣ инчунин, мушкилоти экологии соҳаи мазкур ошкор гардида, роҳҳои бартараф намудани он муайян карда шудааст [2-М, 4-М, 5-М, 7-М, 11-М, 12-М, 18-М, 19-М].

2. Тавассути усули биотехнологӣ технологияи муфид ва аз ҳаммонандҳои худ афзалияти экологидоштаи ҳосил намудани биоэтанол дар асоси ғӯзапояи пахта коркард гардидаст. Муайян карда шудааст, ки истифодаи ғӯзапояи пахта ҳамчун ашёи хоми ибтидоӣ дар истеҳсол намудани биоэтанол нисбат ба технологияҳои маълум ва ҳаммонанди он дорои як зумра афзалиятҳои экологӣ мебошад. Дар рафти амалӣ намудани вазифаҳои гузошташуда ҷанбаҳои экологӣ, биохимиявӣ, физикию химиявӣ ва технологии он таҳқиқ гардидааст. Бо мақсади баланд бардоштани самаранокии экологии технологияи коркардгардида, пеш аз туршонидани ферментативӣ технологияи

муфиди бойгардонии ангиштобҳои таркиби ғӯзапояи пахта коркард гардидааст [4-М, 7-М, 11-М, 12-М, 20-М].

3. Бо мақсади истифодаи биоэтаноли ҳосилкардашуда ҳамчун модификатори коҳишдиҳандаи партовҳои газии аз нақлиёти автомобили хориҷшаванда он коркарди махсус карда мешавад, ки дар натиҷа он ба биоэтаноли ғализаташ 98% табдил дода мешавад. Ин консентратсия барои омехта бо бензин нокифоя буда, марҳилаи иловагии обгирӣ то сатҳи этаноли сӯзишворӣ талаб мекунад. Дар асоси таҳлили маълумоти адабиёт ва ҳисоби тавозуни оксиген нишон дода шуд, ки омехтаи E10 норасоии ҳаворо дар баландкӯҳ ҷуброн намекунад, вале метавонад партови CH ва CO-ро дар муҳаррикҳои бе алоқаи баръакс коҳиш диҳад; ин самара бояд тибқи барномаи таҷрибаҳои иловагӣ тасдиқ карда шавад [4-М, 7-М, 11-М, 12-М, 13-М, 18-М, 19-М, 20-М].

4. Дар роҳи Душанбе – нақби «Истиқлол» бо баландшавӣ аз 801 то 2615 м (паст шудани фишор аз 92,3 то 74,6 кПа) консентратсияи карбогидрогенҳо дар газҳои истифодашудаи автомобили гибридии бензинӣ 113,2% (дар гардиши холӣ) ва 125,3% (дар гардиши баланд) афзуд, ки тақрибан 9,4–9,7 млн$^{-1}$ ба ҳар 1000 м мебошад (R^2 = 0,95–0,98). Миқдори NO_x 83,0–88,6% ва ҳиссаи ҳаҷмии CO_2 8,0–14,2% кам шуд; вобастагии устувори CO аз баландӣ ошкор нашуд (қиматҳои миёна ≤ 0,18%) [13-М].

5. Наздикии коҳиши ҳиссаи ҳаҷмии CO_2 ба коҳиши фишори атмосферӣ зарурати ба назар гирифтани усули ҷубронкунии фишорро дар газтаҳлилкунандаҳо ҳангоми назорати заҳрнокӣ дар кӯҳ нишон медиҳад. Барои арзёбии бори экологии роҳҳои кӯҳии Тоҷикистон гузариш аз консентратсияҳо ба партовҳои хоси массавӣ (г/км) ва васеъ кардани интихоби автомобилҳо зарур аст [13-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот

1. Ба Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон: Тавсия дода мешавад, ки вобастагиҳои муайяншудаи таркиби газҳои истифодашуда аз баландӣ (аз ҷумла ислоҳи фишор дар усули назорати

захрнокӣ) ҳангоми таҳияи стандартҳои миллии экологӣ ва мониторинги сифати ҳавои атмосферии шаҳрҳои бузург ва шоҳроҳҳои баландкӯҳи ҷумҳурӣ истифода бурда шаванд.

2. Ба Вазорати кишоварзии Ҷумҳурии Тоҷикистон: Тавсия дода мешавад, ки усули ҷамъоварӣ ва коркарди саноатии ғӯзапояи пахта ҳамчун технологияи «сабз» барои пешгирӣ аз сӯзондани маводи биологӣ дар заминҳои кишт ҷорӣ карда шавад.

3. Ба Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон: Тавсия дода мешавад, ки схемаи технологии комплексии коркарди ғӯзапоя (бо ҷудокунии госсипол ва кислотаҳои органикӣ) ҳангоми лоиҳакашии корхонаҳои хурд ва миёнаи кимиёвию фармасевтӣ дар доираи барномаи давлатии ивазкунандаи воридот ба назар гирифта шавад.

4. Ба ширкатҳои таъминкунандаи сӯзишворӣ (масалан, «Газпромнефть-Таджикистан» ва ғ.): Тавсия дода мешавад, ки пас аз тасдиқи сифати омехтаи Е10 тибқи ГОСТ 32513–2013 ва натиҷаҳои озмоишҳои иловагӣ, истифодаи озмоишии он дар воситаҳои нақлиёти минтақаҳои кӯҳистон баррасӣ карда шавад.

РӮЙХАТИ АДАБИЁТ

1. Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. Гузориши миллии чаҳоруми Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба Конвенсияи қолабии СММ дар бораи тағйирёбии иқлим. Душанбе, 2019.

2. Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон соли 2025. С.442.

3. Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Нишондиҳандаҳои ҳифзи муҳити зист ва истифодаи захираҳои табиӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон: Маҷмӯаи оморӣ. – Душанбе: Агентии омор, 2025. – С. 38–46.

4. Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Фаъолияти беруниқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон: Маҷмӯаи оморӣ / Агентии омор. – Душанбе, 2026. – С. 112–118.

5. Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Ҳифзи муҳити зист дар Ҷумҳурии Тоҷикистон: Маҷмӯаи омории расмӣ. – Душанбе: Агентии омор, 2025. – С. 45–52.

6. Бандшоев С.Қ., Хоҷаев П.С. Химияи физикавӣ ва колоидӣ: Усулҳои хроматографӣ дар таҳлили растаниҳо. – Душанбе: Дониш, 2018. – 180 с.

7. Гулахмадов Х.Ш. Ҷанбаҳои физикию химиявӣ ва экологии ҳосил намудани биогаз дар асоси растаниҳои флораи минтақаҳои осебпазири КВД «ШАТ»/ Д.Э. Иброгимов., Ҳ.Ш. Гулаҳмадов., Т.Н. Зайниддинов. // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. (Бахши илмҳои табиӣ) (ISSN-2413-452X) - 2020.№4. С.212-221.

8. Гулахмадов Х.Ш. Экология / Х.Ш. Гулаҳмадов, М.У. Шералиев, С. Ситамов, С.Ҷ. Иброҳимов. – Душанбе, 2014. – 152 с.

9. Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. Гузориши миллии вазъи муҳити зисти Ҷумҳурии Тоҷикистон. – Душанбе, 2024. – 180 с.

10. Мактуби воридотии РБДА ВКД ҶТ №23/8-1693 аз 28.02.2025.

11. Стратегияи рушди «иқтисоди сабз» дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023–2037: тасдиқ бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 30 сентябри соли 2022, № 482. – Душанбе, 2022.

12. Абдуллоев, М.А. Влияние термодинамических параметров горной среды на энергетические показатели автотракторных двигателей внутреннего сгорания: дис. … канд. техн. наук: 01.04.14 / М. А. Абдуллоев. – Душанбе, 2004. – 136 с.

13. Арасимович В.В., Ермаков А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат. Ленинград, 1978.- 430 с.

14. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика – Biogas in Theorie und Praxis. – М.: Колос, 1982. – 148 с.

15. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнений атмосферы/ М.Е. Берлянд. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 272 с.

16. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. // Л.: Гидрометеоиздат, 1975.-448с.

17. Большаков В.Н. Экология / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др. / Под. ред. Г.В. Тягумова, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Логос, 2005. – 504 с.

18. Боуден Б.С. Этиловый спирт // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. Н. С. Зефиров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – Т. 5: Триптофан – Ятрохимия. – С. 501–503. – 783 с.– 10000 экз. ISBN 5-85270-310-9.

19. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии: Учебн. пособие-3-е изд.-ДСАН,1999-223с.

20. Бродский, А.К. Общая экология / А.К. Бродский. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 256 с.

21. Великая Е.И. Суходол В.Ф. Лабораторный практикум по курсу общей технологии бродильных производств. Общие методы контроля – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983-312с.

22. Вернадский, В.И. Живое вещество / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1978. – 358с.

23. Вернадский, В.И. Несколько слов о ноосфере / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1994.

24. Воронков, Н.А. Экология общая, специальная, прикладная / Н.А. Воронков. – М.: Агар, 2000. – 424с.

25. Временное руководство по контролю источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с применением газоаналитических приборов, часть 1-11-Ленинград, ГТО им. А.И. Воейкова – 1986, 186 стр.

26. Гарин В.М. Экология для технических вузов. Учебное пособие. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 384 с.

27. Гейсс Ф. Основы тонкослойной хроматографии (планарная хроматография) / Пер. с англ. – М.: Наука, 1999. – 405 с.

28. Глухов В.В. Экономические основы экологии. Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.

29. Горяев М.И., И.А. Евдаков. Справочник по газожидкостной хроматографии органических кислот. АН КазССР, Алма-Аты, 1977.- с 550.

30. ГОСТ 32513–2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия : межгосударственный стандарт. – Текст : электронный.

31. ГОСТ 33997–2016. Колёсные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки : межгосударственный стандарт. – Москва : Стандартинформ, 2017. – Текст : электронный.

32. Гредел, Т.Е. Промышленная экология / Т.Е. Гредел, Б.Р. Алленби /Пер.с англ. Под ред. Э.В. Гирусова (Серия «Зарубежный учебник»). – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2004.

33. Грудников И.Б. Об оценке энергии процессов окисления в техногенных и биогенных системах / И.Б. Грудников, Е.И. Грегор // Химия и технология топлив и масел, 2006, № 6. – С. 36-37.

34. Губен-Вейль. Методы органической химии.-М.: «Химия», 1967-1032с.

35. Гулахмадов Х.Ш. Безотходное производство нефтегазовой отрасли [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Х.Ш. Гулахмадов // Вестник ТТУ им.акд.М.С. Осими. – 2014. –№2(26). – С.124-125.

36. Гулахмадов Х.Ш. Защита атмосферы от выбросов крупных энергетических объектов [Текст] / Х.Ш.Гулахмадов, О.Х. Амиров, Б. Каримов // Материалы республиканской научно-практической конференции посвященной 35-летию кафедры «Технологии машиностроения». – Душанбе, 2009.- С.184-186.

37. Гулахмадов Х.Ш. Модернизированный способ определения кислотного числа нефтяного масла / Иброгимов Д.Э., Гулахмадов Х.Ш, Махмудова Т.М. // Вестник Таджикского национального университета (ISSN-2413-452X.)-2019. №1 ст.213-217.

38. Гулахмадов Х.Ш. Основные требования к созданию малоотходных и безотходных производств [Текст] / Ш.Б. Назаров, Х.Ш. Гулахмадов, М.М. Хакдодов // Материалы республиканской научно-практической конференции «Размещение отходов и их влияние на окружающую среду». – Душанбе, 2003.- С.45-47.

39. Гулахмадов Х.Ш. Переработка нефтесодержащих отходов. Комплексная утилизация отходов [Текст] / Х.Ш. Гулахмадов, И. Ситамов, Т.С. Маджидов // Материалы международной конференции «Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразно-образия и охраны окружающей среды». – Душанбе: ООО «Шинос», 2011. – С.135-136.

40. Гулахмадов Х.Ш. Роль населения в решении экологических проблем и обеспечении экологической безопасности [Текст] / Х.Ш. Гулахмадов, И. Ситамов // Материалы Республиканской научно-технической конференции, посвящен-ной 20 – летию государственной независимости Республики Таджикистан и 50-летию образования «Механико-технологического факултета» и 20 летию кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология». – Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими, 2011.- С.185-186.

41. Гулахмадов Х.Ш. Таъсиривные технологии производства биодизеля на основе масла индау – eruca sativa [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Т. Махмудовах,

Ш.Гулахмадов, Т.С. Маджидов // Вестник ТТУ им.акд.М.С.Осими. – 2019. – №1(45). – С.117-121.

42. Гуреев А.А., Серёгин Е.П., Азев В.С. Квалификационные методы испытания нефтяных топлив. – М.: Химия. – 200 с. – 3300 экз.

43. Дажо, Р. Основы экологии. – М.: Изд-во «Прогресс», 1975. – 416с.

44. Денисов, В.В. Экология города / В.В. Денисов, А.С. Курбатова, И.А. Денисова, В.Л. Бондаренко, В.А. Грачев, В.А. Гутенев, Б.А. Нагнибеда / Под. ред. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008. – 832 с.

45. Елкин, Д.И. Транспорт – современная проблема экологии / Д. И. Елкин // Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения: сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 21–22 декабря 2016 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2016. – С. 96. – EDN YFZPAF.

46. Женихов, Ю.Н. Обращение с опасными отходами: Учеб. пос. / Ю.Н. Женихов, В.Н. Иванов. – Тверь: ТГТУ, 2004. – 224с.

47. Иброгимов Д.Э. Альтернативные методы получения биоэтанола / Д.Э. Иброгимов, Р. Сафармуроди, Т. Раджаби // Материалы научно-теоретической конференции молодые ученные, посвященной «Году образования и технических знание». –Душанбе: Самт, 2010. –С.45-47.

48. Иброгимов Д.Э. Альтернативные методы получения жидких биотоплива / Д.Э. Иброгимов, Р. Сафармуроди, Т. Раджаби // Материалы международной научно-практической конференции «Подготовка научных кадров и специалистов новой формации в свете инновационного развития государств». – Душанбе: Ирфон, 2010. – С. 199-200.

49. Иброгимов Д.Э. Способ получения абсолютного этанола / Д.Э. Иброгимов, С.Р. Исмоилов // Республиканская научно-практическая конференция, «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии» .- Душанбе: ТНУ, 2011. – С.55- 57.

50. Иброгимов Д.Э. Экологические проблемы, связанные с производством жидких биотоплив Д.Э. Иброгимов, Т.М. Пошокулзода, П.М. Насриддинова // Республиканская научно-практическая конференция, «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии» .– - Душанбе: ТНУ, 2011. –С.42 – 44.

51. Иванов В.Н. Экономия топлива на автомобильном транспорте / В.Н. Иванов, В.И. Ерохов. – М.: Транспорт,1984. – С. 35 – 48.

52. Иванов, Н.И. Инженерная экология и экологический менеджмент / Н.И. Иванов, И.М. Фадин. – М.: Изд. Логос, 2003 – 528с.

53. Игнатов, В.Г. Экология и экономика природопользования / В.Г. Игнатов, А.В. Кокин. – Ростов н/Д: Изд. Феникс, 2003. –512с.

54. Исидоров, В.А. Экологическая химия / В.А. Исидоров. – СПб.: Химиздат, 2001. – 304с.

55. Карабасов, Ю.С. Экология и управление: термины и определения / Ю.С. Карабасов, В.М. Чижикова, М.Б. Плущевский.–М.: МИСИС, 2001.–С. 194.

56. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография. В 2-х томах.–М.: Мир, 1981.

57. Коваленко В.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнения / В.П. Коваленко, В.Е. Турчанинов – М.: Недра, 1990. – 160 с.

58. Комарова Л.Ф., Лазуткина Ю.С. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во Фонда «Алтай-21 век», 2005. – 120с.

59. Константинов, В.М. Охрана природы / В.М. Константинов. – М.: Изд. Академия, 2003. – 240с.

60. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу: Учеб. пос. для вузов / П.В. Росляков; под ред. П.В. Рослякова. – М.: Изд.-во МЭИ, 2004. – 228с.

61. Коробкин, В.И. Экология / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 576 с.

62. Коробкин, В.И. Экология / В.И.Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 602 с.

63. Коробкин, В.И. Экология в вопросах и ответах: учеб.пособие / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 378 с.

64. Кутенёв В.Ф. Научно-технические проблемы улучшения экологических показателей автотранспорта / В.Ф. Кутенёв, В.А. Звонов, Г.С. Корнилов // Автомобильная промышленность, 1998, №11 – с.7…11.

65. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н.Н. Лебедев. – М.: Химия, 1981. – 608 с.

66. Лукьянчиков, Н.Н. Природная рента и охрана окружающей среды: Учебник / Н.Н. Лукьянчиков. – М.: Из-во ЮНИТИ, 2004. – 176с.

67. Мазур И.И. Курс инженерной экологии. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1999. – 447 с.

68. Мазуркин, П.М. Статистическая экология: Учеб.пос. / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. – 308с.

69. Мамин, Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья: Учеб.пос. /Р.Г.Мамин. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2003. –238с.

70. Марков В.А. Токсичность отработавших газов дизелей /В.А. Марков, Р.М. Башитов, И.И. Габитов. – М.: изд-во МУТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.–376 с.

71. Метод оценки качества топлив при подготовке к сгоранию на мобильных энергетических средствах /А.С. Кадушкин, А.О. Кошкина, А.Е. Абрамов // Современная техника и технологии. 2013. № 2 [Электронный ресурс]. URL: http://technology.snauka.ru/2013/02/1558 (дата обращения: 28.12.2014).

72. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: Учеб.пос. / Под ред. Н.П. Тихомирова. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2003. – 350с.

73. Миллер, Т. Жизнь в окружающей среде / Т.Миллер. – М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1996. – Т.3. – 400с.

74. Миров, Б. К. Разработка методики нормирования расхода сжиженного углеводородного газа для легковых автомобилей в горных условиях Республики Таджикистан : дис. … канд. техн. наук: 05.22.10 / Б. К. Миров. – Москва: МАДИ, 2020. – 189 с.

75. Нагорнов С. А. Исследование фракционного состава биотоплив, полученных биоконверсией растительного сырья /, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова и др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2009, № 6(20). – С. 83 – 94.

76. Небел, Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир / Б.Небел. – М.: Мир, 1993. – т.1. – 420 с.; т.2 – 329 с.

77. Никаноров, А.М., Хорунжая Т.А. Глобальная экология / А.М. Никаноров, Т.А. Хорунжая. – М.: Изд. Книга сервис, 2003. – 288с.

78. Николайкин, Н.И. Экология / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Изд-во МГУИЭ, 2005. – 504 с.

79. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек / Ю.В. Новиков. – М.: Изд. ФАИР-Пресс, 2003. – 560с.

80. Об обеспечении экологической безопасности автомобильного транспорта : Закон Республики Таджикистан от 8 августа 2015 года № 1214. – Текст : электронный.

81. Об охране окружающей среды : Закон Республики Таджикистан от 2 августа 2011 года № 760. – Текст : электронный.

82. Общая экология: Учебник для вузов / Автор-составитель А.С. Степановских. – М.: Юнити-Дана, 2000. – 510 с.

83. Одум, Ю. Экология/Ю.Одум.–М.: Мир. 1986. – т.1.–328с.; т.2.–376 с.

84. Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст] / Г.Г Онищенко [и др.]; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

85. Опекунов, А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду [Текст] / А.Ю Опекунов. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. – 260 с.

86. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем: Учеб. Пос./В.В. Куриленко. /Под ред. В.В. Куриленко. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2004. – 446с.

87. Основы экологической геофизики: Учеб.пос. для вузов / В.И. Трухин – СПб.: Лань, 2004. – 384с.

88. Павлова, Е.И. Общая экология и экология транспорта: Учебник и практикум / Е.И. Павлова, В.К. Новиков. – 6-е изд., пер. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 418 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13802-3. – EDN ECMQPQ.

89. Пат. 2255244, Российская Федерация, МПК7 F 02M 27/04 A, 7F 02M 31/00 B, 7F 02M 37/22 B Способ электромагнитной очистки и обработки топлива / Кожевников А.П., Аюгин П.Н., Абрамов А.Е., Варнаков Д.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия” – 2005125999/06, заявл. 26.05.2003; опубл. 27.06.2005, Бюл. №18.

90. Пат. 2320983, Российская Федерация, МПК7 G 01 N 27 04,G 01 N 27 22 Способ и система контроля качества топлива / Абрамов А.Е., Варнаков В.В., Варнаков Д.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия” – 2005106489/28, заявл. 09.03.2005; опубл. 20.04.2007, Бюл. №11.

91. Пат. 2374302 Российская Федерация, C 10 L 1/18. Состав жидкого топлива / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, О.В. Матвеев, А.П. Ликсутина, И. А. Рязанцева. – Бюл. Изобретений, 2009. – № 33.

92. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и основы экологии человек / Ю.П. Пивоваров. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 512 с.

93. Полуэктов П.С. Методы анализа и фотометрии пламени.– М.: Химия, 1967.– 243 с.

94. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений.–Киев: Наукова думка, 1976.–334с.

95. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений.–М. Мир; Бином. Лаборатория знаний. 2009.–438 с.

96. Протасов, В.Ф. Экология: термины и понятия, стандарты, сертификация, нормативы. – М.: Финансы и статистика, 2005. –667с.

97. Рамад, Ф. Основы прикладной экологии. Воздействие человека на биосферу / Ф. Рамад. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1981. – 544с.

98. Ревелль, П. Среда нашего обитания / П. Ревелль, Ч.Ревелль. – М.: Мир, 1994. – т.1. – 340 с.; т.2. – 296 с.; т.3. – 291 с.; т.4. – 191 с.

99. Риклефс, Р. Основы общей экологии / Р. Риклефс /Пер. с англ. Н.О. Фоминой. – М.: Изд-во «Мир», 1979. – 424с.

100. Романцова С.В. Стабильность композитного топлива при хранении / С.В. Романцова, И.А. Рязанцева // Актуальные проблемы естественных наук: материалы Междунар. заочной науч.-практ. конф.– Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2010. – С. 58 – 63.

101. Романцова С.В. Интенсификация синтеза компонентов биодизельного топлива / С.В. Романцова, С.В. Бодягина // Актуальные проблемы естественных наук: материалы Междунар. заочной науч.-практ. конф. – Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2010. – С. 63 – 67.

102. Романцова С.В. Спектральные характеристики компонентов биотоплива / С.В. Романцова, Н.В. Вервекина // Актуальные проблемы естественных наук: материалы Всерос. (с международным участием) заочной науч.-практ. конф., посвящённой 145-летию со дня рождения В.И. Вернадского.– Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2008. – С. 14 – 16.

103. Романцова С.В. Стабильность биодизельного топлива при хранении в металлических и пластиковых резервуарах / С.В. Романцова, С.А. Кривец, Дугиев А.Х. // Актуальные проблемы естественных наук : материалы Междунар. заочной науч.-практ. конф.– Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2010. – С. 45 – 50.

104. Романцова С.В. Строение компонентов биодизельного топлива и их стабильность при хранении / С.В. Романцова // Вестник Тамбовского

государственного университета. Сер. Естественные науки.– Тамбов, 2009. – Т. 114, Вып. 6. – С. 670 – 682.

105. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006. Т. 2 : Энергетика. Гл. 3 : Мобильное сжигание / под ред. С. Игглестона [и др.]. – Хаяма : ИГЕС, 2006. – Текст : электронный.

106. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.

107. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2. – Текст : электронный.

108. Сайдализода, А.С. (Фохаков А.С.) Научно-прикладные аспекты обеспечения устойчивого развития транспортно-технологических систем обслуживания населения горных регионов Таджикистана: по специальностям 05.22.01; 03.02.08: дисс. на соиск. уч. степ. док. тех. наук / Душанбе: Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими, 2020. – 354 с.

109. Семёнов В.Г. Физико-химические показатели и эколого-экономические характеристики работы дизельного двигателя / В.Г. Семёнов. – Харьков, 2002. 172 С.

110. Сискаян Н.М. Биохимия обмена веществ, М.1954. 206 С.

111. Смышляева Ю. А., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В., Зыонг Ч.Т., Фан Ф. Разработка базы данных по октановым числам для математической модели процесса компаундирования товарных бензинов // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318, № 3. – С. 75–80.

112. Совершенствование оперативного контроля качества топлива двигателей / В.В. Варнаков, А.Е. Абрамов А.Е., Д.В. Варнаков, Е.В. Ботоногов //Ремонт, восстановление, модернизация. 2007. №6. С. 12-17.

113. Степановских, А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: Учебник / А.С. Степановских.- М: Из-во ЮНИТИ, 2003. –751с.

114. Теплотехника термической переработки твердых топлив: Учебное пособие / Кравцов В.В., Бирюков А.Б., Дробышевская И.П. – Донецк: Издательство «Ноулидж», 2011. – 170 с.

115. Топливо и теория горения: метод. указания к выполнению лабораторных работ. – СПб: СЗТУ, 2003. – 55 с.

116. Трифонова, Т.А. Прикладная экология / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мишенко. – М.: Академический Проект, 2005. – 384 с.

117. Трофименко, Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев / Под. ред. Ю.В. Трофименко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.

118. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы /Р.Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.

119. Фюкс, Ральф. Зеленая революция: Экономический рост без ущерба для экологии = Intelligent Wachsen. Die grune Revolution. – М.: Альпина нон-фикшн, 2015. – 330 с. – ISBN 978-5-91671-459-3.

120. Хайс И.М., К. Мацек. Хроматография на бумаге. Иностранная литература. – Москва, 1962.– С. 550.

121. Халиков Ш.Х. «Органическая химия». Душанбе, 2011.– с. 683 – 687.

122. Хаустов, А.П. Охрана окружающей среды при добыче нефти/ Хаустов, А. П., Редина, М. М. Издательство: «Дело», 2006. 552 с. Гуреев А. А., Жоров Ю. М., Смидович Е. В. Производство высокооктановых бензинов. – М.: Химия, 1981. – 224 с. – 2670 экз.

123. Химия загрязняющих веществ и экология: монография / В.Н. Вернигорова, Н.И. Макридин, Ю.А. Соколова, И.Н. Максимова. – М.: Издательство «Палеотип», 2005. – 240 с.

124. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов / А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. – Л.: Химия, 1989. – 424 с.

125. Химия нефти и газа: учеб. пособие для вузов / под ред. В.А.Проскурякова, А.Е. Драбкина. – Л.: Химия, 1989,1981. – 359 с.

126. Хомич, В.А. Экология городской среды / В.А. Хомич. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 204 с.

127. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб.пос / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Академия, 2004. – 480 с.

128. Цветков, П.А. Лесная экология / П.А. Цветков. – Красноярск: СибГТУ, 2008. – 220с.

129. Шеллард Э. Количественная хроматография на бумаге и в тонком слое. – М.: Наука, 1971. – С. 85.

130. Шилов, И.А. Экология / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000.–512 с.

131. Экологические проблемы очистки природного газа: метод. указания к выполнению лабораторных работ / [сост.: Ф.Г. Гасанова]; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2014. – 24.

132. Экологический менеджмент: Учеб. пос. / А.С. Гринин, Н.А. Орехов, С. Шмидхейни. – М.: Из-во Юнити, 2001. – 206с.

133. Экологический мониторинг / Под. ред. Т.Я. Ашихмина. – М.: Академический Проект, 2005. – 410 с.

134. Экология / под ред. В.В. Денисова. – М.: МарТ, 2006. – 768 с.

135. Экология и охрана труда – проблемы автомобильного транспорта в больших городах и пригородах / П.С. Орлов, В.С. Шкрабак, В.П. Дмитренко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 2. – С. 83-87.

136. Эколого-экономический анализ промышленных предприятий: Учеб. пос./О.Б. Бутусов.–М.: Воскресенье: Рыбинский дом печати, 2003. – 328с.

137. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. Вводный курс: Учебное пособие / Под ред. А.А. Голуба, Г.В. Сафонова. – М.: ГУ ВШЭ, 2003, – 268 с.

138. Юшин, В.В. Техника и технология защиты воздушной среды / В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин, Н.И. Сердюк, Д.А. Кривошеин, Н.Л. Пономарев, Ю.П. Ковалев. – М.: Высш. шк.,2005. – 391 с.

139. Янченко Н.И., Иванов В.А., Баранов А.Н. Основы экологии и лесопромышленный комплекс: учебное пособие. -Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2005. -186 с.

140. Яншин А.Д. Научные проблемы охраны природы и экологии. // Экология и жизнь. – 1999. – № 3.С64-71.

141. Asian Transport Outlook Database / Asian Development Bank. – URL: https://data.adb.org/dataset/asian-transport-outlook-database (санаи муроҷиат: 26.09.2026). – Текст : электронный.

142. Bar-On, Y. M. The biomass distribution on Earth / Y. M. Bar-On, R. Phillips, R. Milo // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. – 2018. – Vol. 115, № 25. – P. 6506–6511. – DOI: 10.1073/pnas.1711842115.

143. Behera, B. C. Citric acid from Aspergillus niger: a comprehensive overview / B. C. Behera // Critical Reviews in Microbiology. – 2020. – Vol. 46, № 6. – DOI: 10.1080/1040841X.2020.1828815.

144. Bharathiraja B, Jayamuthunagai J, Sudharsanaa T, Bharghavi A, Praveenkumar R, Chakravarthy M, et al. Biobutanol – An impending biofuel for future: A review on upstream and downstream processing tecniques. Renew Sustain Energy Rev 2017;68:788–807.

145. Biofuel Market Research Report: Market size, Industry outlook, Market Forecast, Demand Analysis, Market Share, Market Report 2019–2025 2020. https://www. industryarc.com/Report/18518/biofuel-market-research-report-analysis.html.

146. Broda, M. Bioethanol production from lignocellulosic biomass–challenges and solutions / M. Broda, D. J. Yelle, K. Serwańska // Molecules. – 2022. – Vol. 27, № 24. – Art. 8717. – DOI: 10.3390/molecules27248717.

147. Carvalho F, Portugal-Pereira J, Koberle A, Szklo AS. Biojet Fuel in Brazil: Technological Routes and Feedstock Availability. Eur. Biomass Conf. Exhib. Proc., ETA-Florence Renewable Energies; 2016, p. 162–73. doi:10.5071/24THEUBCE2016–1BV.4.2.

148. Chapman, J. L. Ecology /J. L. Chapman, M. J. Reiss. – Cambridge University Press; 2nd Edition. – 2009. – 336 p.

149. Cheng, J. Effect of structural changes of lignin during the microwave-assisted alkaline/ethanol pretreatment on cotton stalk for an effective enzymatic hydrolysis / J. Cheng, S.-C. Hu, Z.-C. Geng, M.-Q. Zhu // Energy. – 2022. – Vol. 254. – Art. 124402. – DOI: 10.1016/j.energy.2022.124402.

150. Clairotte, M. Exhaust emission factors of greenhouse gases (GHGs) from European road vehicles / M. Clairotte, R. Suarez-Bertoa, A. A. Zardini [et al.] // Environmental Sciences Europe. – 2020. – Vol. 32, № 1. – Art. 125. – DOI: 10.1186/s12302-020-00407-5.

151. Dimos, K. Effect of various pretreatment methods on bioethanol production from cotton stalks / K. Dimos, T. Paschos, A. Louloudi [et al.] // Fermentation. – 2019. – Vol. 5, № 1. – Art. 5. – DOI: 10.3390/fermentation5010005.

152. EN 15376:2014. Automotive fuels – Ethanol as a blending component for petrol – Requirements and test methods. – Brussels : CEN, 2014. – Текст : электронный.

153. European Environment Agency (EEA). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023: Technical guidance to prepare national emission inventories. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023.–420 p.

154. Friedlingstein, P. Global Carbon Budget 2024 / P. Friedlingstein, M. O'Sullivan, M. W. Jones [et al.] // Earth System Science Data. – 2025. – Vol. 17. – P. 965–1039. – DOI: 10.5194/essd-17-965-2025.

155. Gadelha, I. C. N. Gossypol toxicity from cottonseed products / I. C. N. Gadelha, N. B. S. Fonseca, S. C. S. Oloris, M. M. Melo, B. Soto-Blanco // The Scientific World Journal. – 2014. – Vol. 2014. – Art. 231635. – DOI: 10.1155/2014/231635.

156. García Mariaca, A. Performance and emissions of spark-ignition internal combustion engine operating with bioethanol–gasoline blends at high altitudes under low- and high-speed conditions / A. García Mariaca, J. Villalba, R.

Morillo Castaño, M. Bailera // Energies. – 2025. – Vol. 18, № 6. – Art. 1401. – DOI: 10.3390/en18061401.

157. Guzman D. Green Chemicals Blog: Biobased market studies galore 2013. https: // greenchemicalsblog.com/2013/06/06/biobased-market-studies-galore/.

158. Hansen MAT, Ahl LI, Pedersen HL, Westereng B, Willats WGT, Jørgensen H, et al. Extractability and digestibility of plant cell wall polysaccharides during hydrothermal and enzymatic degradation of wheat straw (Triticum aestivum L.). Ind Crops Prod 2014;55:63–9. doi:10.1016/j.indcrop.2014.02.002.

159. Hao, L. Model-based estimation of light-duty vehicle fuel economy at high altitude / L. Hao, C. Wang, H. Yin [et al.] // Advances in Mechanical Engineering. – 2019. – Vol. 11, № 11. – DOI: 10.1177/1687814019886252.

160. IEA. Data & Statistics – IEA 2019. https://www.iea.org/data-and-statistics? country WORLD&fuel Energy supply&indicator TPESbySource.

161. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Geneva: IPCC, 2023. – 168 p. – DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

162. International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2025: Expanding sales in diverse markets. – Paris : IEA, 2025. – Текст : электронный.

163. IRENA. Innovation Technology Outlook for Advanced Liquid Biofuels. 2016.

164. Jiang, Z. Comparison of vehicular emissions at different altitudes: characteristics and policy implications / Z. Jiang, H. Niu, Z. Jia [et al.] // Environmental Pollution. – 2025. – Vol. 367. – Art. 125679. – DOI: 10.1016/j.envpol.2025.125679.

165. Jiang, Z. Investigating the impact of high-altitude on vehicle carbon emissions: a comprehensive on-road driving study / Z. Jiang, L. Wu, H. Niu [et al.] // Science of the Total Environment. – 2024. – Vol. 918. – Art. 170671. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.170671.

166. Kang Q, Appels L, Tan T, Dewil R. Bioethanol from lignocellulosic biomass: Current findings determine research priorities. Sci World J 2014.

167. Keshav, P. K. Lignocellulosic ethanol production from cotton stalk: an overview on pretreatment, saccharification and fermentation methods for improved bioconversion process / P. K. Keshav, C. Banoth, S. N. Kethavath, B. Bhukya // Biomass Conversion and Biorefinery. – 2023. – Vol. 13, № 6. – P. 4477–4493. – DOI: 10.1007/s13399-021-01468-z.

168. Kitzing L, Mitchell C, Morthorst PE. Renewable energy policies in Europe: Converging or diverging? Energy Policy 2012;51:192–201.

169. Ko JK, Lee JH, Jung JH, Lee SM. Recent advances and future directions in plant and yeast engineering to improve lignocellulosic biofuel production. Renew Sustain Energy Rev 2020;134:110390.

170. Kumar P, Barrett DM, Delwiche MJ, Stroeve P. Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. Ind Eng Chem Res 2009;48:3713–29.

171. Kumar S, Shrestha P, Abdul Salam P. A review of biofuel policies in the major biofuel producing countries of ASEAN: Production, targets, policy drivers and impacts. Renew Sustain Energy Rev 2013;26:822–36. doi:10.1016/j. rser.2013.06.007.

172. Kumar, S. Anhydrous ethanol: A renewable source of energy / S. Kumar, N. Singh, R. Prasad // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2010. – Vol. 14, № 7. – P. 1830–1844.

173. Kuppili, S. K. Characteristics of real-world gaseous exhaust emissions from cars in heterogeneous traffic conditions / S. K. Kuppili, V. D. Alshetty, M. Diya [et al.] // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2021. – Vol. 95. – Art. 102855. – DOI: 10.1016/j.trd.2021.102855.

174. Parliament E. Renewable energy|Fact Sheets on the European Union|European Parliament n. d. https: // www.europarl.europa.eu/factsheets/ en/sheet/70/ renewable-energy.

175. Qi, Z. The effects of varying altitudes on the rates of emissions from diesel and gasoline vehicles using a portable emission measurement system / Z. Qi, M. Gu, J. Cao [et al.] // Atmosphere. – 2023. – Vol. 14, № 12. – Art. 1739. – DOI: 10.3390/atmos14121739.

176. Reid WV, Ali MK, Field CB. The future of bioenergy. Glob Chang Biol 2020;26: 274–86.

177. Ren, Y. Effects of altitude on light gasoline vehicles: fuel consumption and air pollution / Y. Ren, W. Yu, L. Hao, Y. Ge // Atmospheric Pollution Research. – 2025. – Vol. 16, № 11. – Art. 102652. – DOI: 10.1016/j.apr.2025.102652.

178. Review Airport. SpiceJet airlines first in India to use BioJet fuel made from Jatropha crop. Int Airpt Rev 2018. https: //www.internationalairportreview.com / news/74868/spicejet-first-india-biojet-fuel/.

179. Roussos A, Misailidis N, Koulouris A, Zimbardi F, Petrides D. A feasibility study of cellulosic isobutanol production-process simulation and economic analysis. Processes 2019;7. doi:10.3390/pr7100667.

180. Šarkan, B. Emissions production by exhaust gases of a road vehicle's starting depending on a road gradient / B. Šarkan, M. Loman, F. Synák [et al.] // Sensors. – 2022. – Vol. 22, № 24. – Art. 9896. – DOI: 10.3390/s22249896.

181. Sa´nchez O´J, Cardona CA. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. Bioresour Technol 2008;99:5270–95.

182. Shankar, V. Comparing real driving emissions from Euro 6d-TEMP vehicles running on E0 and E10 gasoline blends / V. Shankar, I. Usan, N. Molden, C. Willman, F. C. P. Leach // SAE Technical Paper 2023-01-1662. – 2023. – DOI: 10.4271/2023-01-1662.

183. Suarez-Bertoa, R. Impact of ethanol containing gasoline blends on emissions from a flex-fuel vehicle tested over the Worldwide Harmonized Light duty Test Cycle (WLTC) / R. Suarez-Bertoa, A. A. Zardini, H. Keuken, C. Astorga // Fuel. – 2015. – DOI: 10.1016/j.fuel.2014.10.076.

184. Sukumaran RK, Gottumukkala LD, Rajasree K, Alex D, Pandey A. Butanol Fuel from Biomass. Biofuels, vol. 64, Elsevier; 2011, p. 571–586. doi:10.1016/B978–0- 12–385099–7.00026–7.

185. Thakur, A. K. Progress in performance analysis of ethanol-gasoline blends on SI engine / A. K. Thakur, A. K. Kaviti, R. Mehra, K. K. S. Mer // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Vol. 69. – P. 324–340. – DOI: 10.1016/j.rser.2016.11.056.

186. The Economic Times. AN-32 fleet of IAF allowed to use bio-jet fuel – The Economic Times 2019.

187. Tibaquirá, J. The effect of using ethanol-gasoline blends on the mechanical, energy and environmental performance of in-use vehicles / J. Tibaquirá, J. Huertas, S. Ospina, L. Quirama, J. Niño // Energies. – 2018. – Vol. 11, № 1. – Art. 221. – DOI: 10.3390/en11010221.

188. Wei, Z. Microbial biosynthesis of L-malic acid and related metabolic engineering strategies: advances and prospects / Z. Wei, Y. Xu, Q. Xu, W. Cao, H. Huang, H. Liu // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. – 2021. – Vol. 9. – Art. 765685. – DOI: 10.3389/fbioe.2021.765685.

189. World Health Organization (WHO). Air Quality Guidelines: Global update 2021. Particulate matter (PM 2.5) and (PM 10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide / WHO. – Geneva: WHO Press, 2021. – 288 p.

190. Yin, H. Idle emission characteristics of a light-duty diesel van at various altitudes / H. Yin, Y. Ge, X. Wang [et al.] // Atmospheric Environment. – 2013. – Vol. 70. – P. 117–122. – DOI: 10.1016/j.atmosenv.2013.01.012.

191. Zabed, H. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress / H. Zabed, J. N. Sahu, A. Suely, A. N. Boyce, G. Faruq // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Vol. 71. – P. 475–501. – DOI: 10.1016/j.rser.2016.12.076.

Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмии тавсиянамудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашршуда:

[1-М]. **Саидзода, М.Р.** Роҳҳои беҳдошти назорат ва танзими фаъолияти нақлиёти мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе [Матн] / Исмоилов М.И., Саидзода М.Р. // Паёми политехникӣ. Бахши таҳқиқотҳои муҳандисӣ. №3 (59) 2022г., саҳ. 85-89. ISSN – 2520-2227.

[2-М]. **Саидзода, М.Р.** Транспортно-технологическая система и их взаимодействие с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Маджидзода Т.С., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (63) 2023г., стр. 113-117. ISSN – 2520-2227.

[3-М]. **Саидзода, М.Р**. Моделирование транспортного потенциала на развитие транспортно-технологических систем с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (63) 2023г., стр. 108-112. ISSN – 2520-2227.

[4-М]. **Саидзода, М.Р.** Экологическая оценка применения бйодизеля как модификатора дизельного топлива в автомобильном транспорте Республики Таджикистан. [Текст] / Иброҳимзода Д.Э., Маҳмудзода Т.М., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Наука и инновация. Таджикский национальный университет. Серия геологических и технических наук. 2024. №3. стр. 142-146. ISSN – 2664-1534.

[5-М]. **Саидзода, М.Р**. Развитие транспортно-технологических систем и влияние ее на окружающую среду [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Муродов С.Д. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия: №2/3 (126) 2024г., стр. 41-48. ISSN – 2663-6417.

[6-М]. **Саидзода, М.Р.** Анализ состояния отрасли пассажирских автомобильных перевозок [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Каримов А.А., Муродов С.Д. // Вестник Бохтарского государственного университета

имени Носира Хусрава (научный журнал) Серия: №2/4 (129) 2024г., стр. 64-69 ISSN – 2663-6417.

[7-М]. **Саидзода, М.Р.** Арзёбии экологии истифодашавии биодизел дар муқоиса бо сузишвориҳои нафтии дизелӣ [Матн] / Амирзода О.Ҳ., Иброгимов Ф.Д., Саидзода М.Р. // Паёми политехникӣ Бахши: Техника ва ҷомеа. №4 (8) 2024г., стр. 9-13. ISSN – 3105-7098.

[8-М]. **Саидзода, М.Р.** К вопросу использования цифровых технологий в сфере автомобильного транспорта [Текст] / М.И. Исмоилов, Ф.Б. Усмонзода, М.Р. Саидзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. № 4 (68) 2024, стр. 71-74. ISSN – 2520-2235.

[9-М]. **Саидзода, М.Р.** Обзор существующих методов и моделей управления транспортными системами с учетом экологических аспектов [Текст] / Саидзода М.Р. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (67) 2024г., стр. 56-60. ISSN – 2520-2227.

[10-М]. **Саидзода, М.Р.** К вопросу внедрения информационных технологий в государственном регулировании городских пассажирсих перевозок [Текст] / М.И. Исмоилов, М.Р. Саидзода, Ф.С. Расулов. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №1 (65) 2024г., стр. 148-154. ISSN – 2520-2227.

[11-М]. **Саидзода, М.Р.** Гурҳбандии партовҳои газию аэрозолӣ ва таъсири онҳо ба экологияи муҳит. [Матн] / Ибрагимов Ф.Д., Саидзода М.Р. Илм ва инноватсия. Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. 2025. №3, саҳ. 131-138. ISSN – 2664-1534.

[12-М]. **Saidzoda, M.** Environmental assessment of biodiesel compared to petroleum diesel fuels [Text] / Ibrokhimzoda D., Ibragimov F., Saidzoda M. Sciences of Europe # 168, (2025). Page. 40-44. ISSN – 3162-2364.

[13-М]. **Саидзода, М.Р.** Влияние высоты над уровнем моря на состав отработавших газов гибридного автомобиля с бензиновым двигателем [Текст] / Саидзода М.Р., Абдулло М.А., Саидзода Р.Х., Раҳмонзода А.Д. //

Политехнический вестник. Серия: Техника и общество. №3 (15) 2026г., стр. 38-45. – DOI 10.65599/TS6700. ISSN –3105-7098.

Фишурдаи мақолаҳои дар маводи конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ нашршуда:

[14-М].**Саидзода, М.Р.** Актуальность проблемы исследования: совершенствование системы управления и взаимодействия транспортно-технологических систем с окружающей средой [Текст] / Фохаков А.С., Саидзода М.Р. // Сборник научных трудов. Материалы республиканской научно-практической конференции “Наука – основа инновационного развития” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. – 27 апреля 2022. – Стр. 357-362.

[15-М]. **Саидзода, М.Р.** Особенности формирование и развитие транспортно-технологической системы с окружающей средой [Текст] / Фохаков А.С., Маджидов Т.С., Саидзода М.Р. // Сборник научных трудов. Материалы республиканской научно-практической конференции “НАУКА – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ” // Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Душанбе. – 27 апреля 2022. – Стр. 362-367.

[16-М]. **Саидзода, М.Р.** Организация автомобильных перевозок и выбор маршрута [Текст] / Сайдализода А., Саидзода М., Хужаев П. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского хозяйства: наука и инновация». Часть 2. // Ферганский политехнический институт. Фергана-2024. 25-26 апреля. Стр. 36-41. Республика Узбекистан.

[17-М]. **Саидзода, М.Р.** Структура пассажирского и грузового автопарка, его влияние на развитие транспортно-технологических систем и окружающую среду в горных регионах Республики Таджикистан [Текст] / Сайдализода А., Саидзода М., Хужаев П. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Механизация сельского

хозяйства: наука и инновация». Часть 2.// Ферганский политехнический институт. Фергана-2024. 25-26 апреля. Стр. 41-48. Республика Узбекистан.

[18-М]. **Саидзода, М.Р.** Анализ влияния транспорта на окружающую среду, включая выбросы вредных веществ и энергопотребление [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Хужаев П.С., Якубов К.А. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленной энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. // Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. Самарканд-2025. 1-2 мая. Стр. 24-30. Республика Узбекистан.

[19-М]. **Саидзода, М.Р.** Анализ применимости различных подходов и методов к исследуемой проблеме системы управления транспортно-технологическими системами с окружающей средой [Текст] / Сайдализода А.С., Саидзода М.Р., Хужаев П.С., Мирзаев А. // Сборник научных трудов. Международной и научно-технической конференции «Развитие зеленной энергетики посредством мониторинга окружающей среды и изменения климата и переработки отходов». Часть 1. // Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет. Самарканд-2025. 1-2 мая. Стр. 386-395. Республика Узбекистан.

[20-М]. **Саидзода, М.Р.** Афзалиятҳои технологӣ ва экологии ҳосил намудани сӯзишвориҳои биологии моеъ дар асоси партовҳои хоҷагиҳои деҳқонии пахтапарварӣ [Матн] / Иброҳимзода Д.Э., Ибрагимов Ф.Д., Саидзода М.Р., Амирзода О.Ҳ. // МАВОДИ ФОРУМИ БАЙНАЛМИЛАЛӢ ДАР МАВЗУИ «Саҳми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон дар татбиқи саноатикунонии босуръати кишвар», бахшида ба 35-солагии Донишгоҳи технологии Тоҷикистон, (1- уми ноябри соли 2025), Саҳ. 74-76.

ЗАМИМАҲО

Замимаи 1

«ТАСДИҚ МЕКУНАМ»
Сардори РЭ ва С ВКД
Ҷумҳурии Тоҷикистон
генерал-майори милитсия
_____ Абдуллозода
«__» _____ соли 2025

СУРАТМАҶЛИС

Мақсад:- Пешниҳод ва хулосаи ҳайати комиссияи дар Раёсат буда ва Сардори Раёсати экологӣ ва сайёҳии ВКД Ҷумҳурии Тоҷикистон, оид ба татбиқи натиҷаи рисолаи номзадӣ ва корҳои илмӣ-тадқиқотӣ.

Дода шуд:- ба унвонҷӯйи кафедраи ташкили интиқол ва идора дар нақлиёти Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ **Саидзода Муҳаммад Раҳим**.

Дар мавзӯи:- «Арзёбии экологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ» барои дарёфт намуднаи дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – соҳаи илмҳои техникӣ)

Раёсати Экологӣ ва Сайёҳии Вазорати корҳои дохилии Ҷумҳурии Тоҷикистон, натиҷа ва дар ин самт дурнамоиҳои корҳои илмии унвонҷуй Саидзода Муҳаммад Раҳимро санҷида баромада, онҳоро ҳамчун дастовардии илмии дорои аҳамияти муфид ва барои бартараф намудани амнияти хавфи экологӣ дар ҷумҳурӣ арзёбӣ намуда, дар амал татбиқ намудани натиҷаҳои мазкурро ҳамчун омилҳои назаррас дар баланд бардоштани самаранокии экологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ бо истифода аз ғузапояи пахта ба мақсад мувофиқ шуморида ва дастгирӣ менамояд.

Дар кори диссертатсионӣ масалаҳои истифодаи энергиябарандаҳои табиӣ ҳамчун сӯзишворӣ, коркарди вариантҳои оптималии экологии коҳиш додани миқдори газҳои гулхонагӣ яке аз мавзуҳои аҳамияти калони амалӣ доштаи илми экологияи муҳандисӣ ба таври пайдарпаии мантиқӣ ва яклухту мукаммал ҳали худашро ёфтааст.

Мавзӯи арзёбии экологии ҳосил намудан ва истифодашавии сӯзишвории биологии биоэтенол дар соҳаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки дар кори диссертатсионии мазкур таҳқиқ шудааст, яке аз мавзуҳои мубрами илм ва истеҳсолоти ватанӣ баҳисоб рафта, натиҷаҳои

он метавонад дар ҳалли мушкилотҳои экологии ҷойдошта заминаи мустаҳкам шуморида мешавад ва дар рушди ҳадафи чоруми миллии саноатикунонии босуръати кишвар ҳамрадиф мебошад.

Натиҷаҳои таҳқиқотҳои Саидзода Муҳаммад Раҳим бешубҳа дорои аҳамияти илмию амалӣ буда, барои арзёбии экологӣ, бартараф намудани хавфи он, ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ ҳамчун заминаи назариявӣ ва эксперименталӣ ба ҳисоб меравад ва метавонад барои баланд бардоштани самаранокии экологии нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода гардад.

Раиси комиссия:

полковники милитсия Давлатзода Ш.

Аъзоёни комиссия:

подполковники милитсия Ашурзода И.

майори милитсия Нурмаҳмадзода Ҷ.

РАЁСАТИ ЭКОЛОГӢ ВА САЙЁҲИИ
ВКД ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
Сидорат № 426
дн. 9.10.2025
1 сах. 2 замина

Замимаи 2

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ДОНИШГОҲИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН

ба номи академик М.С. Осимӣ

734042, Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо 10, Тел.: (992 37) 221-35-11, Факс: (992 37) 221-71-35,
E-mail: info@ttu.tj, Web: www.ttu.tj

аз «14» 10 с.2025 № 27/1018/1

ТАСДИҚ МЕКУНАМ
Ректори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ
Давлатзода Кудрат Қамбар
_____
«14» 10 2025с.

САНАД

оиди татбиқи натиҷаҳои тадқиқоти диссертатсионии Саидзода Муҳаммад Раҳим дар раванди таълим дар кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту гази Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Мо, имзокунандагон, тасдиқ мекунем, ки муқаррароти асосии илмӣ, хулосаҳо ва тавсияҳои рисолаи номзадии Саидзода Муҳаммад Раҳим дар мавзӯи «Арзёбии экологии ҳосил намудани сӯзишвории биологии биоэтанол ва истифодашавии он дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ» дар раванди таълимии кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ ҳангоми омӯзиши фанҳои «Биотехнология», «Технологияи истеҳсоли биоэтанол» ба донишҷӯён дар самти омодасозии ихтисоси 1-480201 – Биотехнология татбиқ карда шуд.

Натиҷаҳои асосии кори илмӣ:

1.Ҷанбаҳои биохимиявӣ, физикию-химиявӣ ва экологии технологияи коркардгардидаи истеҳсоли биоэтанол;

2.Арзёбии экологии исдифодашавии биоэтанол ба ҳайси модификатори беҳдошткунандаи сузишвориҳои нафтии бензинӣ;

3.Технологияи муфиди ҳосил намудани сузишвории алтернативии биологии биоэтанол дар асоси ғузапояи пахта;

Таъсирот аз татбиқи (истифодабарии) натиҷаҳои татбиқ:

Мувофиқи пешниҳоди муаллиф усулҳои ҳосил намудани биоэтанол ва арзёбии экологии исдифодашавии биоэтанол ба ҳайси модификатори беҳдошткунандаи сузишвориҳои нафтии бензинӣ метавонанд ҳамчун дастурамал дар гузаронидани корҳои озмоишӣ самаранок истифода гарданд.

РАИСИ КОМИССИЯ:
Муовини аввал,
муовини ректор оид ба таълим _____ Маҷидзода Т.С.

АЪЗОЁНИ КОМИССИЯ:

Муовини ректор оид ба илм
ва инноватсия _____ Абдуллозода Р.Т.

Декани факултети технологияи
химиявӣ ва металлургия _____ Ҳакимзода А.Ҳ.

Мудири кафедраи коркарди
энергиябаранадҳо ва хизматрасонии
нафту газ _____ Маҳмудзода Т.М.

Имзои Раиси комиссия: муовини аввал, муовини ректор оид ба таълими ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ н.и.т., дотсент Маҷидзода Т.С., аъзои комиссия: муовини ректор оид ба илм ва инноватсия Абдуллозода Р.Т., н.и.т., декани факултети технологияи химиявӣ ва металлургия н.и.х., дотсент Ҳакимзода А.Ҳ., мудири кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ Маҳмудзода Т.М.-ро

Тасдиқ менамоям:

Сардори раёсати кадрҳо ва корҳои махсуси
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
ба номи академик М.С. Осимӣ _____ Қодирзода Н.Ҳ.

Замимаи 3

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ ПАТЕНТӢ

ШАҲОДАТНОМА

Шаҳрванд Саидзода М.Р.

муаллифи ихтироъ *Таҷҳизоти кананда-пайвастқунанда*

Ба ихтироъ нахустпатенти № TJ 1690 **дода шудааст.**

Дорандаи нахустпатент Умирзоков А.М; Абаев А.Х; Мирзоев Ш.И; Ясинов Ш.М; Изатов М.А.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Умирзоков А.М; Абаев А.Х; Мирзоев Ш.И; Ясинов Ш.М; Изатов М.А; Сайдализода А.С.

Аввалияти ихтироъ 27.11.2024

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 27.11.2024

Аризаи № 2402025

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

Нахустпатент эътибор дорад аз 12 марти с.2026 **ба кайд гирифта шуд** 27 ноябри с. 2024 **то** 27 ноябри с. 2034

Ин шаҳодатнома ҳангоми амали гардонидани ҳуқуқу имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР Исмоилзода М.Ҳ.

Замимаи 4

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ ПАТЕНТӢ

ШАҲОДАТНОМА

Шаҳрванд Саидзода М.Р.

муаллифи ихтироъ *Системаи иттилооти-ченкуни барои баҳодиҳӣ ва идоракунии ниҳондиҳандаҳои экологии воситаи наклиёт*

Ба ихтироъ нахустпатенти № TJ 1692 **дода шудааст.**

Дорандаи нахустпатент Сайдализода А.С; Ҷобиров Ф.И; Саидзода М.Р; Сайдалиев А.А; Турсунов Ф.А; Насризода А.Н.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Хаммуаллиф(он) Сайдализода А.С Ҷобиров Ф.И; Сайдалиев А.А; Турсунов Ф.А; Насризода А.Н.

Аввалияти ихтироъ 08.01.2026

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 08.01.2026

Аризаи № 2602210

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

16 марти с. 2026 **ба қайд гирифта шуд**

Нахустпатент эътибор дорад аз 8 январи с. 2026 **то** 8 январи 2036 с.

Ин шаҳодатнома ҳангоми амали гардонидани ҳуқуқу имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР Исмоилзода М.Х.