**Химия-педагогикалық білім беруде «Аналитикалық химия» курсына жасыл химия принциптерін кіріктіру**

***Нуржанова Ботагоз Абсаттаровна***

*магистрант, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті*

*Қазақстан, Қызылорда қ.*

***Абызбекова Гульмира Минбаевна***

*Химия ғылымдарының кандидаты*

*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті,*

*Қазақстан, Қызылорда қ.*

Болашақ химия мұғалімдерін даярлауда базалық іргелі пән ретінде аналитикалық химияның сапалық және сандық талдаудың заманауи әдістерін оқыту өте өзекті болып табылады. Соңғы уақытта әлемдік деңгейде химиялық талдаудың жасыл тәсілдеріне назар аудара бастады, себебі жасыл химия бағытының, оның 12 принциптерінің химиялық лабораториялық зерттеулерде, синтез жасауда, жасыл тауарлар жасауда, сонымен қатар химияның барлық салаларын оқыту процесіне де интеграциялана бастады.

Соның бірі ретінде жасыл аналитикалық химия бағыты пайда болды. Бұл бағыттың мақсаты, улы заттарды пайдалануды немесе қалдықтардың пайда болуын азайту немесе болдырмау үшін қарапайым сапалық талдау үшін скринингтік әдістерді қолдану, үлкен зертханаларда толық сандық талдау үшін қажетті үлгілердің көп мөлшерін өңдеуді болдырмауға бағытталған. Аналитикалық химия пәнін оқыту теория тұрғысынан да, эксперимент тұрғысынан да Жасыл химия принциптеріне негізделіп, үнемі жетілдіруге бағытталуы тиіс. Жасыл химия принциптерін білім беруге, оның ішінде аналитикалық химияға қосу үшін әлемдік деңгейде көп күш жұмсалып жатыр. Осы жасыл принциптер мен тұжырымдамаларды түсіну және оны бакалавриат деңгейінде оқу бағдарламасына кіріктіру өте өзекті болып саналады.

Әдетте аналитикалық үлгі дайындау, талдауды жүргізу, еріткіштер, реагенттер пайдалану, улы қалдықтар, энергияны тұтыну кезінде талдаушының денсаулығына әсер ету сияқты көптеген қауіптермен байланысты. Жасыл аналитикалық химия саласындағы соңғы жарияланымдарды талдау осы саладағы қазіргі тенденциялар мен болашақ қажеттіліктерді оқыту заман талабына сай білім беру болып саналады. Негізгі проблемалар арзан, тиімді, дәл, экологиялық таза және миниатюралық баламаларды іздеумен байланысты. Миниатюризация, аналитикалық химиядағы ең танымал заманауи үрдіс. Аспап жасаудың жылдам дамуы мен жетілдірілуі жұмыс үстелі технологиялары мен портативті құрылғылардың әсерлі ассортиментіне әкелді.

Сонымен қатар, көптеген авторлар зерттеген маңызды мәселе - аналитикалық экологиялық шкала немесе жасыл аналитикалық процедуралар индексі. Пәнаралық әдістерді енгізу жасыл аналитикалық химиядағы жаңа үрдіс болып табылады. Жасыл аналитикалық химия үшін қоршаған ортаны басқаруда қолданылатын көп өлшемді шешімдерді талдауды қолдану өте танымал және кең таралған үрдіс болып табылады. Жасыл аналитикалық химияның болашағын анықтайтын тағы бір маңызды мәселе-бұл тұжырымдаманы қоғамда ағарту және насихаттауды жүргізетін де химиктер, химик-аналитиктер, химия мұғалімдері. Сондықтан да, ЖОО-да химия-педагогикалық білім беру процесіне, оның ішінде Аналитикалық химияны оқытудың теориялық және практикалық бөлімдеріне жасыл химия принциптерін кіріктірудің әдістемесін даярлаудың өте аз зерттелуі осы тақырыпты зерттеуге алуымызға негіз болып отыр.

Химия-педагогикалық білім берудегі «Аналитикалық химия» курсына жасыл химия принциптерін кіріктіру әдістемесін жасау және оның білім алушылардың жүйелі экологиялық құзіреттіліктерінің қалыптасуындағы тиімділігін зерттеу өте өзекті болып табылады.

Қазақстан Республикасында қабылданған «Қазақстан-2050 стратегиясы: қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» елдің «жасыл» даму жолына көшуіне негізделген экономиканың орнықты әрі тиімді моделін құрудың нақты бағдарын белгілеп берді [1].

Қазақстан Республикасының 2007-2024 жылдарға арналған тұрақты дамуға көшу тұжырымдамасында ел өмірінің барлық салаларында тұрақтылыққа қол жеткізу қағидаттарының көрінісін, мақсаттарын, міндеттері мен негізгі тетіктерін айқындап берді. Ол дамудың экономикалық, экологиялық, әлеуметтік және саяси факторлары ықпалдасуы және Қазақстан халқының өмір сүру сапасын арттыруға бағытталған біртұтас процесс болуы тиіс деп көрсетті [2].

**Жасыл химия** (*Green Chemistry*) — химиядағы жаңа ғылыми бағыт, оған қоршаған орта мен адамға еш зиян келмейтін химиялық үдерістерді кез келген жетілдіру жолдары болып табылады. Ғылыми бағыт ретінде ХХ ғасырдың 90-жылдары пайда болды. Әлемнің көптеген лабораторияларында жасалып жатқан жаңа химиялық реакциялар мен үдерістердің жаңа схемалары көптонналы химиялық өндірістердің қоршаған ортаға деген зиянын түбегейлі азайтуға бағытталған.

Жасыл химияның ғылыми бағытта дамуымен қатар, жасыл химиялық білім беру әлем елдерінің химиялық білім беру процесіне де кіріктіріле бастады. Қазақстан Республикасында алғашқылардың бірі болып, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінде химия-педагогикалық білім беруге «Химия» білім беру бағдарламасының «бакалавриат-магистратура-докторантура» жүйесіне Жасыл химия және оның 12 принциптерін химиялық жеке пәндерге кіріктіре оқыту мен «Жасыл химияға кіріспе» элективті курсы, «Жасыл химиялық білім беру» элективті курсы оқытыла бастаған [3].

Жасыл аналитикалық химия (Green Analytical Chemistry) 2000 жылы Жасыл химиядан пайда болды. "Жасыл" химиядағы бұл салыстырмалы түрде жаңа қызмет саласы аналитикалық химиктердің зертханалық әдістердің тұрақтылығын арттырудағы рөлімен байланысты және Химиктер арасында үлкен қызығушылық тудырды [4–6]. Химиялық талдаулардың сапасын арттыру үшін қажетті аспаптар мен әдістемелерді әзірлеуден басқа, химиялық талдаулардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайтуға және аналитикалық зертханаларға тұрақты даму принциптерін енгізу мүмкіндігін қамтамасыз етуге күш салынуда. Бұл тұрғыда жасыл аналитикалық химия аналитикалық химияны дамытудың стимуляторы ретінде танылуы керек. Бұл пәннің болашағы үшін ең маңызды міндет-нәтижелердің сапасын арттыру мен тұрақтылықты арттыру арасындағы нәтижелерге қол жеткізу.

Аналитикалық әдістерді бағалауға жасыл химия принциптерін енгізу қазіргі заманауи химия дамуының жаңа тенденциясы болып табылады.

Жасыл химияның кейбір принциптері, мысалы, қалдықтардың алдын алу, қауіпсіз еріткіштер мен қосалқы заттарды болдырмау, энергия тиімділігін ескере отырып жобалау, химиялық апаттардың ықтималдығын азайту, аспаптық әдістерді әзірлеу - аналитикалық химиямен тікелей байланысты. Аналитикалық химия шағын ауқымды қызмет болып саналғанымен, бірақ бұл көп мөлшерде талдаулар жүргізілетін бақылау зертханаларында бұл үлкен ауқымды жұмыстар болып есептеледі.

Ылғал химияның орнына аспаптық әдістерді қолдану, автоматтандыру және минималдылық - бұл химияның осы саласын тұрақты ететін аналитикалық химияның жаңа тенденциясы.

Жасыл химия тұрақты даму бағытындағы химия деп аталып, 90-шы жылдардағы тұрақты даму тенденциясынан кейін пайда болды. Жасыл химияның алғашқы анықтамасын беріп, 12 принциптерін жасаған Пол Анастас пен Джон Уорнер болды [1]. Ол 12 қағидаларға:

1. Қалдықтардың пайда болуын болдырмау;

2. Атомды үнемдеу;

3. Қауіпті емес синтез;

4. Қауіпсіз химиялық заттарды жасау;

5. Қауіпсіз еріткіштер мен жанама заттар;

6. Энергия тиімділігін арттыру мақсатында жобалау;

7. Жаңартылатын ресурстарды пайдалану;

8. Қалдықтарды азайту;

9. Катализ процесін жүргізу;

10. Ыдырауға арналған дизайн;

11. Ластанудың алдын алу үшін нақты уақытта талдау;

12. Жазатайым оқиғалардың алдын алу.

Бұл принциптер негізінен зерттеулерде қолданылады, бірақ өнеркәсіп пен білім беруде одан да көп қолданылуы мүмкін [2]. Жасыл химия педагогикасы - бұл болашақ ғалымдар, мұғалімдер мен химик мамандар болатын студенттердің хабардарлығын арттыру жолы болып табылады. Осы тұрғыда білім алушылардың мотивациясын арттыру үшін әр түрлі қызмет түрлері құрастырылуы қажет және олар химиядан оқу бағдарламаларына енгізілуі тиіс. Химик-студенттер аса экологиялық таза синтездеу процестерін және аналитикалық процедуларды құрастыру үшін алдымен олар олардың тұрақтылық дәрежесін бағалаулары қажет.

Жасыл химия аналитикалық химияда қолданылғанда, жасыл аналитикалық химия деп аталады (ЖАХ) [5].

Қазіргі таңда аналитикалық әдістің жасылдық профилін бағалау үшін түрлі инструментарийлер қолданылалады. Әдетте көп қолданылатыны:

1. Аналитикалық экошкала A. Galuszka ұсынған [5] – әрбір әдіске 100 балл беріледі, ал реагенттер, шарттар, аппаратуралар, қалған қалдықтар есебінен штрафты баллдар шегеріледі. Одан әрі қорытынды бағаға сәйкес әдістер жіктеледі: > 75 жоғары болса –өте жақсы, > 50 жоғары болса - жарайды, <50 төмен болса –жеткіліксіз делінеді.

2. L.H. Keith ұсынған Ұлттық экологиялық әдістер индексінің (ҰЭӘИ-NEMI) пиктограммасы [6] төртке бөлінген шеңберлерден тұрады. Олардың әрқайсысы әртүрлі көзқарастарға сәйкес келеді:

(1) тұрақты, биоаккумуляцияға қабілетті немесе улы реагенттер (ТБУ);

(2) қауіпті реагенттер;

(3) агрессивті реагенттер (рН<2 және рН<12);

(4) қалдықтардың көлемі немесе массасы <50 мл (немесе г);

Жасыл түстің төрттен бір шаршыда ғана болса, бұл әдіс нақты талапқа сәйкес келеді. Егер төрттен төрт бөлігі жасыл түспен белгіленсе, әдіс тұрақты болып саналады.

3. D. Raynie мен J.L.Driver профилі бес бөлікке немесе үшбұрышқа бөлінген бесбұрышты (денсаулыққа, қауіпсіздікке, қалдықтарға, энергияға, қоршаған ортаға қауіп) пайдалану. Әр үшбұрышты үш түспен бояуға болады:жасыл, сары немесе қызыл (ең экологиялық таза емес) [7].

Жасыл аналитикалық химия – бұл әрбір аналитикалық химик таныс болуы керек идея. Теория мен эксперимент тұрғысынан тақырыпты үнемі жетілдіре отырып, химиялық дәрежелер шеңберіндегіаналитикалық химияны зерттеудің динамикалық сипаты таңқаларлық болмауы тиіс.

Соңғы уақытта жасыл химия принциптерін білім беруге енгізу үшін көп күш жұмсалуда, әсіресе аналитикалық химияға жасыл химияның 12 принциптерін кіріктіру маңызды рөл атқарады. Осы принциптерден хабардар болуы үшін химиялық және химия-педагогикалық бакалавриат және магистратурада білім беруде оқу бағдарламаларына кіріктіру қажет.

Қазіргі заманғы аналитикалық зертханаларда бір талданатын затты анықтау үшін әр түрлі әдістер қолдануға болады. Нәтижелердің метрологиялық сапасы, талдау құны, қоршаған ортаға әсері, аналитикалық әдісті таңдағанда медициналық немесе басқа да мақсаттар ескеріледі. Алайда бұл тәсіл жасыл химияның принциптерін ескермейді.

Сурет 1. Жасыл химияның 12 қағидасының аналитикалық салдары

Химия-педагогикалық білім беруде 6В01515-«Химия», 6В01516-«Химия-Биология» білім беру бағдарламасы білім алушылары 2-курста «Аналитикалық химия» пәнін өтеді. 1-семестрде «Аналитикалық химия І» сапалық анализ бөлімі оқытылады. 2-семестрде аналитикалық химияның сандық анализдеу бөлімі қарастырылады.

«Аналитикалық химия» курсына жасыл химия принциптерін кіріктіру моделі мен әдістемесін жасау үшін әлем елдеріндегі «Жасыл аналитикалық химия» пәнінің оқытылу тәжірибелері ескерілді.

Химия-педагогикалық білім берудегі «Аналитикалық химия» курсына жасыл химия принциптерін кіріктіруді сапалық талдау бөліміне кіріктіруді ұсынамыз.

Жасыл аналитикалық химия принциптеріне сәйкес, сапалық анализ жасауда тамшылы реакцияларды қолдануды ұсынады.Тамшылы реакциялар (тамшылы анализ) немесе жартылай микроәдіс кезінде аналитикалық практикаға Н.А.Тананаев енгізген тамшылы реакциялар қолданылады.

Бұл реакциялар ерітінді тамшысымен орындалады. Пайдаланылатын реактивтердің жоғарғы сезімталдығы иондардың өте аз мөлшерлерін де анықтауға мүмкіндік береді.

Тамшылы анализді тереңі бар фарфор пластинкада,сағат немесе зат шынысында жүргізеді. Бұл кезде пластинкаға немесе қағазға 1-2 тамшы анализденетін ерітіндіні және өзіне тән түсті боялуды немесе кристалдар беретін реактивтің 1-2 тамшысын қосады.

Тұнбадан центрифуганы бөлу тамшылы реакцияны жүргізген кезде қағаздың капиллярлы адсорбциялық қасиеттері қолданылады. Қағазға тамған сұйықтық тамшысы тез қағаз капиллярлары арқылы таралады, ал боялған қосылыс қағаздың азғантай ауданына сіңіріледі.

Ерітіндіде бірнеше заттардың болуы, олардың қағаз бетінде қозғалу жылдамдығының әр түрлі болуының нәтижесінде иондардың таралуы концентрлі зоналар түрінде көрінеді.

Пластинкаға немесе қағазға тамшыны капилляр пипетка немесе ұшы кішкентай болатын шыны таяқшамен тамызуға болады. Егер тамшылы реакцияны қағазда жүргізетін болса, онда күлсіз сүзгілердің (ақ лента) типін пайдаланған дұрыс.

Аналитикалық химия пәнінің «Сапалық анализ» бөліміндегі катиондар мен аниондарды анализдеу лабораториялық жұмыстарын тамшылық анализ әдісімен, микромасштабты талдау жұмыстарын жасаудың әдістемелік нұсқаулығы жасалды.

Аналитикалық химия пәнінің сандық анализ бөліміне жасыл химия принциптерін кіріктіре оқытудың тиімділігін педагогикалық тәжірибеде тексеру үшін педагогикалық тәжірибе базасы ретінде Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің жаратылыстану институтының «Биология, география және химия» кафедрасы және Т.Д.Қуанышбаев атындағы химия-биологиялық зерттеулер ғылыми-білім беру орталығы алынды. Педагогикалық экспериментке «Химия» білім беру бағдарламаларының білім алушылары алынды.

Педагогикалық айқындаушы эксперимент кезінде білім алушылардың жасыл химияға, жасыл химиялық талдау әдістеріне деген көқарастарын білу үшін «Химия» білім беру бағдарламасының 2-курс білім алушылары қатысып, семинар соңында сауалнамалау жүргізілді.

Сауалнамалау нәтижесінде барлық респонденттердің 100% «Жасыл аналитикалық химия» принциптерін Аналаитикалық химияға кіріктірудің болашақ химия пәні мұғалімдері үшін оқыту қажет деп есептеген. Болашақ химия пәні мұғалімдерінің ғылыми-зерттеушілік құзіреттіліктерін қалыптастыруда сапалық талдау тәжірибелерін жасау қаншалықты қызықты, қаншалықты қиын, қаншалықты пайдалы деп есептейсіз деген сұраққа барлық респонденттер 100% қызықты және пайдалы деп есептесе, білім алушылардың 15 % қиын болуы мүмкін деп есептеген.

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің жаратылыстану институты «Биология, география және химия» кафедрасында 2022-2023 оқу жылында «Химия» білім беру бағдарламасының білім алушыларына «Аналитикалық химия» пәнінің мазмұнына Жасыл химия контекстін кіріктіруге 5 сағат дәріс, 6 сағат практикалық жұмыс, 4 сағат білім алушылардың оқытушымен орындайтын өзіндік жұмысы, 12 сағат өзіндік зерттеу жұмысы берілді.

«Аналитикалық химия» пәніне «Жасыл химия» контекстін оқытуға дейін және оқытудан кейін білім алушылардан жасыл аналитикалық химия зерттеу әдістерінен хабардарлықтарын, аз масштабты химия әдістерін, оларды сапалық талдауда қолдану әдістерін, өсімдік шикізаттарындағы, су, топырақ құрамындағы катиондар мен аниондарды талдау әдістерін меңгеру, жасай алу қабілеттерінің қалыптасу дәрежелелерін сауалнамалау, тестілеу, интервью алу арқылы тексерілді.

«Аналитикалық химия» пәніне «Жасыл химия» контекстін оқытуға дейін аналитикалық химиядағы сапалық талдау әдістері мен жасыл аналитикалық химия әдістерін байланыстыра алу дәрежелерінің өте төмендігін, аналитикалық химия зерттеу әдістерінен хабардарлықтарының жоқ екендігін, аз масштабты химия әдістерін, оларды сапалық талдауда қолдану әдістерін, өсімдік шикізаттарындағы, су, топырақ құрамындағы катиондар мен аниондарды талдау әдістерін меңгеру, жасай алу қабілеттерінің жоқ екендіктерін 98% білім алушы көрсетсе, ал ішінара 2% білім алушылар орта мектепте ғылыми-зерттеу жобаларын жасауда танысқандығын көрсеткен.

««Аналитикалық химия» пәніне «Жасыл химия» контекстін оқығаннан кейінгі білім алушыларды сауалнамалау нәтижелері мына төмендегідей жайттарды көрсетті:

-жасыл аналитикалық химия туралы жүргізілген дәріс сабақтары ұнады ма? деген сұраққа бар барлық респонденттер «ұнады» деп жауап берген;

- аналитикалық химия мен жасыл аналитикалық химия байланыстылығы қызықты болды ма? деген сұраққа барлығы да «ия» деп жауап берген;

-бұрын аз масштабты тәжірибелерден хабардар емес екендіктерін көрсеткен;

- білім алушылар су, топырақ нысанындағы аналитикалық катиондар мен аниондарды сапалық анализдеу әдістерін пайдаланып, зерттеу жұмыстарын жасамағандықтарын көрсеткен;

-білім алушылар жасыл аналитикалық сапалық талдау жұмыстары экологиялық жағынан тиімді, қауіпсіз екендіктерін, пайдалы зерттеу жұмысы болғандығын, талдау әдістерін үйренгендігін көрсеткен.

«Аналитикалық химия» пәні бойынша білім алушылардың өзіндік жүргізген зерттеу жобалары кафедраның «Ғылым апталығы» аясында өткізілгін зерттеу жобаларының көрмесіне қатысып, өз бағаларын алып, көрме жеңімпаздары университетте өткізілген «Ғылым мен білімнің цифрлық трансформациясы тұрақты және инновациялық даму жолдары» атты студенттердің ғылыми шығармашылығы мен жетістіктерінің көрмесіне ұсынылды, жоғары бағаланды (сурет 2).



Сурет 2. Студенттердің ғылыми шығармашылығы мен жетістіктері көрмесі

«Аналитикалық химия» пәніне «Жасыл химия» контекстін оқығаннан кейінгі білім алушылардың біліміді меңгеру дәрежесі мен өзіндік жұмыстардың нәтижелілігі бойынша тестілеу нәтижесі 1-кестеде және 3-суретте көрсетілген.

**Кесте 1**

**«Аналитикалық химия» пәніне «Жасыл химия» контекстін кіріктіргеннен кейінгі білім алушылардың білімді меңгеру дәрежесі мен өзіндік жұмыстардың нәтижелілігі бойынша тестілеу нәтижесі**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Көрсеткіштер | Меңгеру деңгейі, % | | |
| Жоғары | Орташа | Төменгі |
| Теориялық материалдарын меңгеру дәрежесі | 60 | 35 | 5 |
| Катиондарды талдау бойынша | 82 | 14 | 4 |
| Аниондарды талдау бойынша | 71 | 16 | 13 |
| Өзіндік зерттеу жобаларының нәтижелілігі бойынша | 73 | 21 | 6 |

Сурет 3. Аналитикалық химия» пәніне «Жасыл химия» контекстін кіріктіргеннен кейінгі меңгеру дәрежесі мен өзіндік жұмыстардың нәтижелілігі бойынша тестілеу нәтижесі

Қорыта келе, химия-педагогикалық білім беруде «Аналитикалық химия» курсына жасыл химия принциптерін кіріктірудің моделі мен әдістемесі жасалынып, қолданатын болсақ, онда білім алушылардың жүйелі экологиялық құзіреттіліктерін қалыптастыруға болады.

**Әдебиеттер**

1. P.T. Anastas, J.C. Warner. Green Chemistry: theory and practice. Oxford University Press, 2000. 1693

2 L.B. Armstrong., M.C. Rivas, M.C. Douskey, A.M. Baranger, “Teaching students the complexity ofgreen chemistry and assessing growth in attitudes and understanding”, Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, vol. 13, pp. 61-67, 2018.

3. Абызбекова Г.М. Жасыл химия және жасыл химиялық білім беру. Энергия және ресурстар үнемдеу технологиялары: тәжірибелер және келешегі» атты ІІ Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. 29-сәуір, 2020 ж. – Қызылорда: Қорқыт Ата атындағы ҚМУ, 2020. – 189-194 бб

4.United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Shaping the Future We Want. UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) Final Report. UNESCO 2014.

5. A. Galuszka, P. Konieckzda,M. Migaszewski, J. Namiesnik,”Analytical eco-scale for assessing the greenness of analytical procedures”, *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 37, pp. 61-72, 2012.

6. L.H. Keith, L.U. Gron, J.L. Young, “Green analytical methodologies”, *Chem. Rev.vol.* 107, pp. 2695–2708, 2007.

7. D. Raynie, J.L. Driver, “Green assessment of chemical methods”. Available from URL:<http://acs.confex.com/acs/green09/recordingredirect.cgi.