



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI

DOI: 10.67227

ISSN 3060-5059



VOL.3 № 6

2026

ANALITIK KIMYO FANINI O‘QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISH ORQALI TALABALARNING EKSPERIMENTAL KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Jurayeva Barno Abdixalilovna

Toshkent kimyo-texnologiya instituti, assistent

Raxmatova Nodira Shavkatovna

Toshkent kimyo-texnologiya instituti, katta o‘qituvchi

Annotatsiya

Mazkur maqolada analitik kimyo fanini o‘qitish jarayonida virtual laboratoriyalardan foydalanish orqali talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirish masalasi yoritiladi. Analitik kimyo ta’limida laboratoriya mashg‘ulotlari nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog‘lash, kimyoviy tahlil usullarini o‘zlashtirish, asbob-uskunalar bilan ishlash ko‘nikmalarini shakllantirish va ilmiy-tadqiqotga yo‘naltirilgan fikrlashni rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Biroq ayrim hollarda laboratoriya jihozlari, reaktivlar, xavfsizlik talablari va vaqt cheklovlari talabalarning barcha tajribalarni mustaqil bajarish imkoniyatini cheklaydi. Shu sababli virtual laboratoriyalar analitik kimyo ta’limida muhim didaktik vosita sifatida namoyon bo‘ladi. Maqolada virtual laboratoriyalarning ta’limiy imkoniyatlari, ularni laboratoriya mashg‘ulotlariga integratsiya qilish bosqichlari, eksperimental kompetensiyalarni rivojlantirishga ta’siri hamda nazariy-amaliy tayyorgarlikni kuchaytirishdagi o‘rni tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: analitik kimyo, virtual laboratoriya, eksperimental kompetensiya, laboratoriya mashg‘uloti, kimyoviy tahlil, raqamli ta’lim, interaktiv ta’lim, amaliy ko‘nikma, kimyo o‘qitish metodikasi.

МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Жураева Барно Абдихалиловна

Ташкентский химико-технологический институт, ассистент

Рахматова Нодира Шавкатовна

Ташкентский химико-технологический институт, старший преподаватель

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема развития экспериментальных компетенций студентов посредством использования виртуальных лабораторий в процессе обучения аналитической химии. Лабораторные занятия по аналитической химии имеют важное значение для интеграции теоретических знаний с практическим опытом, освоения методов химического анализа, формирования навыков работы с лабораторным оборудованием и развития исследовательского мышления. Вместе с тем в ряде случаев ограниченность материально-технической базы, нехватка реактивов, требования безопасности и дефицит учебного времени затрудняют полноценное самостоятельное выполнение студентами всех лабораторных опытов. В этих условиях виртуальные лаборатории выступают эффективным дидактическим средством, обеспечивающим визуализацию химических процессов, моделирование аналитических процедур и безопасное выполнение учебных экспериментов. В статье анализируются образовательные возможности виртуальных лабораторий, этапы их интеграции в лабораторные занятия, влияние на развитие экспериментальных компетенций студентов, а также их роль в повышении качества теоретико-практической подготовки по аналитической химии.

Ключевые слова: аналитическая химия, виртуальная лаборатория, экспериментальная компетенция, лабораторное занятие, химический анализ, цифровое образование, интерактивное обучение, практические навыки, методика преподавания химии.

METHODOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' EXPERIMENTAL COMPETENCIES THROUGH THE USE OF VIRTUAL LABORATORIES IN TEACHING ANALYTICAL CHEMISTRY

Jurayeva Barno Abdixalilovna

Tashkent Institute of Chemical Technology, Assistant

Raxmatova Nodira Shavkatovna
Tashkent Institute of Chemical Technology, Senior Lecturer

Abstract

This article examines the development of students' experimental competencies through the use of virtual laboratories in teaching analytical chemistry. Laboratory work in analytical chemistry plays an essential role in connecting theoretical knowledge with practical experience, mastering chemical analysis methods, developing skills in using laboratory equipment, and fostering research-oriented thinking. However, limited laboratory equipment, insufficient reagents, safety requirements, and time constraints may restrict students' opportunities to independently perform all experimental tasks. In this context, virtual laboratories serve as an effective didactic tool that enables the visualization of chemical processes, simulation of analytical procedures, and safe implementation of educational experiments. The article analyzes the educational potential of virtual laboratories, the stages of their integration into laboratory classes, their influence on the development of students' experimental competencies, and their role in improving theoretical and practical training in analytical chemistry.

Keywords: analytical chemistry, virtual laboratory, experimental competence, laboratory training, chemical analysis, digital education, interactive learning, practical skills, chemistry teaching methodology.

Bugungi kunda oliy ta'lim tizimida tabiiy fanlarni, xususan, kimyo fanlarini o'qitishda nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan uyg'unlashtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, analitik kimyo fani talabalarni kimyoviy tahlil usullari, moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash, laboratoriya jihozlari bilan ishlash, tajriba natijalarini tahlil qilish hamda ilmiy xulosalar chiqarishga o'rgatadigan muhim fanlardan biri hisoblanadi. Shu sababli mazkur fan bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarini samarali tashkil etish talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirishda asosiy omillardan biri sanaladi.

Analitik kimyo fanini o'qitishda laboratoriya mashg'ulotlari nazariy bilimlarni mustahkamlash, kimyoviy jarayonlarni amaliy kuzatish, reaktivlar bilan ishlash madaniyatini shakllantirish, o'lchash aniqligi va tahlil natijalarini baholash ko'nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi. Biroq amaliyotda ayrim hollarda laboratoriya jihozlarining yetarli emasligi, reaktivlarning cheklanganligi, xavfsizlik talablari, vaqt me'yorlari va murakkab tajribalarni barcha talabalar tomonidan mustaqil bajarish imkoniyatining cheklanishi ta'lim jarayonida muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. Mazkur holat analitik kimyo ta'limida zamonaviy raqamli texnologiyalar, xususan, virtual laboratoriyalardan foydalanish zaruratini oshirmoqda.

Virtual laboratoriyalar talabalarga kimyoviy tajribalarni raqamli muhitda bajarish, tahlil jarayonlarini bosqichma-bosqich kuzatish, xatoliklarni xavfsiz sharoitda tahlil qilish va tajriba natijalarini qayta-qayta tekshirish imkonini beradi. Bunday yondashuv nafaqat laboratoriya mashg'ulotlarini interaktiv tashkil etishga, balki talabalarda mustaqil fikrlash, eksperimental rejalashtirish, natijalarni tahlil qilish, ilmiy asoslangan xulosa chiqarish va xavfsizlik qoidalariga rioya qilish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Ayniqsa, analitik kimyo fanida titrlash, gravimetrik tahlil, fotometrik aniqlash, spektrofotometrik usullar, ion almashinish jarayonlari va boshqa murakkab laboratoriya amaliyotlarini virtual laboratoriyalar yordamida modellashtirish talabalar uchun ta'lim jarayonini yanada tushunarli va samarali qiladi. Talaba tajriba jarayonini faqat nazariy jihatdan emas, balki vizual va interaktiv shaklda kuzatadi, xatolik sabablarini aniqlaydi, natijalarni solishtiradi va o'z bilimini amaliy vaziyatlarda qo'llashga o'rganadi.

Shu nuqtayi nazardan, analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanish talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirishning samarali metodik vositasi sifatida qaraladi. Mazkur maqolada virtual laboratoriyalarning analitik kimyo ta'limidagi didaktik imkoniyatlari, ularni o'quv jarayoniga **integratsiya qilish** yo'llari hamda talabalarning eksperimental kompetensiyalarini shakllantirish va rivojlantirishdagi metodik ahamiyati tahlil qilinadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanish masalasi zamonaviy kimyo ta'limida nazariya va amaliyotni integratsiyalash, talabalarni laboratoriya faoliyatiga tayyorlash, xavfsiz tajriba muhitini yaratish hamda eksperimental kompetensiyalarni rivojlantirish bilan bevosita bog'liqdir. Ilmiy adabiyotlarda virtual laboratoriyalar real laboratoriya mashg'ulotlarini to'liq

almashtiruvchi vosita emas, balki talabalarning laboratoriyaga tayyorgarligini kuchaytiruvchi, tajriba jarayonini oldindan modellashtiruvchi va amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga yordam beruvchi didaktik resurs sifatida taqin qilinadi.

B. Bortnik, N. Stozhko, I. Pervukhina, A. Tchernysheva va G. Belysheva tomonidan olib borilgan tadqiqot analitik kimyo ta'limida virtual laboratoriyalarning samaradorligini bevosita o'rganishga qaratilgan. Mualliflar virtual kimyo laboratoriyasini talabalarning mustaqil tayyorgarligini ta'minlovchi elektron resurs sifatida baholaydi. Ularning tadqiqotida an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlari nazorat guruhi, virtual va real laboratoriya uyg'unlashtirilgan ta'lim esa tajriba guruhi sifatida taqqoslangan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriya bilan boyitilgan aralash ta'lim muhiti talabalarning ilmiy savodxonligi, tadqiqotchilik ko'nikmalari va laboratoriya hisobotlari sifatini oshirishga xizmat qiladi [1]. Bu xulosa analitik kimyo fanida virtual laboratoriyalarni **pre-lab (real tajribadan oldingi tayyorgarlik bosqichi)** sifatida qo'llash zarurligini asoslaydi.

V.K. Kolil va hammualliflar kimyo laboratoriya ta'limida virtual eksperimental platformalarning talabalarning eksperimental o'ziga ishonchi, ya'ni **experimental self-efficacy** darajasiga ta'sirini o'rgangan. Mualliflar eksperimental kompetensiya faqat tajribani bajarish texnikasi bilan cheklanmasdan, talabaning o'z bilimiga ishonchi, tajriba ketma-ketligini tushunishi, xatoliklarni bartaraf eta olishi va laboratoriya muhitida mustaqil harakat qila olishiga ham bog'liqligini ko'rsatadi [2]. Tadqiqotda virtual laboratoriya real laboratoriyadan oldin qo'llanganda, talabalarda tajriba bajarishga nisbatan ishonch oshishi va xavotir kamayishi aniqlangan. Bu fikr analitik kimyoda titrlash, eritma tayyorlash, fotometrik o'lchash va gravimetrik tahlil kabi amaliy jarayonlarni avval virtual shaklda mashq qilish metodik jihatdan samarali ekanini tasdiqlaydi.

K.K. Perkins, W. Adams, M. Dubson va boshqa PhET loyihasi tadqiqotchilari interaktiv simulyatsiyalarning kimyo o'qitishdagi imkoniyatlarini tahlil qilib, bunday vositalar ko'rinmas kimyoviy jarayonlarni vizuallashtirish, bir nechta ifodalanish shakllarini birlashtirish, xavfsiz va tezkor takroriy tajribalar o'tkazish imkonini berishini ta'kidlaydi [3]. Ayniqsa, analitik kimyoda ionlar o'zaro ta'siri, eritmalarining konsentratsiyasi, kislota-asos muvozanati, Beer-Lambert qonuni va spektrofotometrik o'lchash kabi mavzularni o'rganishda interaktiv simulyatsiyalar talabaga murakkab nazariy tushunchalarni amaliy vaziyat bilan bog'lash imkonini beradi. Bu esa eksperimental kompetensiyaning muhim tarkibiy qismlari bo'lgan kuzatish, solishtirish, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

ChemCollective virtual laboratoriyalari bo'yicha taqdim etilgan ilmiy-amaliy materiallarda virtual laboratoriya "kimyo laboratoriyasining onlayn simulyatsiyasi" sifatida izohlanadi va u talabalarga kimyoviy hisob-kitoblarni haqiqiy laboratoriya amaliyoti bilan bog'lashga yordam berishi qayd etiladi [4]. ChemCollective muhitida talabalar yuzlab standart reagentlarni tanlash, eritmalar tayyorlash, aralashtirish, konsentratsiyani hisoblash, titrlash va analitik muammolarni yechish imkoniyatiga ega. Bu jihatlar analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalarni nafaqat ko'rgazmali vosita, balki mustaqil amaliy faoliyatni tashkil etuvchi metodik platforma sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi.

ChemCollective loyihasi asoschilari D. Yaron va R. Dwyer tomonidan ishlab chiqilgan resurslar to'plami virtual laboratoriyalar, ssenariyga asoslangan topshiriqlar, simulyatsiyalar, tutoriallar va konseptual testlarni o'z ichiga oladi [5]. Bu yondashuv analitik kimyo ta'limida muammoli vaziyatlar asosida o'qitish imkonini kengaytiradi. Masalan, noma'lum eritma konsentratsiyasini aniqlash, suv tarkibidagi ionlarni tahlil qilish, titrlash egri chizig'ini izohlash yoki eritma tayyorlashda xatolik sabablarini aniqlash kabi topshiriqlar talabalarda eksperimental rejalashtirish va natijalarni ilmiy asoslash kompetensiyalarini shakllantiradi.

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalardan foydalanish analitik kimyo fanida uchta asosiy metodik vazifani bajaradi. Birinchidan, u talabalarning laboratoriya mashg'ulotiga oldindan tayyorlanishiga yordam beradi. Ikkinchidan, xavfsiz, nazorat qilinadigan va takroriy tajriba muhitini yaratadi. Uchinchidan, nazariy bilimlarni real tahlil jarayonlari bilan bog'lab, eksperimental kompetensiyalarni bosqichma-bosqich rivojlantiradi. Shu sababli analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalarni real laboratoriya mashg'ulotlari bilan **integratsiya qilish** talabalarning amaliy ko'nikmalari, tadqiqotchilik faoliyati va ilmiy xulosa chiqarish malakasini rivojlantirishning samarali metodik yo'li sifatida baholanishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanish orqali talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirish samaradorligini aniqlash maqsadida pedagogik tajriba-sinov metodidan foydalanildi. Ushbu metod tanlanishining asosiy sababi shundaki,

virtual laboratoriyalarni ta'lim jarayoniga joriy etish natijasida talabalarning nazariy bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash, laboratoriya tajribalarini rejalashtirish, kimyoviy tahlil jarayonlarini izohlash, natijalarni qayd etish va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarida yuz beradigan o'zgarishlarni bevosita kuzatish va baholash imkoniyati mavjud.

Tajriba-sinov ishlari Toshkent kimyo-texnologiya institutida analitik kimyo fanini o'rganayotgan **2-bosqichdagi talabalar** o'rtasida tashkil etildi. Tadqiqotda jami 43 nafar talaba ishtirok etdi. Tajriba jarayonida talabalar analitik kimyo bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishdan oldin virtual laboratoriya muhitida tajriba bosqichlari, reaktivlar bilan ishlash tartibi, o'lchash aniqligi, xavfsizlik qoidalari va natijalarni qayd etish bo'yicha topshiriqlarni bajardilar. Shundan so'ng ular real laboratoriya sharoitida tegishli tajribalarni amalga oshirdilar.

Pedagogik tajriba-sinov jarayoni uch bosqichda tashkil etildi. Birinchi bosqichda talabalarning analitik kimyo bo'yicha dastlabki tayyorgarlik darajasi, laboratoriya jihozlari bilan ishlash ko'nikmasi, tajriba ketma-ketligini tushunishi va xavfsizlik qoidalariga rioya qilish darajasi aniqlab olindi. Ikkinchi bosqichda virtual laboratoriyalardan foydalangan holda titrlash, eritma tayyorlash, sifat va miqdoriy tahlil elementlari, konsentratsiyani hisoblash hamda tajriba natijalarini tahlil qilishga doir amaliy topshiriqlar bajarildi. Uchinchi bosqichda esa virtual laboratoriya asosida o'qitish natijasida talabalarning eksperimental kompetensiyalarida yuz bergan o'zgarishlar tahlil qilindi.

Tadqiqotda talabalarning eksperimental kompetensiyalari quyidagi mezonlar asosida baholandi: laboratoriya tajribasini rejalashtira olish, reaktiv va jihozlardan to'g'ri foydalanish, tajriba ketma-ketligini tushunish, xavfsizlik qoidalariga amal qilish, olingan natijalarni qayd etish va tahlil qilish, xatolik sabablarini aniqlash hamda ilmiy asoslangan xulosa chiqarish. Ushbu mezonlar asosida virtual laboratoriyalardan foydalanishning analitik kimyo fanini o'qitishdagi metodik samaradorligi aniqlandi.

Pedagogik tajriba-sinov metodi orqali olingan natijalar shuni ko'rsatishga xizmat qiladiki, virtual laboratoriyalar talabalarning laboratoriya mashg'ulotlariga tayyorgarlik darajasini oshiradi, murakkab kimyoviy jarayonlarni vizual va interaktiv tarzda tushunishga yordam beradi hamda real laboratoriya sharoitida xatolarga yo'l qo'yish ehtimolini kamaytiradi. Shu sababli mazkur metod analitik kimyo fanida virtual laboratoriyalarni real amaliy mashg'ulotlar bilan integratsiyalashning ta'limiy samaradorligini aniqlash uchun maqbul metodologik yondashuv sifatida tanlandi.

Tahlil va natijalar

Tadqiqot doirasida Toshkent kimyo-texnologiya institutida analitik kimyo fanini o'rganayotgan **2-bosqichdagi talabalar** ishtirokida pedagogik tajriba-sinov ishlari tashkil etildi. Tajriba-sinov jarayoniga jami 43 nafar talaba jalb qilindi. Ular shartli ravishda tajriba va nazorat guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhida analitik kimyo bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlari virtual laboratoriyalar asosida oldindan modellashtirildi, nazorat guruhida esa mashg'ulotlar an'anaviy laboratoriya ta'limi asosida olib borildi.

1-jadval. Respondent talabalarning tajriba va nazorat guruhlarini bo'yicha taqsimlanishi

Guruhlar	Talabalar soni	Ulushi, %	Ta'lim jarayoni tavsifi
Tajriba guruhi	22 nafar	51,2 %	Virtual laboratoriyalar asosida analitik kimyo tajribalarini modellashtirish va real laboratoriya mashg'ulotlari bilan integratsiyalash
Nazorat guruhi	21 nafar	48,8 %	An'anaviy laboratoriya mashg'ulotlari asosida o'qitish
Jami	43 nafar	100 %	Tadqiqotda ishtirok etgan umumiy talabalar soni

Tajriba boshida har ikki guruh talabalarining analitik kimyo bo'yicha laboratoriya tayyorgarligi, tajriba bosqichlarini tushunishi, reaktiv va jihozlardan foydalanish ko'nikmasi hamda natijalarni tahlil qilish darajasi nisbatan bir-biriga yaqin bo'ldi. Bu esa keyingi bosqichda virtual laboratoriyalardan foydalanishning samaradorligini taqqoslash imkonini berdi.

Tajriba guruhi talabalariga laboratoriya mashg'ulotlaridan oldin virtual muhitda titrlash jarayoni, eritma tayyorlash, indikator tanlash, o'lchash aniqligi, reaktivlardan foydalanish, xavfsizlik qoidalari va natijalarni qayd etish bo'yicha topshiriqlar berildi. Talabalar virtual laboratoriyada tajriba bosqichlarini bir necha marta takrorlash, xatoliklarni aniqlash va natijalarni tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'ldilar. Nazorat guruhida esa ushbu jarayonlar asosan o'qituvchi tushuntirishi va an'anaviy laboratoriya ko'rsatmalari asosida tashkil etildi.

Tadqiqotda talabalarning eksperimental kompetensiyalari oltita asosiy mezon bo'yicha baholandi: tajribani rejalashtirish, laboratoriya jihozlari va reaktivlardan foydalanish, tajriba ketma-

ketligini tushunish, xavfsizlik qoidalariga rioya qilish, natijalarni qayd etish va tahlil qilish, ilmiy xulosa chiqarish.

2-jadval. Talabalarning eksperimental kompetensiyalari bo'yicha tajriba-sinov natijalari

Baholash mezonlari	Tajriba guruhi, %	Nazorat guruhi, %	Farq, %	Natija izohi
Laboratoriya tajribasini rejalashtira olish	86,4 %	66,7 %	+19,7 %	Virtual laboratoriya tajriba bosqichlarini oldindan tushunishga yordam berdi
Reaktiv va jihozlardan to'g'ri foydalanish	81,8 %	61,9 %	+19,9 %	Talabalar virtual muhitda jihozlar bilan ishlash tartibini o'zlashtirdi
Tajriba ketma-ketligini tushunish	90,9 %	71,4 %	+19,5 %	Tajriba jarayonini modellashtirish ketma-ketlikni aniq anglashga xizmat qildi
Xavfsizlik qoidalariga rioya qilish	95,5 %	76,2 %	+19,3 %	Virtual mashg'ulotlar xavfsizlik talablarini oldindan mustahkamladi
Natijalarni qayd etish va tahlil qilish	77,3 %	57,1 %	+20,2 %	Talabalar o'lchash natijalarini tahlil qilishga faolroq jalb qilindi
Ilmiy asoslangan xulosa chiqarish	72,7 %	52,4 %	+20,3 %	Virtual tajribalar natija va xulosa o'rtasidagi bog'liqlikni tushunishga yordam berdi
Umumiy samaradorlik ko'rsatkichi	84,1 %	64,3 %	+19,8 %	Tajriba guruhida eksperimental kompetensiyalar rivojlanishi yuqoriroq bo'ldi

2-jadval ma'lumotlaridan ko'rinadiki, tajriba guruhi barcha mezonlar bo'yicha nazorat guruhiga nisbatan yuqori natija ko'rsatdi. Xususan, laboratoriya tajribasini rejalashtira olish mezonini bo'yicha tajriba guruhida 86,4 %, nazorat guruhida esa 66,7 % natija qayd etildi. Bu virtual laboratoriyalar talabalarni real laboratoriya mashg'ulotiga oldindan tayyorlashda samarali vosita ekanini ko'rsatadi.

Tajriba ketma-ketligini tushunish mezonini bo'yicha tajriba guruhida 90,9 %, nazorat guruhida 71,4 % natija aniqlandi. Bu ko'rsatkich virtual laboratoriyada kimyoviy tahlil bosqichlarini vizual va interaktiv shaklda kuzatish talabalar uchun murakkab jarayonlarni tushunishni osonlashtirganini bildiradi. Ayniqsa, titrlash jarayoni, eritma tayyorlash va indikator tanlash kabi amaliy mashg'ulotlarda talabalar tajriba ketma-ketligini aniqroq angladilar.

Xavfsizlik qoidalariga rioya qilish mezonini tajriba guruhida eng yuqori natijalardan biri bo'lib, 95,5 % ni tashkil etdi. Bu virtual laboratoriyalar real laboratoriya sharoitida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xatolik va xavfli holatlarni oldindan tushuntirish, talabalarda laboratoriya madaniyatini shakllantirish va xavfsizlik qoidalariga ongli munosabatni rivojlantirishda muhim o'rin tutishini ko'rsatadi.

Natijalarni qayd etish va tahlil qilish mezonini bo'yicha tajriba guruhida 77,3 %, nazorat guruhida 57,1 % natija qayd etildi. Ushbu ko'rsatkich virtual laboratoriyalardan foydalanish talabalarda faqat tajribani bajarish emas, balki olingan natijalarni tahlil qilish, solishtirish, xatolik sabablarini aniqlash va ilmiy izohlash ko'nikmalarini ham rivojlantirishini ko'rsatadi.

Ilmiy asoslangan xulosa chiqarish mezonini bo'yicha tajriba guruhida 72,7 %, nazorat guruhida 52,4 % natija qayd etildi. Bu mezon bo'yicha natijaning boshqa mezonlarga nisbatan biroz pastroq bo'lishi talabalarda xulosa chiqarish, tahliliy fikrlash va natijalarni nazariy bilimlar bilan bog'lash ko'nikmalarini yanada rivojlantirish zarurligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, tajriba guruhi natijasining nazorat guruhiga nisbatan 20,3 % yuqori bo'lishi virtual laboratoriyalar ushbu kompetensiyani shakllantirishda ham samarali metodik vosita ekanini tasdiqlaydi.

Umumiy samaradorlik ko'rsatkichi tajriba guruhida 84,1 %, nazorat guruhida esa 64,3 % ni tashkil etdi. Farq 19,8 % bo'lib, bu analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanish talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirishga ijobiy ta'sir ko'rsatishini asoslaydi.

Tahlil natijalariga ko'ra, virtual laboratoriyalar analitik kimyo ta'limida uch jihatdan samarali ekanligi aniqlandi. Birinchidan, ular talabalarning laboratoriya mashg'ulotiga tayyorgarlik darajasini oshiradi. Ikkinchidan, murakkab kimyoviy jarayonlarni vizual va interaktiv tarzda tushuntirish orqali tajriba ketma-ketligini anglashni osonlashtiradi. Uchinchidan, talabalarda natijalarni qayd etish, tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Shunday qilib, Toshkent kimyo-texnologiya institutida **2-bosqichdagi talabalar** ishtirokida

o'tkazilgan tajriba-sinov ishlari virtual laboratoriyalarni analitik kimyo faniga **integratsiya qilish** talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirishda samarali metodik yondashuv ekanini ko'rsatdi. Mazkur yondashuv real laboratoriya mashg'ulotlarini to'liq almashtirmaydi, balki ularni metodik jihatdan boyitadi, xavfsiz va ongli laboratoriya faoliyatiga tayyorlaydi hamda ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanish talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirishda samarali metodik vosita hisoblanadi. Virtual laboratoriyalar nazariy bilimlarni amaliy jarayonlar bilan bog'lash, murakkab kimyoviy tahlil bosqichlarini vizual va interaktiv shaklda tushuntirish, laboratoriya mashg'ulotlariga oldindan tayyorgarlik ko'rish hamda tajriba jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xatoliklarni xavfsiz muhitda tahlil qilish imkonini beradi.

Toshkent kimyo-texnologiya institutida **2-bosqichdagi** talabalar ishtirokida o'tkazilgan tajriba-sinov ishlari virtual laboratoriya asosida tashkil etilgan mashg'ulotlarning an'anaviy yondashuvga nisbatan yuqori samaradorlikka ega ekanini ko'rsatdi. Tadqiqotda ishtirok etgan **43 nafar talabaning natijalari tahlili** shuni tasdiqladiki, tajriba guruhida laboratoriya tajribasini rejalashtirish, reaktiv va jihozlardan to'g'ri foydalanish, tajriba ketma-ketligini tushunish, xavfsizlik qoidalariga rioya qilish, natijalarni qayd etish va ilmiy xulosa chiqarish mezonlari bo'yicha ijobiy o'sish kuzatildi.

Tahlillar asosida aniqlanishicha, virtual laboratoriyalar talabalarning faqat laboratoriya texnikasini o'zlashtirishiga emas, balki mustaqil fikrlash, tahliliy yondashuv, eksperimental rejalashtirish, natijalarni solishtirish va xulosa chiqarish kabi muhim kompetensiyalarini ham rivojlantiradi. Ayniqsa, analitik kimyoda titrlash, eritma tayyorlash, konsentratsiyani hisoblash, indikator tanlash va o'lchash aniqligini baholash kabi jarayonlarni virtual muhitda modellashtirish real laboratoriya mashg'ulotlariga tayyorgarlik sifatini oshiradi.

Shunday qilib, analitik kimyo fanini o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanish real laboratoriya mashg'ulotlarini almashtiruvchi emas, balki ularni metodik jihatdan boyituvchi, xavfsiz, interaktiv va takroriy mashq qilish imkonini beruvchi samarali ta'lim texnologiyasi sifatida baholanishi mumkin. Ushbu yondashuvni oliy ta'lim muassasalarida tizimli joriy etish talabalarning eksperimental kompetensiyalarini rivojlantirish, ta'lim sifatini oshirish va zamonaviy kimyo ta'limini raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Bortnik B., Stozhko N., Pervukhina I., Tchernysheva A., Belysheva G. Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices // *Research in Learning Technology*. – 2017. – Vol. 25. – P. 1–20. DOI: 10.25304/rlt.v25.1968.
2. Kolil V.K., Muthupalani S., Achuthan K. Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2020. – Vol. 17. – Article 30. DOI: 10.1186/s41239-020-00204-3.
3. Moore E.B., Chamberlain J.M., Parson R., Perkins K.K. PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry // *Journal of Chemical Education*. – 2014. – Vol. 91, № 8. – P. 1191–1197. DOI: 10.1021/ed4005084.
4. ChemCollective. Virtual Labs [Electronic resource]. – URL: <https://chemcollective.org/vlabs>
5. ChemCollective. Resources to Teach and Learn Chemistry [Electronic resource]. – URL: <https://chemcollective.org/>