

YASHIL KIMYO TA'LIMINI TASHKIL ETISHNING METODOLOGIK ASOSLARI
VA TRANSFORMATSIYA JARAYONLARI: TAHLILIIY SHARH

Hilolaxon Yusupova Shuxratovna

Namangan davlat pedagogika instituti stajer-tadqiqotchisi,

yusupovahilola22@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21129645>

Annotatsiya. Maqolada yashil kimyo konsepsiyasini zamonaviy kimyo ta'limiga integratsiya qilishning pedagogik va metodologik ahamiyati yoritiladi. Ekologik muammolar, resurslar kamayishi va iqlim o'zgarishi sharoitida kimyo ta'limi xavfsizlik, ekologik mas'uliyat va barqaror rivojlanish mezonlari asosida yangilanishi zarurligi asoslanadi. Tizimli fikrlash, case-based learning, inquiry-based learning va mikro-miqyosli laboratoriya tajribalarining samaradorligi tahlil qilinadi. Shuningdek, yashil kimyo ta'limini joriy etishdagi muammolar va O'zbekiston ta'lim tizimida maxsus modullar, case-banklar hamda laboratoriyalarni modernizatsiya qilish bo'yicha takliflar beriladi.

Kalit so'zlar: yashil kimyo, kimyo ta'limi, ekologik kompetentlik, tizimli fikrlash, barqaror rivojlanish.

Аннотация. В статье раскрывается педагогическое и методологическое значение внедрения концепции зелёной химии в современное химическое образование. Обосновывается необходимость обновления содержания преподавания химии с учётом экологической безопасности, рационального использования ресурсов и принципов устойчивого развития. Особое внимание уделяется формированию у обучающихся экологической ответственности, системного мышления и культуры безопасной лабораторной деятельности. Анализируются возможности применения case-based learning, inquiry-based learning, контекстного обучения и микромасштабных экспериментов. Также рассматриваются проблемы внедрения зелёной химии и предлагаются пути её развития в системе образования Узбекистана через специальные модули, кейс-банк, модернизацию лабораторий и повышение квалификации преподавателей.

Ключевые слова: зелёная химия, химическое образование, экологическая компетентность, системное мышление, устойчивое развитие.

Abstract. The article examines the pedagogical and methodological significance of integrating green chemistry into modern chemistry education. It argues that chemistry teaching should be renewed in response to environmental challenges, resource depletion and climate change, with greater attention to safety, environmental responsibility and sustainable development. The paper highlights the importance of developing students' systems thinking, ecological awareness, safe laboratory culture and responsible decision-making skills. It analyzes the effectiveness of case-based learning, inquiry-based learning, context-based learning and microscale laboratory experiments. The article also discusses existing barriers and proposes ways to develop green chemistry education in Uzbekistan through special modules, case banks, laboratory modernization and teacher training.

Keywords: green chemistry, chemistry education, environmental competence, systems thinking, sustainable development.

Bugungi kunda insoniyat oldida turgan ekologik muammolar, tabiiy resurslarning kamayishi va global iqlim o'zgarishi kimyo fanining mazmuni hamda uni o'qitish metodologiyasini qayta ko'rib chiqishni talab qilmoqda. Shu jihatdan "yashil kimyo" konsepsiyasi zamonaviy ta'lim tizimining muhim tarkibiy qismiga aylanib bormoqda. Yashil kimyo faqat atrof-muhitni muhofaza qilish g'oyasi emas, balki kimyoviy mahsulot va texnologiyalarni loyihalash bosqichida yoq xavfli moddalarni kamaytirish yoki ularni butunlay bartaraf etishga qaratilgan ilmiy-falsafiy yondashuvdir.

Muhammet Usak ta'kidlaganidek, yashil kimyo ta'limining asosiy vazifasi talabalarni oddiy nazariy bilim bilan cheklab qo'ymasdan, ularda ekologik mas'uliyat, tizimli fikrlash va barqaror qaror qabul qilish kompetensiyalarini shakllantirishdan iborat. Shu sababli zamonaviy kimyo ta'limida reaksiyaning faqat unumdorligi emas, balki uning ekologik xavfsizligi, energiya sarfi, chiqindi miqdori va inson salomatligiga ta'siri ham muhim mezon sifatida qaralmoqda [1].

An'anaviy kimyo ta'limida ko'proq reaksiya tenglamalari, hisoblashlar va laboratoriya natijalari ustuvor bo'lsa, yashil kimyo ta'limida "zararni keyin bartaraf etish" emas, balki "zararni oldinda oldindan olish" tamoyili asosiy o'rinni egallaydi. Bu esa ta'lim tizimida metodologik transformatsiyani talab qiladi.

Yashil kimyo ta'limi bir nechta zamonaviy pedagogik yondashuvlarga tayanib rivojlanmoqda. Rossiyalik tadqiqotchilar N.N. Dvulichanskaya va G.N. Fadeev tomonidan taklif etilgan "tizimli-aksiologik yondashuv" yashil kimyo ta'limining metodologik asoslaridan biri sifatida qaraladi. Ushbu yondashuvga ko'ra, yashil kimyo bilimlari talabaning shaxsiy qadriyatlari va kasbiy mas'uliyati bilan integratsiyalashgan bo'lishi kerak. Natijada o'quvchida kimyoviy-ekologik kompetentlik shakllanadi [2].

Qozog'istonlik tadqiqotchilar Suyirbay va hamkori esa yashil kimyo ta'limida "Systems Thinking" — tizimli fikrlash modelining ahamiyatini asoslab berganlar. Ularning fikricha, kimyoviy jarayonlarni faqat laboratoriya reaksiyasi sifatida emas, balki ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy tizimlarning bir qismi sifatida tushuntirish muhimdir. Masalan, Haber–Bosch ammiak sintezi jarayonini o'rganishda nafaqat reaksiya mexanizmi, balki uning oziq-ovqat xavfsizligi, global azot aylanishi va energiya sarfiga ta'siri ham tahlil qilinadi [3].

Kamil Hagverdiyev tadqiqotlarida yashil kimyo ta'limining fanlararo integratsiya imkoniyatlari keng yoritilgan. Muallif yashil kimyo tamoyillarini biologiya, ekologiya va texnologiya fanlari bilan bog'lash orqali o'quvchilarning ijodiy va muammoli fikrlash ko'nikmalari rivojlanishini ta'kidlaydi. Ayniqsa mikro-miqyosdagi laboratoriya tajribalari xavfsizlikni oshirish, reagent sarfini kamaytirish va ekologik madaniyatni shakllantirishda muhim vosita hisoblanadi [4].

Yashil kimyo ta'limida transformatsiya jarayonlari asosan innovatsion pedagogik texnologiyalar orqali amalga oshirilmoqda. Singapur tajribasi bunga yorqin misol bo'la oladi. Clarissa Widyanoro va uning hamkorlari tomonidan ishlab chiqilgan "Case-Based Learning" (CBL) modeli o'qituvchilarning ekologik va barqaror rivojlanish masalalarini real hayotiy vaziyatlar bilan bog'lashga imkon yaratgan [5].

Semakau chiqindi xona oroliga uyushtirilgan amaliy ekspeditsiyalar orqali o'qituvchilar ekologik muammolarni bevosita kuzatib, ularni kimyo darslariga integratsiya qilish usullarini ishlab chiqqanlar. Natijada nazariy bilim amaliy hayot bilan bog'langan va o'quvchilarning fanga qiziqishi oshgan.

Gretsiyalik olimlar Dionysios Koulougliotis, Katerina Paschalidou va Katerina Salta tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda inquiry-based learning hamda context-based learning

metodlari eng samaraliy yondashuvlar sifatida baholangan. Tadqiqotlarda chiqindilarni kamaytirish, qayta tiklanadigan xomashyodan foydalanish va energiya samaradorligini oshirish kabi tamoyillar o'quvchilarning ekologik ongini rivojlantirishda muhim omil bo'lib xizmat qilgani aniqlangan [6].

Bundan tashqari, zamonaviy yashil kimyo ta'limida DOZN 2.0, Life Cycle Assessment (LCA), green metrics kabi vositalarning qo'llanilishi talabalar ga kimyoviy jarayonlarning ekologik profilini baholash imkonini bermoqda. Bu esa o'quvchini oddiy laboratoriya natijasidan ko'ra kengroq tizimli tahlilga yo'naltiradi.

Yuqoridagilarga asoslanib aytish mumkin, yashil kimyo ta'limida sezilarli yutuqlar mavjud bo'lsa-da, qator muammolar ham saqlanib qolmoqda. Filippinlik olim Dinna Carangue tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar o'qituvchilar yashil kimyo g'oyalarini qo'llab-quvvatlasalar ham, ularni amaliy darslarga to'liq integratsiya qilishda qiyinchiliklarga duch kelayotganini ko'rsatdi [7].

Asosiy muammolar quyidagilardan iborat:

- An'anaviy o'quv dasturlarining ustunligi;
- Laboratoriya jihozlari va xavfsiz reagentlarning yetishmasligi;
- Vaqt taqchilligi;
- Tayyor metodik qo'llanmalarning kamligi;
- Baholash tizimining asosan nazariy bilimga yo'naltirilganligi.

Ko'plab ta'lim muassasalarida yashil kimyo alohida mavzu yoki fakultativ mashg'ulot sifatida qaralmoqda. Natijada u umumiy kimyo ta'limining uzviy qismiga aylanib olmoqda. Bu holat o'quvchilarning motivatsiyasi va ekologik kompetentligining yetarli darajada shakllanmasligi ga sabab bo'lmoqda.

Shuningdek, o'qituvchilarning malaka darajasi ham muhim omil hisoblanadi. Yashil kimyo darslarini samarali tashkil etish uchun pedagog nafaqat kimyoviy reaksiyalarni, balki ularning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy oqibatlarini ham tahlil qila olishi lozim [8].

Yashil kimyo ta'limining pedagogik ahamiyati

Yashil kimyo ta'limi o'quvchilarda ekologik madaniyat, tanqidiy fikrlash, mas'uliyatli qaror qabul qilish va xavfsiz laboratoriya faoliyati ko'nikmalarini rivojlantiradi. Bu yo'nalish kimyo fanini abstrakt nazariyadan hayotiy va amaliy fan darajasiga olib chiqadi.

Masalan, o'quvchi kimyoviy formulani o'rganish bilan birga reaksiyaning chiqindi miqdorini, energiya samaradorligini, xavfsizlik darajasini, mahsulotning biologik parchalanishini va inson salomatligiga ta'sirini ham baholashni o'rganadi. Natijada yashil kimyo ta'limi kelajak mutaxassisini nafaqat bilimli emas, balki jamiyat va tabiat oldida mas'uliyatli shaxs sifatida shakllantiradi [9].

Tahlil qilingan ilmiy manbalar asosida shuni aytish mumkinki, yashil kimyo ta'limi zamonaviy kimyo ta'limining strategik yo'nalishiga aylanib bormoqda. Ushbu yondashuv kimyo fanini xavfsizlik, ekologik mas'uliyat va barqaror rivojlanish mezonlari asosida qayta tashkil etishga xizmat qiladi.

Tizimli fikrlash, case-based learning va inquiry-based learning metodlari yashil kimyo ta'limining eng samarali pedagogik vositalari sifatida namoyon bo'lmoqda. Shu bilan birga, mikro-miqyosli laboratoriya tajribalari ekologik xavfsizlikni oshirish va resurslarni tejash imkonini beradi. O'zbekiston ta'lim tizimida yashil kimyo ta'limini rivojlantirish uchun pedagogik universitetlarda maxsus modullar tashkil etish, milliy case-bank yaratish, laboratoriyalarni modernizatsiya qilish hamda o'qituvchilar malakasini muntazam oshirib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi [10].



Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Usak M. Green Chemistry Education. LEUKOS BV, Netherlands. PROBLEMS OF EDUCATION IN THE 21st CENTURY Vol. 82, No. 5, 2024
2. Dvulichanskaya N.N., Fadeev G.N. Aspects of Chemistry Education in the Context of Sustainable Development. Russia, 2013. Vol. 1-13.
3. Suyirbay A. et al. Integrating Green Chemistry Principles into School Chemistry Education through Systems Thinking. «Вестник Карагандинского университета», 2025. Том 30 № 4 (120), 95-105 p.
4. Hagverdiyev K. N. Teaching Methodology of Green Chemistry // National Association of Scientists. – 2021. – Vol. 68, No. 1. – P. 11–13.
5. Widyantoro C. et al. Teaching Sustainability through Green Chemistry: A Case-Based Learning Approach. Singapore, 2023. Journal of Chemical Education, 2025, Vol. 102(7), 2743–2754. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c01476.
6. Koulougliotis D., Paschalidou K., & Salta K. (2024). Secondary School Students' Engagement with Environmental Issues via Teaching Approaches Inspired by Green Chemistry. Sustainability, 16(16), 7052. DOI: 10.3390/su16167052.
7. Carangue D. G., Geverola I. J. R., Jovero M. B., Lopez E. N. B., Pizaña A. D., Salmo J. M., Silvosa J. A., & Picardal J. P. (2021). Green Chemistry Education among Senior High School Chemistry Teachers: Knowledge, Perceptions, and Level of Integration. Recoletos Multidisciplinary Research Journal, 9(2), 15–33. <https://doi.org/10.32871/rmrj2109.02.04>
8. Alferova N.A., Minakova A.M., Averina Yu.M., Menshikov V.V. Green Chemistry and the Trend of Its Development (Зеленая химия и тенденции ее развития). Rossiya. Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXXI. 2017. № 15. 84-85.
9. Anastas P. T., Warner J. C. Green Chemistry: Theory and Practice. – New York: Oxford University Press, 1998. – 135 p.
10. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. – Paris: UNESCO Publishing, 2017. – 62 p. – ISBN 978-92-3-100209-0.