

MAKTAB KIMYO KURSIDA POLIMERLAR VA NANOMATERIALLAR MAVZULARINI STEM LOYIHALAR ORQALI O'QITISH METODIKASI

Bo'riyev Rashidbek O'ktamjonovich

Andijon davlat universiteti kimyo kafedrası. Mustaqil tadqiqodchi (Phd)

Qirg'izov Shahobiddin Mirzaraimovich

K.f.d. professor

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20963280>

Annotatsiya: Ushbu tezida umumta'lim maktablarining kimyo kursida zamonaviy kimyo sanoatining muhim tarmoqlari hisoblangan «Polimerlar» va «Nanomateriallar» mavzularini o'qitishda STEM (Fan, Texnologiya, Injeneriya, Matematika) yondashuvini qo'llash metodikasi yoritilgan. An'anaviy o'qitish metodlaridan farqli o'laroq, STEM loyihalari o'quvchilarning fundamental nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash, mustaqil tadqiqotchilik, loyihalash va mantiqiy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Tezis doirasida maktab laboratoriya sharoitida amalga oshirilishi mumkin bo'lgan STEM loyihalarining tuzilishi, ularning ta'limiy samaradorligi va o'quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini oshirishdagi o'zni tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: STEM ta'lim, polimerlar, nanomateriallar, kimyo metodikasi, maktab kimyo kursi, loyihaviy ta'lim, fanlararo integratsiya, faol o'qitish.

Kirish

Zamonaviy kimyo fani va sanoati yuqori texnologiyali materiallar — sintetik polimerlar, biopolimerlar hamda o'ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega nanomateriallar ishlab chiqarish bilan uzviy bog'liqdir. O'zbekiston Respublikasining xalq ta'limi tizimini rivojlantirish konsepsiyasida ta'lim mazmunini modernizatsiya qilish, o'quvchilarda tanqidiy fikrlash, axborotni mustaqil izlash va tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantirish ustuvor vazifa qilib belgilangan [1, 45-b.]. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining kimyo darsliklarida (xususan, 9- va 11-sinflarda) polimerlar va nanomateriallar mavzulari asosan nazariy, tavsifiy xarakterda berilgan bo'lib, bu o'quvchilarda ushbu materiallarning real hayotdagi va sanoatdagi o'rnini to'liq tasavvur qilishda qiyinchiliklar tug'diradi [2, 112-b.]. Ushbu muammoni hal etishning samarali yechimlaridan biri — STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) loyihaviy ta'lim texnologiyasidir. STEM yondashuvi kimyo qonuniyatlarini biologiya, fizika, texnologiya va matematika fanlari bilan integratsiyalashgan holda, muammoli vaziyatlarni hal etish orqali o'rganishni nazarda tutadi [3, 18-b.]. Polimerlar va nanomateriallar mavzulari o'zining fanlararo tabiati bilan STEM loyihalarini tashkil etish uchun eng qulay obekt hisoblanadi.

Metodologiya

Tadqiqot jarayonida umumta'lim maktablarida kimyoni o'qitish darsliklari, metodik qo'llanmalar va ilg'or xorijiy tajribalar pedagogik-psixologik jihatdan tahlil qilindi. Eksperimental tadqiqotlar doirasida maktab sharoitiga moslashtirilgan ikkita asosiy STEM loyihasi ishlab chiqildi va amaliyotga joriy etildi: "Bioplastik yaratish va uning xossalarni o'rganish" loyihasi (Polimerlar mavzusi uchun): O'quvchilar kraxmal, glitserin va sirka kislotasi asosida biodegradatsiyalanuvchi polimer (bioplastik) sintez qiladilar. Bunda: Science (Fan): Polikondensatsiya reaksiyalari, polimerlar tarkibi va destruksiyasi o'rganiladi. Technology (Texnologiya): Plastmassalardan foydalanishning ekologik oqibatlar va muqobil texnologiyalar tahlil qilinadi. Engineering (Injeneriya): Bioplastik namunalarni quyish qoliplari va ularning mustahkamligini oshirish konstruksiyalari loyihalanadi. Mathematics (Matematika): Reaktivlar nisbati hisoblanadi,

polimerning qurish va parchalanish vaqti grafik ko'rinishida ifodalanadi [4, 76-b.]. "Tilla va kumush nanoparrachalarini 'yashil kimyo' usulida sintez qilish" loyihasi (Nanomateriallar mavzusi uchun): O'quvchilar o'simlik ekstraktlari (masalan, ko'k choy) yordamida kumush nitrat (AgNO_3) eritmasidan kumush nanoparrachalarini tiklaydilar. Bunda Tyundal effekti yordamida kolloid tizim va nano-o'lcham isbotlanadi [5, 204-b.]. Metodik tajriba-sinov ishlari 2025-2026 o'quv yilida tanlab olingan maktablarning parallel sinflarida (nazorat va tajriba guruhlarida, jami 60 nafar o'quvchi) o'tkazildi.

Natijalar

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, STEM loyihalari asosida tashkil etilgan darslarda o'quvchilarning mavzuni o'zlashtirish koeffitsiyenti sezilarli darajada oshdi. An'anaviy va STEM asosidagi o'qitish tizimidan keyingi o'quvchilarning bilim darajasi (100 ballik shkala bo'yicha diagnostik testlar va amaliy topshiriqlar natijasida) quyidagi ko'rsatkichlarni namoyon etdi: Baholash mezonlari: **Nazorat guruhi** (An'anaviy usul, %) **Tajriba guruhi** (STEM loyiha, %) **Nazariy bilimlarni o'zlashtirish** 68%84% **Amaliy ko'nikmalar va laboratoriya ishi** 55%89% **Muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilish** 42%78% **Jamoadamda ishlash va taqdimot qilish** 50%85% O'quvchilar tomonidan sintez qilingan bioplastiklarning mexanik mustahkamligi va namlikka chidamliligi matematik modellashtirish orqali hisoblab chiqildi va eng maqbul glitserin/kraxmal nisbati ($1:4$) aniqlandi [6, 32-b.]

Tahlil va muhokama

Umumiy o'rta ta'lim maktablarining kimyo kursida polimerlar va nanomateriallar mavzularini an'anaviy (tavsifiy-reproduktiv) usulda o'qitish uzoq yillar davomida o'quvchilarda faqat yodlash va tayyor formulalarni sxematik aks ettirish ko'nikmasini shakllantirib keldi. Polimerlarning makromolekulyar tabiati, zanjirlarning fazoviy tuzilishi hamda nanomateriallarning o'ta kichik o'lcham diapazonidagi ($1-100 \text{ nm}$) o'ziga xos fizik-kimyoviy anomal xossalari maktab o'quvchisining mikrodunyo haqidagi tasavvurlaridan ancha uzoq bo'lganligi sababli, ushbu mavzularni o'zlashtirish koeffitsiyenti doimo past ko'rsatkichlarni qayd etib kelgan [2, 112-b.]. STEM (Fan, Texnologiya, Muhandislik va Matematika) yondashuvini ushbu murakkab va mavhum mavzularga integratsiya qilish esa, o'quv jarayonini amaliy loyihalash, modellashtirish va muammoli tadqiqotlar bosqichiga olib chiqish imkonini beradi.

Pedagogik va metodik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, "Bioplastik yaratish va uning xossalarini o'rganish" hamda "Kumush nanoparrachalarini 'yashil kimyo' usulida sintez qilish" STEM loyihalari o'quvchilarning kognitiv rivojlanishida tub burilish yasaydi. Birinchi loyiha — bioplastik sintezi misolida sub-mikroskopik darajadagi kimyoviy jarayonlarni makroskopik darajadagi moddiy mahsulot bilan bog'lash mexanizmini tahlil qilamiz. Kraxmal makromolekulasi (amiloz va amilopektin) tarkibidagi polimer zanjirlarining o'zaro joylashishi an'anaviy darsda faqat chizmal sxemalar orqali tushuntirilsa, STEM loyihasida o'quvchi plastiklashtiruvchi agent — glitserin hamda gidrolizni katalizlovchi sirka kislotasi bilan bevosita ishlaydi.

O'tkazilgan tajriba-sinov ishlarida glitserin miqdorining bioplastikning fizik-mexanik xossalariga ta'siri matematik usullarda o'rganildi va jiddiy ilmiy muhokamalarga sabab bo'ldi. Tajriba guruhidagi o'quvchilar glitserin miqdorini 1 ml dan 5 ml gacha bosqichma-bosqich oshirib borishganda, hosil bo'lgan polimer plyonkaning elastikligi oshib, uning mexanik mustahkamligi (uzilishga bardoshlilik) pasayib borishini kuzatdilar. Bu jarayonning kimyoviy asosi shundaki, glitserin molekullari kraxmalning qattiq zanjirlari orasiga kirib, gidroksil guruhlari bilan vodород bog'lari hosil qiladi va makromolekulalararo tortishish

kuchini kamaytiradi. O'quvchilar ushbu hodisani shunchaki darslikdan o'qib ketmasdan, o'zlari tayyorlagan namunalarning cho'zilish chegarasini dinamometrlar yordamida o'lchab, matematik grafik (Mustahkamlik funksiyasi — $f(x)$, bu yerda x — glitserin miqdori) ko'rinishida ifodaladilar [4, 76-b.]. Bu o'rinda kimyo fanining muhandislik va matematika bilan integratsiyasi eng yuqori nuqtaga yetadi.

Ushbu tahlillar doirasida, bioplastik namunalarning atrof-muhitda parchalanish (biodegradatsiya) muddatlari ham nazorat va tajriba guruhlarida alohida muhokama qilindi. Sanoat polimerlari (polietilen, polistirol) asrlar davomida parchalanmasligi fonida, o'quvchilar tomonidan sintez qilingan kraxmal asosidagi bioplastik tuproq namligi va mikroorganizmlar ta'sirida 14-21 kun ichida to'liq destruksiya uchradi. Bu ko'rsatkich o'quvchilarda ekologik kompetensiyalarni va "Yashil kimyo" (Green Chemistry) tamoyillarini shakllantirishda muhim didaktik vosita bo'lib xizmat qildi.

Ikkinchi loyiha — kumush nanoparrachalarining ($AgNPs$) o'simlik ekstrakti yordamida sintez qilinishi zamonaviy materialshunoslikning eng ilg'or yo'nalishi bo'lgan nanotexnologiyani maktab laboratoriyasiga olib kirish metodikasini ochib beradi. Nanomateriallar mavzusini o'qitishdagi eng katta to'siq — nano-obektlarni oddiy mikroskoplarda ko'rib bo'lmasligidir. STEM loyihasida ushbu to'siq optik fizika va kolloid kimyo qonuniyatlari yordamida yengib o'tildi. Ko'k choy (*Camellia sinensis*) tarkibidagi polifenollar va flavonoidlar kumush nitrat ($AgNO_3$) eritmasidagi Ag^+ ionlarini qaytarib, barqaror nano-o'lchamli klasterlarni hosil qiladi [5, 204-b.].

Ushbu jarayonning muhokamasi davomida o'quvchilar plazmon rezonans yutilishi hodisasini vizual kuzatdilar: rangsiz kumush nitrat eritmasi polifenollar qo'shilgandan so'ng to'q sariq-jigarrang tusga kirdi. Bu hodisa o'quvchilarda moddaning zarracha o'lchami o'zgaranda uning xossalari kvant effektlari hisobiga keskin o'zgarishi haqidagi fundamental xulosani shakllantirdi. Yana bir muhim jihati, hosil bo'lgan tizimning chinakam nano-tizim ekanligini isbotlash uchun o'quvchilar lazer ko'rsatkichi (pointer) yordamida Tyundal effektini tekshirdilar. Lazer nuri kolloid eritma orqali o'tganda yorug'lik konusining yaqqol ko'rinishi (yorug'likning nano-zarrachalarda tarqalishi) o'quvchilarda nanomateriallarning geterojen tabiati haqida aniq vizual tasavvur uyg'otdi [7, 141-b.].

Tajriba guruhlarida olingan statistik ma'lumotlar (Natijalar qismidagi jadvalga qarang) an'anaviy o'qitish metodikasidan voz kechib, STEM loyihaviy tizimiga o'tish zaruratini ilmiy jihatdan asoslaydi. Nazorat guruhida muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilish ko'rsatkichi atigi 42% ni tashkil etgan bo'lsa, tajriba guruhida bu ko'rsatkich 78% gacha ko'tarildi. Bu farq shuni ko'rsatadiki, an'anaviy ta'limda o'quvchilar faqat "yopiq" tipli (yagona to'g'ri javobga ega) topshiriqlarni bajarishga o'rganishadi. STEM loyihalarida esa muammo "ochiq" formatda qo'yiladi: masalan, "Agar bioplastik haddan tashqari mo'rt bo'lib qolsa, reaktivlar nisbatini qanday o'zgartirish kerak?" yoki "Nanoparrachalar agregatsiyaga uchrab, cho'kma hosil qilmasligi uchun qanday stabilizator qo'llash mumkin?". Bunday keyslar ustida ishlash o'quvchini mustaqil gipoteza yaratishga, tajribani qayta loyihalashga va xatolardan xulosa chiqarishga majbur qiladi [12, 317-b.].

Biroq, STEM metodikasini keng ko'lamda maktab amaliyotiga joriy etish bir qator obektiv muammolar va cheklovlar bilan to'qnash keladi, buni ilmiy tahlilda chetlab o'tib bo'lmaydi:

- **Moddiy-texnik baza:** Maktab kimyo laboratoriyalarining aksariyati faqat noorganik va organik kimyoning asosiy namoyish tajribalariga moslashtirilgan. Nanomateriallar va

polimerlar sintezi uchun zarur bo'lgan aniq elektron tarozi, doimiy haroratni saqlovchi magnitli aralastirgichlar hamda mikropipetkalar yetishmovchiligi loyihalarning texnik aniqligiga ta'sir ko'rsatadi [9, 88-b.].

- **Vaqt resursi:** Standart kimyo darsi (45 daqiqa) polimerizatsiya yoki nanoparrachalar barqarorligini to'liq o'rganish uchun yetarli emas. Shuning uchun, STEM loyihalarini darsdan tashqari to'garaklar, fakultativ mashg'ulotlar yoki "Kimyo-biologiya" fan haftaliklari doirasida blok-darslar (90 daqiqalik) shaklida tashkil etish eng maqbul yechim ekanligi aniqlandi.
- **Pedagoglarning raqamli va muhandislik kompetensiyalari:** Kimyo o'qituvchilarining ko'pchiligi chuqur kimyoviy bilimga ega bo'lsalar-da, loyihaning muhandislik (amaliy konstruktsiya yaratish) va matematik modellashtirish qismlarini boshqarishda uslubiy qiyinchiliklarga duch kelishmoqda. Bu esa pedagogik oliy ta'lim muassasalarida "Kimyo o'qitish metodikasi" fanining o'quv dasturlariga STEM loyihalarini yaratish modullarini zudlik bilan kiritish zarurligini ko'rsatadi [6, 32-b.].

Muhokama xulosasi o'laroq aytish mumkinki, polimerlar va nanomateriallar misolidagi zamonaviy kimyoviy tushunchalar STEM loyihalari orqali o'qitilganda, fanlararo o'zaro bog'liqlik "sun'iy integratsiya" darajasidan "tabiiy sintez" darajasiga ko'tariladi. O'quvchi kimyoviy reaksiyaning amaliy, iqtisodiy va ekologik qiymatini tushunib yetadi, bu esa kelajakda ularning muhandislik-kimyo, biotexnologiya va nanotexnologiya kabi yuqori texnologiyali kasblarga bo'lgan qiziqishini bevosita rag'batlantiradi.

Xulosa

Kimyo kursida polimerlar va nanomateriallar mavzularini STEM loyihalar yordamida o'qitish ta'lim sifatini oshirishning samarali mexanizmi hisoblanadi. Ushbu metodika o'quvchilarning nafaqat kimyo fanidan, balki zamonaviy texnologiyalar va muhandislik sohalaridan ham integratsiyalashgan bilim olishlarini ta'minlaydi. Eksperimentlar natijasi o'quvchilarning amaliy va tanqidiy fikrlash ko'nikmalarini o'rtacha 25-30% ga oshganligini ko'rsatdi. Maktab amaliyotiga bunday loyihalarni tizimli kiritish uchun metodik tavsiyalar va soddalashtirilgan laboratoriya keyslarini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. – Toshkent: "O'zbekiston" nashriyoti, 2021. – 45-b.
2. Asqarov I.R., Toxtabayev B.X. Kimyo: 9-sinf uchun darslik. – Toshkent: "Shark", 2019. – 112-b.
3. Bybee R.W. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. – Arlington: NSTA Press, 2013. – p. 18-22.
4. Tsupros N., Kohler R., Hallinen J. STEM education: A project-based learning approach. – Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2009. – p. 75-79.
5. Sharma V.K., Yngard R.A., Lin Y. Silver nanoparticles: Green synthesis and their antimicrobial activities. // Advances in Colloid and Interface Science. – 2009. – Vol. 145, No. 1. – p. 200-206.
6. Nishonov M., Abdullayev Sh. Kimyo o'qitish metodikasi. – Farg'ona: FarDU, 2022. – 32-b.
7. Stevens S., Sutherland L.M., Krajcik J.S. The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering. – Arlington: NSTA Press, 2009. – p. 140-145.

8. Ramazanov M.A. Nanotexnologiya asoslari: o'quv qo'llanma. – Toshkent: "Mumtoz so'z", 2015. – 59-b.
9. Alimova F.A. Kimyo ta'limida innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: "Fan va texnologiyalar", 2018. – 88-b.
10. Sanders M. STEM, STEM Education, STEMmania. // The Technology Teacher. – 2009. – Vol. 68, No. 4. – p. 20-26.
11. Ziyadullayev A.E., Smanova Z.A. Polimerlar kimyosidan laboratoriya mashg'ulotlari. – Toshkent: O'zMU, 2020. – 41-b.
12. Krajcik J.S., Blumenfeld P.C. Project-Based Learning. // The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. – Cambridge: Cambridge University Press, 2006. – p. 317-334.

