

**Fe NANAZARRACHALARI ASOSIDA MODIFIKATSIYALANGAN
SENSORLAR YORDAMIDA DORI MODDALARINI ANIQLASH**

Xasanova Nilufar Xaknazarovna

Jizzax Davlat Pedagogika Universiteti, Alfraganus Universiteti, (PhD)

E-mail: nilufarxasanova@inbox.ru

Qutlimurotova Nigora Xakimovna

O'zbekiston Milliy Universiteti, analitik kimyo kafedrasi professori

E-mail: nigora.qutlimurotova@mail.ru

Jumanazarova Farangiz O'tkirjon qizi

Alfraganus University

E-mail: jumanazarovafarangiz17@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezida temir (Fe) nanazarrachalari asosida modifikatsiyalangan elektrokimyoviy sensorlardan foydalanib, dori moddalarini aniqlash imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Fe nanazarrachalarining yuqori solishtirma sirt yuzasi, sirt faolligi, elektron almashinuv jarayonlariga ta'siri va katalitik xususiyatlari ularni elektrokimyoviy sensorlar uchun istiqbolli nanomaterial sifatida qo'llash imkonini beradi. Modifikatsiyalangan elektrod yordamida dori moddalarining oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini o'rganish, analitik signalni kuchaytirish va kichik konsentratsiyadagi moddalarni aniqlash mumkin. Sensorlarning elektrokimyoviy xususiyatlarini baholashda siklik voltammetriya (CV), differensial impulsli voltammetriya (DPV) va chiziqli skanerlovchi voltammetriya (LSV) usullaridan foydalanish istiqbollari tahlil qilindi. Shuningdek, Fe nanazarrachalarini o'simlik ekstraktlari yordamida "yashil sintez" qilish va ularni dori moddalarini aniqlashda qo'llash imkoniyatlari yoritildi.

Kalit so'zlar: Fe nanazarrachalari, temir nanazarrachalari, elektrokimyoviy sensor, modifikatsiyalangan elektrod, dori moddalar, yashil sintez, voltammetriya, ibuprofen, farmatsevtik tahlil.

Kirish

Farmatsevtik preparatlar tarkibidagi faol moddalarni tezkor va aniq aniqlash dori vositalarining sifat nazorati uchun muhim ahamiyatga ega. Dori moddalarini aniqlashda yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi, spektrofotometriya, titrimetrik va elektrokimyoviy usullar keng qo'llaniladi. Elektrokimyoviy sensorlar oddiy qurilishga



egaligi, tahlil jarayonining tezkorligi, kam miqdordagi namuna talab qilishi va yuqori sezgirliги bilan ajralib turadi.

Nanotexnologiyalarning rivojlanishi natijasida elektrokimyoviy sensorlarni metall va metall oksidi nanomateriallari yordamida modifikatsiyalash imkoniyati kengaydi. Temir nanazarrachalari arzonligi, sirt faolligi va elektron almashinuv jarayonlariga ta'sir qilishi sababli sensor materiallari sifatida ilmiy qiziqish uyg'otmoqda. Fe nanazarrachalarining elektrod sirtiga immobilizatsiya qilinishi elektrodning faol sirt maydonini oshirishi va dori moddalarining elektrokimyoviy oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini yaxshilashi mumkin.

Asosiy qism

Fe nanazarrachalari asosida modifikatsiyalangan sensorlarni tayyorlash uchun shisha-uglerodli elektrod (GCE), uglerod pastasi elektrod, ekranli bosma elektrodlar va boshqa elektr o'tkazuvchi substratlardan foydalanish mumkin. Elektrod sirtini Fe nanazarrachalari bilan modifikatsiyalash kimyoviy qaytarish, elektrokimyoviy cho'ktirish yoki "yashil sintez" usullari yordamida olingan nanomateriallardan foydalanish asosida amalga oshiriladi.

Temir nanazarrachalarini ekologik xavfsiz usulda olish uchun o'simlik ekstraktlaridan foydalanish alohida ahamiyatga ega. O'simlik ekstraktlari tarkibidagi fenolik birikmalar, flavonoidlar, terpenoidlar, alkaloidlar, oqsillar va boshqa biologik faol moddalar Fe ionlarini qaytarishda hamda hosil bo'lgan nanazarrachalarni barqarorlashtirishda ishtirok etishi mumkin. Masalan, *Ocimum basilicum* (rayhon), *Moringa oleifera* va boshqa o'simlik ekstraktlari metall nanomateriallarini olishda tabiiy qaytaruvchi va stabilizator sifatida qo'llanishi mumkin.

Fe nanazarrachalarining hosil bo'lish jarayonida rang o'zgarishi, pH, harorat va reaksiya vaqti kabi parametrlar muhim ahamiyatga ega. Sintez qilingan nanomaterialning fizik-kimyoviy xususiyatlarini SEM, TEM, EDS, XRD, FTIR va UV-Vis spektroskopiyasi yordamida tavsiflash mumkin. TEM va SEM yordamida zarrachalarning morfologiyasi va o'lchami, EDS yordamida element tarkibi, XRD yordamida kristall tuzilishi, FTIR yordamida esa sirtidagi funksional guruhlar aniqlanadi.

Fe nanazarrachalari bilan modifikatsiyalangan elektrodning elektrokimyoviy xususiyatlarini baholashda siklik voltammetriya muhim usullardan biridir. CV yordamida modifikatsiyalangan elektrodning elektrokimyoviy faolligi, elektron almashinuv jarayonlari va oksidlanish-qaytarilish cho'qqilarining o'zgarishi



aniqlanadi. Dori moddasi elektrod yuzasida oksidlanganda yoki qaytarilganda hosil bo'ladigan tok signali uning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Dori moddalarini miqdoriy aniqlashda differensial impulsli voltammetriya (DPV) usulidan foydalanish yuqori sezgirlikni ta'minlashi mumkin. DPV usulida fon tokini kamaytirish hisobiga kichik konsentratsiyadagi analitlarni aniqlash imkoniyati oshadi. Olingan analitik signal asosida kalibrlash grafigi tuziladi va noma'lum namunadagi dori moddasining konsentratsiyasi aniqlanadi.

Fe nanazarrachalari asosidagi modifikatsiyalangan sensorlar yordamida yallig'lanishga qarshi preparatlar, analgetiklar, antibiotiklar va boshqa elektrokimyoviy faol farmatsevtik moddalarni aniqlash mumkin. Xususan, ibuprofenning farmatsevtik preparatlardagi miqdorini elektrokimyoviy usulda aniqlash amaliy jihatdan muhim yo'nalishlardan biridir. Ibuprofenning elektrod yuzasidagi oksidlanish jarayoni natijasida hosil bo'ladigan analitik signal Fe nanazarrachalarining katalitik va sirt xususiyatlari bilan bog'liq holda o'zgarishi mumkin.

Sensorning samaradorligini baholashda aniqlash chegarasi (LOD), miqdoriy aniqlash chegarasi (LOQ), chiziqli konsentratsiya diapazoni, sezgirlik, selektivlik, takrorlanuvchanlik va barqarorlik kabi analitik parametrlar aniqlanadi. Bundan tashqari, farmatsevtik preparat tarkibidagi yordamchi moddalar va biologik namunalarda mavjud interferentlarning sensor signaliga ta'sirini o'rganish zarur.

Fe nanazarrachalarini boshqa nanomateriallar bilan kombinatsiyalash orqali sensorlarning analitik xususiyatlarini yanada yaxshilash mumkin. Masalan, Fe nanazarrachalarini grafen, grafen oksidi, uglerod nanotubalari, polimerlar yoki boshqa metall nanazarrachalari bilan kompozitsiyalash elektrodning faol sirt maydoni va elektr o'tkazuvchanligini oshirishi mumkin. Bunday kompozit materiallar dori moddalarini past konsentratsiyalarda aniqlash uchun yangi avlod elektrokimyoviy sensorlarini yaratish imkonini beradi.

Xulosa

Fe nanazarrachalari asosida modifikatsiyalangan elektrokimyoviy sensorlar dori moddalarini aniqlash uchun istiqbolli analitik platforma hisoblanadi. Temir nanazarrachalarining faol sirt maydoni va elektrokimyoviy xususiyatlari elektrod sirtidagi elektron almashinuv jarayonlarini yaxshilashi va analitik signalni kuchaytirishi mumkin.

Fe nanazarrachalarini o'simlik ekstraktleri yordamida "yashil sintez" qilish ekologik xavfsiz va istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Olingan nanomateriallarni elektrod sirtiga immobilizatsiya qilish orqali dori moddalarini tezkor va sezgir

aniqlashga mo'ljallangan sensorlar yaratish mumkin. Kelgusida Fe nanazarrachalarini Ni, Co, Au kabi boshqa metall nanomateriallari bilan kombinatsiyalash, kompozit elektrodlar yaratish va ularni real farmatsevtik namunalarda sinash ushbu tadqiqot yo'nalishining muhim istiqbollardan hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Parvin, M. H., Golivand, M. B., Najafi, M., & Shariaty, S. M. (2012). Carbon paste electrode modified with cobalt nanoparticles and its application to the electrocatalytic determination of chlorpromazine. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 683, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2012.07.018> ([ScienceDirect](#))
2. Alizadeh, T., Ganjali, M. R., Norouzi, P., & Zare, M. (2010). Amperometric detection of acetaminophen by an electrochemical sensor based on cobalt oxide nanoparticles in a flow injection system. *Electrochimica Acta*, 55(28), 8731–8737. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2010.07.081> ([ScienceDirect](#))
3. [CoNPs/MWCNT sensor]. An electrochemical sensor prepared by sonochemical one-pot synthesis of multi-walled carbon nanotube-supported cobalt nanoparticles for the simultaneous determination of paracetamol and dopamine. *Analytica Chimica Acta*, 839 (2014), 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2014.05.018> ([ScienceDirect](#))
4. [CoO nanomaterials]. Electrochemical detection of hydrocortisone using green-synthesized cobalt oxide nanoparticles with nafion-modified glassy carbon electrode. *Chemosphere*, 282 (2021), 131029. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131029> ([ScienceDirect](#))
5. [Biogenic Co₃O₄ nanoparticles]. Plant material protected cobalt oxide nanoparticles: Sensitive electro-catalyst for tramadol detection. *Microchemical Journal* (2021). ([ScienceDirect](#))
6. [Cobalt nanoparticles]. A new eco-friendly electrochemical sensing platform for monitoring of agomelatine in different matrices with sub-nanomolar detection limits. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 33 (2023), 101084. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101084> ([ScienceDirect](#))
7. Fares, N. V., Medhat, P. M., Ayad, M. F., & El Maraghy, C. M. (2023). Cobalt oxide nanoparticles modified coated graphite potentiometric sensor for quantification of sulfacetamide sodium in its pharmaceutical dosage form and spiked rabbit aqueous humor samples with greenness assessment. *Microchemical Journal*, 195, 109435. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109435> ([ScienceDirect](#))



8. Abbasi, M., Ezazi, M., Jouyban, A., et al. (2022). An ultrasensitive and preprocessing-free electrochemical platform for the detection of doxorubicin based on tryptophan/polyethylene glycol-cobalt ferrite nanoparticles modified electrodes. *Microchemical Journal*, 108055. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.108055> ([ScienceDirect](#))
9. Wu, C., Alam, M. J., Qiu, S., et al. (2025). Electrochemical sensor based on cobalt oxide-modified screen-printed carbon electrodes for hydrochlorothiazide detection in pharmaceutical formulation. *Diamond and Related Materials*, 155, 112263. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2025.112263> ([ScienceDirect](#))
10. Zhang, X., Xiong, Q., Jin, W., et al. (2026). Highly sensitive electrochemical sensor for acetaminophen detection based on Co nanoparticles@hollow carbon nanospheres. *Microchemical Journal*, 224, 117575. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2026.117575> ([ScienceDirect](#))
11. Xasanova N.X, Tursunqulov J.B. Modifikatsiyalangan nanozarrachali elektrod asosida dori vositalarini aniqlash metodikasini ishlab chiqish. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17435676>
12. Xasanova N.X. Application of green technologies and nanoparticle - modified electrodes. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18352347>
13. **Xasanova N.X., Raximova G.O.** Nanozarrachalar asosida modifikatsiyalangan elektrodlardan foydalanish usullari // *Universal xalqaro ilmiy jurnal*. – 2025. – T. 2, № 10. – B. 49–52.
14. **Xasanova N.X.** Nanozarrachalar: xususiyatlari, sintezi, xususiyatlarni xarakterizatsiya qilish va qo‘llanishlari // *Universal International Scientific Journal*. – 2025. – T. 2, № 9.
15. **Xasanova N.X., Ro‘ziboyev H.** Nanozarrachalar asosida modifikatsiyalangan elektrod yordamida Ibufen D tarkibidagi ibuprofenni elektrokimyoviy aniqlash // *Zamonaviy dunyoda amaliy fanlar*. – 2026.