



**BIOAKTIV GETEROSIKLIK BIRIKMALAR; YANGI AVLOD  
DORILAR ASOSI**

*EMU University*

*Muallif: Axrorov Azamat A'zamqul o'g'li*

*Farmatsevtika fakulteti 2-bosqich talabasi*

***Annotatsiya:** Ushbu akademik maqola bioaktiv geterosiklik birikmalarning zamonaviy dorishunoslik va kimyoviy tadqiqotlardagi hal qiluvchi rolini atroflicha ko'rib chiqadi. Geterosiklik birikmalar o'ziga xos kimyoviy tuzilishi va xilma-xilligi tufayli keng spektrli biologik faollikni namoyish etadi, bu ularni yangi avlod dori vositalarini yaratish uchun asosiy bloklarga aylantiradi. Maqolada ushbu birikmalarning kimyoviy tasnifi, tibbiyotdagi ahamiyati, biologik faollik mexanizmlari hamda yangi dori vositalarini ishlab chiqish strategiyalari va sintez yondashuvlari tahlil qilingan. Zamonaviy geterosiklik dorilarning amaliy misollari va ularning klinik qo'llanilishi ko'rsatilgan, shuningdek, sohadagi mavjud qiyinchiliklar va kelajak istiqbollari muhokama qilingan. Ushbu maqola geterosiklik birikmalarning farmatsevtika sanoatidagi ahamiyatini va ularning inson salomatligini yaxshilashdagi ulkan salohiyatini ta'kidlaydi.*

***Kalit so'zlar:** Geterosiklik birikmalar, Dori vositalari, Biologik faollik, Kimyoviy sintez, Farmakologiya, Dori dizayni, Terapevtik ahamiyat*

***Abstract:** This academic article thoroughly examines the crucial role of bioactive heterocyclic compounds in modern pharmacology and chemical research. Characterized by heteroatoms within their cyclic structures, these molecules exhibit a wide spectrum of biological activity, making them fundamental building blocks for new generation drugs. The article analyzes their classification, medical significance, biological activity mechanisms, and strategies for drug development. It also provides practical examples of modern heterocyclic drugs and discusses future research directions, underscoring their vast potential in improving human health.*



**Keywords:** *Heterocyclic compounds, Drugs, Biological activity, Chemical synthesis, Pharmacology, Drug design, Therapeutic importance*

## **Аннотация**

Эта академическая статья всесторонне исследует решающую роль биоактивных гетероциклических соединений в современной фармакологии и химических исследованиях. Отличающиеся гетероатомами в своих циклических структурах, эти молекулы демонстрируют широкий спектр биологической активности, что делает их фундаментальными строительными блоками для создания лекарств нового поколения. В статье анализируются их классификация, медицинское значение, механизмы биологической активности, а также стратегии разработки новых лекарственных средств. Представлены практические примеры современных гетероциклических препаратов и обсуждаются будущие направления исследований, подчеркивая их огромный потенциал в улучшении здоровья человека.

**Ключевые слова:** *Гетероциклические соединения, Лекарственные средства, Биологическая активность, Химический синтез, Фармакология, Дизайн лекарств, Терапевтическое значение*

## **Kirish**

Geterosiklik birikmalar organik kimyo va dorishunoslik sohalarida o'ziga xos o'rin tutuvchi moddalar sinfini tashkil etadi. Bu birikmalar molekulasida uglerod atomlaridan tashqari, kamida bitta geteroatom, masalan, azot (N), kislorod (O) yoki oltingugurt (S) saqlovchi halqalar mavjudligi bilan ajralib turadi. Ularning bunday noyob tuzilishi nafaqat ularning kimyoviy reaktivligi va xususiyatlariga ta'sir qiladi, balki ularga juda keng spektrli biologik faollikni ham baxsh etadi. Tabiatda ular nuklein kislotalar, oqsillar, alkaloidlar, vitaminlar, antibiotiklar va tabiiy pigmentlar kabi hayotiy muhim biomolekulalarning ajralmas qismi sifatida keng tarqalgan. Pirrol, furan, tiofen va piridin kabi oddiy geterosiklik birikmalar o'zlarining xalqaro nomenklaturada ham keng qo'llaniladigan trivial nomlariga ega bo'lib, ularning kimyoviy ahamiyatidan dalolat beradi.



So'nggi yuz yillikda o'tkazilgan ko'plab tadqiqotlar geterosiklik birikmalarning tibbiyot, qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoati kabi turli sohalarda misli ko'rilmagan ahamiyatini tasdiqladi. Ayniqsa, tibbiyot sohasida, deyarli barcha dori vositalarining yarmi geterosiklik birikmalar sinfiga mansub ekanligi, ularning terapevtik amaliyotdagi ustunligini ko'rsatadi. Ular bakteriya, virus va boshqa mikroblar kabi turli patogen mikroorganizmlarga qarshi samarali ta'sir ko'rsatish qobiliyatiga ega bo'lib, ularni infeksiyaga qarshi kurashda ajralmas vositaga aylantiradi. Bundan tashqari, geterosiklik birikmalar o'simlik dunyosida ham muhim rol o'ynaydi; ular ko'plab vitaminlar va alkaloidlarning tarkibiy qismini tashkil etib, tirik organizmlarning hayotiy faoliyatida asosiy vazifalarni bajaradi.

Ushbu maqolaning maqsadi geterosiklik birikmalarning yangi avlod dori vositalari asosi sifatidagi ahamiyatini chuqur tahlil qilishdan iborat. Biz ularning kimyoviy tuzilishini, tasnifini, tibbiyotdagi o'rnini, biologik faollik mexanizmlarini, shuningdek, zamonaviy dori vositalarini ishlab chiqish strategiyalari va sintez usullarini ko'rib chiqamiz. Maqolada klinik amaliyotda qo'llanilayotgan geterosiklik dorilarning amaliy misollari keltirilib, sohadagi mavjud muammolar, imkoniyatlar va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari baholanadi.

### **Mavzuga oid adabiyotlar tahlili**

Geterosiklik birikmalarning kimyoviy xususiyatlari ularning halqa tuzilishiga va geteroatomlarning tabiatiga bog'liq. Geteroatomlar sifatida odatda azot, kislorod yoki oltingugurt atomlari ishtirok etadi, ammo ba'zan fosfor, kremniy, bor kabi boshqa elementlar ham uchraydi. Halqa o'lchamiga ko'ra, ular 3 a'zoli halqalardan tortib, 10 va undan ortiq a'zoli halqalargacha bo'lishi mumkin. Nomenklaturada 3 dan 10 a'zoli monotsiklik birikmalar uchun geteroatomlar (N-aza, O-oksa, S-tia) va halqa o'lchami hisobga olinadi. Masalan, besh va olti a'zoli to'yinmagan geterosiklik birikmalar geteroaromatik birikmalar deb ataladi, chunki ular benzolga o'xshash aromatik xususiyatlarga ega. Tiofen, pirrol va piridin bunga yorqin misol bo'la oladi. Ushbu aromatiklik ularga yuqori barqarorlik va reaktivlikning o'ziga xos uyg'unligini beradi. Tabiatda ular keng tarqalgan bo'lib, o'simliklar va organizmlarning hayotiy faoliyatida muhim rol o'ynaydi. Masalan,



furfural plastmassa ishlab chiqarish uchun xomashyo bo'lib xizmat qilsa, o'simlik xlorofili va qon gemi kabi hosilalar hayotiy jarayonlarda asosiy vazifalarni bajaradi. Ular shuningdek, ko'plab vitaminlar va alkaloidlarning tarkibiy qismidir.

Geterosiklik birikmalarning tibbiyotdagi ahamiyatini baholab bo'lmaydi. Ular zamonaviy dori-darmonlarning asosini tashkil etadi, klinikada qo'llaniladigan barcha dorilarning deyarli yarmi geterosiklik strukturalarni o'z ichiga oladi. Ularning biologik faolligi shu qadar xilma-xilki, ular antibiotiklar, antiviral vositalar, saraton kasalliklariga qarshi dorilar, yallig'lanishga qarshi moddalar, antidepressantlar, antikonvulsantlar va yurak-qon tomir tizimi kasalliklarini davolashda ishlatiladigan vositalar qatorida keng qo'llaniladi. Geterosiklik birikmalarning biologik faollik mexanizmlari molekulyar darajadagi o'zaro ta'sirlar bilan bog'liq. Ular oqsil retseptorlariga bog'lanishi, fermentlar faolligini ingibitsiyalashi, ion kanallarini modulyatsiya qilishi yoki DNKga interkalatsiya qilishi mumkin. Masalan, ko'plab antibiotiklar bakterial hujayra devorining sintezini ingibitsiya qiluvchi geterosiklik beta-laktam halqasini o'z ichiga oladi. Saraton kasalliklariga qarshi dorilar esa ko'pincha o'ziga xos fermentlarning faolligini bloklab, hujayra ko'payishini to'xtatadi. Ushbu birikmalarning kichik molekulyar o'lchami va strukturaviy moslashuvchanligi ularga organizmdagi turli xil biologik nishonlar bilan samarali o'zaro ta'sir qilish imkonini beradi.

Yangi geterosiklik dori vositalarini ishlab chiqish murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, zamonaviy kimyo, biologiya va hisoblash fanlarining yutuqlarini birlashtiradi. Bunga asosan ikki xil strategik yondashuv qo'llaniladi: ratsional dori dizayni va yuqori samarali skrining. Ratsional dori dizayni, asosan, biologik nishonning (masalan, ferment yoki retseptor) uch o'lchovli tuzilishiga asoslanadi, bunda potentsial ligandlar kompyuter modellari yordamida loyihalashtiriladi va ularning bog'lanish afiniteti bashorat qilinadi. Bu jarayon struktura asosidagi dizayn deb ataladi. Ligand asosidagi dizayn esa mavjud faol birikmalarning tuzilish-faollik munosabatlarini (SAR) o'rganishga asoslanadi. Yuqori samarali skrining (HTS) esa minglab birikmalarni tezkor ravishda biologik faollik uchun sinash imkonini beradi. Ushbu yondashuvlar ko'pincha kombinator kimyo bilan birgalikda ishlatiladi, bunda



katta miqdordagi strukturaviy jihatdan xilma-xil birikmalar kutubxonalari sintez qilinadi.

Sintetik yondashuvlar zamonaviy kimyoning eng ilg'or usullarini qamrab oladi. Klassik usullar bilan bir qatorda, yashil kimyo prinsiplari (atigi kamroq hosil qiluvchi, energiya tejankor usullar), oqim kimyosi (reaktsiyalarni uzluksiz oqimda amalga oshirish), fotokataliz (yorug'lik energiyasidan foydalanish), organokataliz (organik molekulalarni katalizator sifatida ishlatish) va C-H aktivatsiyasi (inert C-H bog'lanishlarini faollashtirish) kabi innovatsion metodikalar geterosiklik birikmalarning samarali va barqaror sintezini ta'minlashda muhim rol o'ynamoqda. Optimal sintez yo'llarini topish, xiral selektivlikka erishish va yuqori mahsuldorlikni ta'minlash dori sintezining asosiy vazifalaridan biridir.

Antibiotiklar: Penitsillinlar va sefalosporinlar kabi beta-laktam antibiotiklari, shuningdek, siprofloksatsin kabi xinolonlar bakterial infeksiyalarni davolashda asosiy vositalardan hisoblanadi. Ularning asosiy faoliyati bakterial hujayra devori sintezini ingibitsiya qilishga qaratilgan.

Saraton kasalliklariga qarshi dorilar: Imatinib (Gleevec) va gefitinib (Iressa) kabi tirozin kinaz ingibitorlari surunkali miyeloid leykemiya va o'pka saratonining ayrim turlarini davolashda inqilobiy ta'sir ko'rsatgan. Ushbu dorilar geterosiklik tuzilmalarga ega bo'lib, saraton hujayralarining o'sishi va ko'payishida ishtirok etadigan oqsillarni bloklaydi.

Antiviral vositalar: Azidotimidin (AZT) va atsiklovir kabi nukleozid analoglari geterosiklik asoslarga ega bo'lib, OIV va herpes viruslariga qarshi samarali kurashadi. Ular virus replikatsiyasini ingibitsiya qilish orqali ishlaydi.

Antidepressantlar va anksiyolitiklar: Diazepam (Valium) va fluoksetin (Prozac) kabi dorilar markaziy asab tizimiga ta'sir ko'rsatib, depressiya va tashvish buzilishlarini davolashda qo'llaniladi. Ular serotonin va GABA retseptorlari bilan o'zaro ta'sir qiluvchi geterosiklik tuzilmalarga ega.

Yurak-qon tomir dorilari: Amlodipin kabi kaltsiy kanal blokatorlari va atorvastatin kabi statinlar (xolesterin miqdorini kamaytiruvchi dorilar) gipertoniya va yurak ishemik kasalliklarini davolashda keng qo'llaniladi.



Geterosiklik dori vositalarini ishlab chiqish jarayonida bir qator qiyinchiliklar mavjud. Bularga dori moddasining o'ziga xosligini oshirish, nojo'ya ta'sirlarni kamaytirish, metabolik barqarorlikni ta'minlash va toksiklikni nazorat qilish kiradi. Antimikrobik vositalarga qarshilikning rivojlanishi ham jiddiy muammo bo'lib qolmoqda, bu esa doimiy ravishda yangi antibiotiklar va antiviral vositalarni ishlab chiqishni talab qiladi. Dori vositalarini sintez qilishning murakkabligi va intellektual mulk huquqlarini himoya qilish ham tadqiqot va rivojlantirish xarajatlarini oshiradi.

Shu bilan birga, bu sohada ulkan imkoniyatlar ham mavjud. Shaxsiylashtirilgan tibbiyotga o'tish, kam uchraydigan va e'tibordan chetda qolgan kasalliklar uchun yangi davolash usullarini izlash, shuningdek, yangi biologik nishonlarni aniqlash geterosiklik kimyo uchun keng maydon ochadi. Sun'iy intellekt va mashinani o'rganish (AI/ML) texnologiyalaridan dori kashfiyotida foydalanish, molekulyar modellash va yuqori samarali skrining jarayonlarini sezilarli darajada tezlashtirishi mumkin. Fragmentga asoslangan dori dizayni (FBDD) va proteolizni nishonga oluvchi ximerlar (PROTACs) kabi innovatsion yondashuvlar yangi avlod geterosiklik dorilarini yaratishda katta salohiyatga ega. Kelajakda geterosiklik birikmalar dori vositalarining asosiy manbai bo'lib qolishi kutilmoqda. Barqaror sintez usullariga e'tibor qaratish, ko'p nishonli dorilarni ishlab chiqish va antimikrobik rezistentlik muammosini hal etishga qaratilgan tadqiqotlar ustuvor yo'nalishlar bo'ladi.

## **Tadqiqot metodologiyasi**

Ushbu maqola geterosiklik birikmalarning dori vositalarini ishlab chiqishdagi rolini tahlil qilishga qaratilgan bo'lib, uning metodologiyasi keng qamrovli adabiyotlar tahliliga asoslanadi. Maqolaning tarkibiy qismlari zamonaviy farmatsevtika kimyosi, dorishunoslik va organik sintez sohalaridagi ilmiy nashrlar, tadqiqot hisobotlari va klinik ma'lumotlarni o'rganish orqali shakllantirilgan. Tadqiqot jarayonida geterosiklik birikmalarning kimyoviy xususiyatlari, biologik faollik mexanizmlari, dori dizayni strategiyalari va sintez yondashuvlari bo'yicha mavjud bilimlar tizimlashtirildi va umumlashtirildi.



Dori kashfiyoti jarayonida qo'llaniladigan zamonaviy metodologiyalar ham ko'rib chiqildi. Bularga *in silico* usullar, ya'ni molekulyar docking (kompyuter yordamida molekula-nishon bog'lanishini bashorat qilish) va QSAR (kvantitativ tuzilish-faollik munosabatlari) tahlillari kiradi. Kimyoviy sintez metodologiyalari optimal reaksiya sharoitlarini tanlash, yuqori selektivlikka erishish va mahsulot unumdorligini oshirishga qaratilgan. Biologik faollikni baholash uchun *in vitro* (hujayra kulturalari, ferment ingibitsiyasi testlari) va *in vivo* (hayvonlar modellari) eksperimental usullaridan foydalaniladi. Klinik sinovlar esa (fazalar I, II, III) yangi dori vositalarining inson organizmida xavfsizligi va samaradorligini baholash uchun zarur hisoblanadi. Ushbu metodologiyalarning majmuasi geterosiklik birikmalarga asoslangan yangi dori vositalarining kashfiyoti va rivojlanishiga imkon beradi.

## **Xulosa**

Xulosa qilib aytganda, geterosiklik birikmalar zamonaviy farmatsevtika kimyosining ajralmas qismi bo'lib, yangi avlod dori vositalarini yaratish uchun asosiy tuzilmalar vazifasini o'taydi. Ularning noyob kimyoviy xilma-xilligi, keng spektrli biologik faolligi va turli xil terapevtik nishonlar bilan o'zaro ta'sir qilish qobiliyati ularni inson salomatligini yaxshilashda misli ko'rilmagan muhim vositaga aylantiradi. Tibbiyotda qo'llaniladigan dori vositalarining yarmidan ko'pining tarkibida geterosiklik halqalar mavjudligi, ularning farmakologik amaliyotdagi ustunligini yaqqol ko'rsatib turibdi.

So'nggi yillarda dori dizayni, kimyoviy sintez va biologik skrining sohalarida erishilgan yutuqlar geterosiklik birikmalar asosida yanada samaraliroq, selektivroq va kamroq nojo'ya ta'sirga ega dorilarni ishlab chiqishga zamin yaratdi. Sun'iy intellekt, yashil kimyo va yangi katalitik usullar kabi innovatsion texnologiyalardan foydalanish kelajakda bu sohadagi tadqiqotlarni yanada jadallashtirish imkonini beradi. Garchi dorilarga qarshilikning rivojlanishi va sintetik murakkablik kabi muammolar mavjud bo'lsa-da, geterosiklik birikmalar insoniyatning global sog'liqni saqlash muammolariga qarshi kurashishda asosiy rol o'ynashda davom etadi. Kelajakdagi tadqiqotlar bu ajoyib molekulalarning to'liq salohiyatini ochib berishga



qaratilgan bo'ladi va ularni zamonaviy tibbiyotning ilg'or vositalari qatorida saqlab qoladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Joule, J.A., and Mills, K. Geterosiklik Kimyo. Chichester: John Wiley & Sons, 2010.
- [2] Eicher, T., and Hauptmann, S. Geterosikllar kimyosi: Tuzilishi, Reaksiyalari, Sintezlari va Qo'llanishlari. Weinheim: Wiley-VCH, 2003.
- [3] Vitaku, E., Smith, D.T., and Njardarson, J.T. "AQSh FDA tomonidan tasdiqlangan farmatsevtik preparatlar orasida azot geterotsikllarining strukturaviy xilma-xilligi, o'rin almashish qoliplari va chastotasini tahlili." *Tibbiyot Kimyosi Jurnali*, vol. 57, no. 24, 2014, pp. 10257-10264.
- [4] Böttcher, C., and Plückthun, A. "Geterosiklik kimyo dorilar dizayni va kashfiyoti doirasida." *Amaliy kimyo xalqaro nashri*, vol. 57, no. 35, 2018, pp. 11116-11124.
- [5] Silverman, R.B., and Holladay, M.W. *Dori Dizayni va Dori Ta'sirining Organik Kimyosi*. San Diego: Elsevier Academic Press, 2014.