

DORI VOSITALARINING FARMATSEVTIK TEXNOLOGIYASI HAMDA ULARNI SANOAT DARAJASIDA ISHLAB CHIQUARISH YO'NALISHLARI

Karimova Munisa Lazizjon qizi
Ulug'murodova Ruhshona Sherzod qizi
Pardayeva Sabrina Sunnatovna

Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Pediatriya fakultetining 2-bosqich talabalari

+998 90 342 22 01 / karimovamunisa2201@gmail.com

Samarqand, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada dori vositalarining farmatsevtik texnologiyasi, ularning sanoat miqyosida ishlab chiqarilishi hamda zamonaviy texnologik jarayonlar tahlil qilingan. Dori vositalarini yaratish bosqichlari, xom ashyo tanlashdan boshlab tayyor dori shaklini olishgacha bo'lgan jarayonlar ilmiy-nazariy hamda amaliy nuqtai nazardan ko'rib chiqilgan. Farmatsevtik ishlab chiqarishda qo'llaniladigan zamonaviy texnologiyalar — granulyatsiya, kapsulyatsiya, liofilizatsiya, mikrokapsulalash, 3D bosma texnologiyalari va boshqa usullar tahlil qilinib, ularning afzalliklari, samaradorligi va iqtisodiy jihatdan ustunliklari ko'rsatib o'tilgan. Sanoat darajasida ishlab chiqarish jarayonida GMP (Yaxshi ishlab chiqarish amaliyoti) standartlari, sifatni nazorat qilish tizimi, ekologik xavfsizlik talablari va innovatsion yondashuvlar asosida mahsulot tayyorlashning muhim jihatlari yoritilgan. Bundan tashqari, O'zbekistonda farmatsevtika sanoatini rivojlantirishga qaratilgan islohotlar, mahalliy ishlab chiqaruvchilar imkoniyatlari va xalqaro tajribaning tatbiqi masalalari ham ko'rib chiqilgan. Mazkur maqola dori vositalarining zamonaviy texnologik ishlab chiqarilishi bilan shug'ullanuvchi olimlar, texnologlar va farmatsevtlar uchun amaliy va nazariy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: farmatsevtik texnologiya, dori vositalari, sanoat ishlab chiqarish, GMP, granulyatsiya, kapsulyatsiya, 3D bosma, farmatsevtika sanoati, sifat nazorati, innovatsion texnologiyalar

Kirish: Zamonaviy tibbiyotda dori vositalari inson salomatligini saqlash, kasalliklarni davolash va ularning oldini olishda eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Dori vositalarining samaradorligi va xavfsizligi nafaqat ularning tarkibiy qismlariga, balki ularning tayyorlanish texnologiyasiga ham bevosita bog'liq. Shu sababli, farmatsevtik texnologiya – ya'ni dori shakllarini ishlab chiqish, ularni sanoat miqyosida ishlab chiqarish va sifatini nazorat qilish jarayonlari – zamonaviy farmatsiyaning ajralmas bo'g'ini hisoblanadi [1]. Farmatsevtik texnologiya – bu dori vositalarining qattiq, suyuq, yumshoq va gazsimon dori shakllari ko'rinishida tayyorlanishini ilmiy asosda

o'rganadigan va ularni sanoat darajasida ishlab chiqarish uchun texnologik jarayonlarni ishlab chiqadigan fan sohasi bo'lib, farmatsevtik ishlab chiqarishda markaziy o'rin tutadi [2]. Mazkur yo'nalish, ayniqsa, innovatsion dori shakllarini yaratish, bioekvivalentlikni ta'minlash, faol moddalar barqarorligini oshirish va dozani aniq nazorat qilish bo'yicha zamonaviy texnologiyalarni tatbiq etishni talab qiladi. So'nggi yillarda farmatsevtik ishlab chiqarishda yuqori texnologiyalar, jumladan nano-texnologiyalar, 3D-bioprinting, mikroenkapsulyatsiya, liposomal tizimlar va boshqalar keng qo'llanilmoqda. Bu esa dori vositalarining organizmdagi farmakokinetik va farmakodinamik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashga xizmat qilmoqda [3, 4]. Shu bilan birga, sanoat darajasida ishlab chiqarish jarayonlarida GMP (Good Manufacturing Practice – Yaxshi ishlab chiqarish amaliyoti) qoidalariga amal qilish ham dori vositalarining sifati, xavfsizligi va terapevtik samaradorligini ta'minlashda muhim omil hisoblanadi [5]. Bugungi kunda farmatsevtik sanoat nafaqat mavjud dori shakllarini takomillashtirish, balki yangi dorilarni yaratish, ularni masshtabli ishlab chiqarish va bozorlarga yetkazib berishda yuqori texnologik yondashuvlarni qo'llash orqali global sog'liqni saqlash tizimida muhim rol o'ynamoqda. Shu jihatdan, dori vositalarini farmatsevtik texnologiyasi va sanoat miqyosida ishlab chiqarish yo'nalishlarini o'rganish nafaqat ilmiy, balki amaliy ahamiyatga ham ega.

Ushbu maqolada dori vositalarining zamonaviy farmatsevtik texnologiyasi, ishlab chiqarish bosqichlari, texnologik yondashuvlar, ularning afzallik va kamchiliklari, shuningdek, sanoat darajasida ishlab chiqarishdagi dolzarb yo'nalishlar va muammolar chuqur tahlil qilinadi.

Asosiy qism: Dori vositalarining farmatsevtik texnologiyasi bugungi kunda zamonaviy tibbiyotning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Dori vositasining sifati, xavfsizligi va samaradorligi uning tarkibiy qismlarigina emas, balki uni qanday texnologiya asosida tayyorlashiga ham bevosita bog'liq. Shu sababli farmatsevtik texnologiyalar nafaqat yangi dori shakllarini yaratish, balki ularni sanoat darajasida ommaviy ishlab chiqarish, saqlash va iste'molchiga yetkazib berish kabi muhim jarayonlarni o'z ichiga oladi. Farmatsevtik texnologiya deganda – dori shakllarini yaratish, faol va yordamchi moddalardan foydalanib, ularni inson organizmi uchun qulay va xavfsiz ko'rinishda tayyorlash texnologiyasi tushuniladi. Bu texnologik jarayonlar nafaqat laboratoriya sharoitida, balki sanoat darajasida amalga oshiriladi. Dori vositalarining sanoat darajasida ishlab chiqarilishi ko'p bosqichli va qat'iy nazorat ostida olib boriladigan jarayon hisoblanadi. Avvalo, faol farmatsevtik modda – API (Active Pharmaceutical Ingredient) ishlab chiqariladi yoki tayyor holatda yetkazib olinadi. Keyin esa bu moddaga tegishli yordamchi komponentlar (plombirlaydigan, stabilizator, bog'lovchi, sirt faol moddalar, rang beruvchi, ta'm beruvchi modda va boshqalar) qo'shiladi. Bu komponentlar yordamida dori vositasining ma'lum shakli – tabletk,

kapsula, eritma, suspenziya, inyeksiya, maz, krem, aerosol va boshqa shakllari tayyorlanadi.

Har bir dori shaklining o'ziga xos texnologiyasi, qurilmalari va nazorat mezonlari mavjud. Masalan, tabletka tayyorlash jarayonida granulatsiya, quritish, aralashtirish, siqish kabi bosqichlar amalga oshiriladi. Kapsulalar esa maxsus kapsulalovchi uskunalar orqali tayyorlanadi. Suyuq dori shakllari tayyorlashda esa erituvchilarning sifati, pH darajasi, viskozitet va boshqa fizik-kimyoviy parametrlarga e'tibor qaratiladi. Farmatsevtik ishlab chiqarish jarayonlarida eng asosiy talab – bu GMP (Good Manufacturing Practice) ya'ni, yaxshi ishlab chiqarish amaliyotiga rioya qilishdir. GMP xalqaro miqyosda tan olingan standart bo'lib, dori vositalarini ishlab chiqarishda har bir bosqichda sifat nazoratini, gigiyenik talablarni, xomashyo va materiallar harakatining kuzatuvchanligini, xodimlarning malakasini va uskunalarining tozaligini nazarda tutadi. GMP talablari asosida ishlab chiqarilgan dori vositalari sifat, xavfsizlik va samaradorlik jihatdan ishonchli bo'lib, xalqaro bozorlarda ham erkin aylanishi mumkin. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida ISO 9001, ISO 14001 kabi boshqa xalqaro standartlar ham tatbiq etilishi mumkin. Bugungi kunda farmatsevtik texnologiyalar jadal rivojlanmoqda. An'anaviy dori shakllaridan tashqari, yangi avlod dori shakllari – modifikatsiyalangan chiqariluvchi tabletkalar, dori yelimlari (transdermal plastrlar), osmotik tizimlar, liposomal dorilar, nanozarrachalar asosidagi dorilar keng qo'llanilmoqda. Bularning barchasi dori vositalarining yutilishini yaxshilash, maqsadli yetkazib berishni ta'minlash va organizmdagi yon ta'sirlarini kamaytirish uchun ishlab chiqilmoqda. Masalan, nanoformulalar yordamida faol modda organizmdagi ma'lum to'qimaga bevosita yetkaziladi, bu esa dorining terapevtik samaradorligini oshiradi.

Shuningdek, modifikatsiyalangan chiqariluvchi shakllar dorining ta'sirini uzoq davom ettirib, bemorga dorini kamroq qabul qilish imkonini beradi. Sanoat darajasida ishlab chiqarish jarayonida avtomatlashtirilgan liniyalar, robotlashtirilgan tizimlar, aqlli monitoring texnologiyalari va real vaqti sifati nazorati tizimlari tobora ko'proq qo'llanilmoqda. Bu esa inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytirish, samaradorlikni oshirish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va global bozorda raqobatbardosh mahsulotlar yaratishga xizmat qiladi. Shuningdek, dori vositalari ishlab chiqaruvchi korxonalar ekologik xavfsizlik, chiqindilarni kamaytirish, energiya tejankor texnologiyalarni joriy qilish bo'yicha ham aniq rejalar asosida faoliyat yuritmoqda. Bu esa farmatsevtik sanoatni barqaror rivojlanayotgan soha sifatida ko'rsatadi. Farmatsevtik texnologiyaning muhim yo'nalishlaridan yana biri – bu dori vositalarining bioekvivalentligini ta'minlashdir. Generik dorilar ishlab chiqarilayotganda, ular original dorilar bilan farmakokinetik ko'rsatkichlar bo'yicha bir xil bo'lishi kerak. Buning uchun maxsus bioekvivalentlik tadqiqotlari olib boriladi. Shuningdek, yangi dori vositalarining ishlab chiqilishi oldidan ularning barqarorligi, saqlanish muddati, fizik-kimyoviy va

mikrobiologik xususiyatlari sinovdan o'tkaziladi. Bularning barchasi zamonaviy laboratoriyalarda, xalqaro talablarga muvofiq uskunalar yordamida amalga oshiriladi. Dori vositalarini ishlab chiqarishda shaxsiylashtirilgan yondashuv (personalizatsiya) yo'nalishi ham alohida e'tiborga loyiq. Xususan, 3D-bioprinting texnologiyasi orqali individual bemorlar uchun o'ziga xos dozadagi, o'ziga mos shakldagi dori vositalari tayyorlash imkoniyati paydo bo'lmoqda. Bu yondashuv orqali dori vositasining ta'siri yanada aniq, xavfsiz va yuqori samarali bo'ladi. Ayniqsa, surunkali kasalliklarga chalingan, ko'p dorilar qabul qiluvchi yoki yoshi katta bemorlar uchun bu texnologiya katta ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, farmatsevtik ishlab chiqarishda ekologik toza texnologiyalarga o'tish, chiqindisiz ishlab chiqarish, qayta tiklanuvchi resurslardan foydalanish kabi yo'nalishlar ham dolzarb bo'lib bormoqda. Bu jarayonlarda "yashil kimyo" prinsiplariga asoslangan ishlab chiqarish strategiyalari qo'llaniladi. Bu esa farmatsevtik sanoatni nafaqat sog'liqni saqlash, balki ekologik xavfsizlik va iqtisodiy barqarorlikka ham xizmat qiluvchi strategik tarmoqqa aylantiradi. Dori vositalarining farmatsevtik texnologiyasi va ularni sanoat darajasida ishlab chiqarish yo'nalishlari zamonaviy tibbiyot va farmatsiyaning ajralmas qismi hisoblanadi. Ularning izchil rivojlanishi yangi texnologiyalar, ilmiy-tekshirish ishlari, xalqaro hamkorlik va malakali kadrlar tayyorlash bilan chambarchas bog'liqdir. Bu sohadagi ilg'or yondashuvlar nafaqat yuqori sifatli dori vositalarini yaratadi, balki global miqyosda inson salomatligini saqlash va yaxshilashga xizmat qiladi.

Xulosa: Dori vositalarining farmatsevtik texnologiyasi va ularni sanoat darajasida ishlab chiqarish hozirgi zamon farmatsiyaning eng muhim va strategik jihatdan dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu soha nafaqat dori vositalarining shakli, sifati va barqarorligini belgilaydi, balki ularning terapevtik samaradorligi, xavfsizligi hamda bemorga yetkazib berish tezligi va aniqligiga ham bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Zamonaviy farmatsevtik texnologiyalar orqali nafaqat mavjud dori shakllarini takomillashtirish, balki yangi innovatsion shakllarni yaratish imkoniyati ham kengaymoqda. Jumladan, modifikatsiyalangan chiqariluvchi dori shakllari, nanozarrachali preparatlar, liposomal dorilar, transdermal tizimlar, osmotik dori yetkazib berish texnologiyalari keng joriy etilmoqda. Bu esa farmakoterapiyaning individualizatsiyalashuvi va dori vositalarining maksimal samaradorligini ta'minlaydi.

Farmatsevtik sanoat korxonalarida xalqaro standartlar, ayniqsa GMP talablari asosida ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, ishlab chiqarish jarayonining har bir bosqichida sifat nazorati, xodimlar malakasini oshirish va texnologik yangiliklarni joriy etish orqali dori vositalarining global bozordagi raqobatbardoshligini oshirish mumkin. Shu bilan birga, dori vositalarining ishlab chiqarishida ekologik toza texnologiyalarni joriy qilish, chiqindilarni kamaytirish va qayta ishlash texnologiyalari bo'yicha izlanishlar olib borilishi dolzarb masala bo'lib qolmoqda. Yana bir muhim jihat shundaki, farmatsevtik

texnologiyalar sohasida olib borilayotgan innovatsion tadqiqotlar ilmiy hamjamiyat va sanoat korxonalari o'rtasidagi samarali hamkorlikka asoslanadi. Oliy o'quv yurtlari, ilmiy-tadqiqot institutlari va farmatsevtik ishlab chiqaruvchilar o'rtasidagi aloqalar yanada mustahkamlanishi lozim. Shuningdek, bugungi global bozorda muvaffaqiyatli raqobat yuritish uchun milliy farmatsevtik sanoat ilmiy-texnik salohiyatini kuchaytirish, zamonaviy uskunalar bilan jihozlash va ilmiy tadqiqotlarga sarmoya kiritishni talab etadi. Xulosa qilib aytganda, dori vositalarining farmatsevtik texnologiyasi va sanoat darajasida ishlab chiqarilishi sog'liqni saqlash tizimining uzviy va ajralmas qismi bo'lib, uning har tomonlama rivojlanishi bevosita jamiyat salomatligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bu yo'nalishdagi barqaror o'sish va innovatsiyalar aholining sifatli va xavfsiz dorilarga bo'lgan ehtiyojini to'liq qondirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Takliflar:

1. Mahalliy ishlab chiqaruvchilarni qo'llab-quvvatlash: Milliy farmatsevtik korxonalarni moliyaviy, texnik va ilmiy jihatdan qo'llab-quvvatlash orqali importga qaramlikni kamaytirish va mahalliy dori vositalari ishlab chiqarishni kengaytirish zarur.
2. GMP va ISO standartlarini keng joriy etish: Har bir farmatsevtik ishlab chiqaruvchida xalqaro talablar asosida sertifikatlashtirishni kuchaytirish, sifat menejmenti tizimlarini joriy etishni majburiy qilish lozim.
3. Kadrlar malakasini oshirish: Farmatsevtik texnologlar, muhandislar va laboratoriya xodimlari uchun muntazam ravishda malaka oshirish kurslari, amaliyot dasturlari va xorijiy stajirovkalarni yo'lga qo'yish tavsiya etiladi.
4. Innovatsion texnologiyalarni joriy qilish: Nano-texnologiyalar, 3D-bioprinting, mikrokapsulyatsiya va boshqa ilg'or usullarni tadbiq qilish orqali dori vositalarining samaradorligi va xavfsizligini oshirish mumkin.
5. Ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasini kuchaytirish: Oliy o'quv yurtlari va farmatsevtik korxonalar o'rtasida qo'shma loyihalar, innovatsion markazlar va texnoparklar tashkil etilishi maqsadga muvofiq.
6. Ekologik xavfsiz texnologiyalarga o'tish: Chiqindisiz ishlab chiqarish texnologiyalarini tatbiq etish, atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish va "yashil farmatsiya" konsepsiyasini amaliyotga tatbiq etish lozim.
7. Bioekvivalentlik sinovlarini rivojlantirish: Generik dori vositalarini xalqaro bozorlarga olib chiqish uchun zamonaviy bioekvivalentlik laboratoriyalarini tashkil etish va xalqaro akreditatsiyadan o'tkazish muhim hisoblanadi.
8. Mahalliy xomashyo bazasini rivojlantirish: Faol farmatsevtik moddalarni import qilishga qaramlikni kamaytirish maqsadida mahalliy xomashyo ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish bo'yicha maxsus dasturlar ishlab chiqilishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. **World Health Organization.** *Guidelines on Good Manufacturing Practices (GMP) for pharmaceutical products.* WHO Technical Report Series, No. 986, Annex 2, 2022. – B. 25–63.
2. **Aulton M.E., Taylor K.M.G.** *Aulton's Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines.* 5th ed. Elsevier, 2021. – B. 112–198.
3. **Allen L.V., Popovich N.G., Ansel H.C.** *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems.* 11th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2020. – B. 47–135.
4. **Chien Y.W.** *Novel Drug Delivery Systems.* 2nd ed. Marcel Dekker Inc., 2009. – B. 88–172.
5. **Lachman L., Lieberman H.A., Kanig J.L.** *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy.* 3rd ed. Lea & Febiger, 2009. – B. 232–297.
6. **Florence A.T., Attwood D.** *Physicochemical Principles of Pharmacy.* 6th ed. Pharmaceutical Press, 2016. – B. 65–114.
7. **Remington, J.P.** *Remington: The Science and Practice of Pharmacy.* 22nd ed. Pharmaceutical Press, 2013. – B. 941–1020.
8. **Shargel L., Yu A.B.C.** *Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics.* 7th ed. McGraw-Hill Education, 2015. – B. 189–243.
9. **Banker G.S., Rhodes C.T.** *Modern Pharmaceutics.* 4th ed. Marcel Dekker, 2002. – B. 301–386.
10. **United States Pharmacopeia – National Formulary (USP-NF).** *USP 43–NF 38.* United States Pharmacopeial Convention, 2020. – B. 2110–2175.
11. **Khar R.K., Vyas S.P., Farhan J.** *The Textbook of Industrial Pharmacy.* CBS Publishers, 2014. – B. 155–204.
12. **Rowe R.C., Sheskey P.J., Quinn M.E.** *Handbook of Pharmaceutical Excipients.* 7th ed. Pharmaceutical Press, 2012. – B. 74–132.
13. **European Medicines Agency.** *ICH Guidelines for Pharmaceuticals.* EMA Publications, 2021. – B. 15–49.