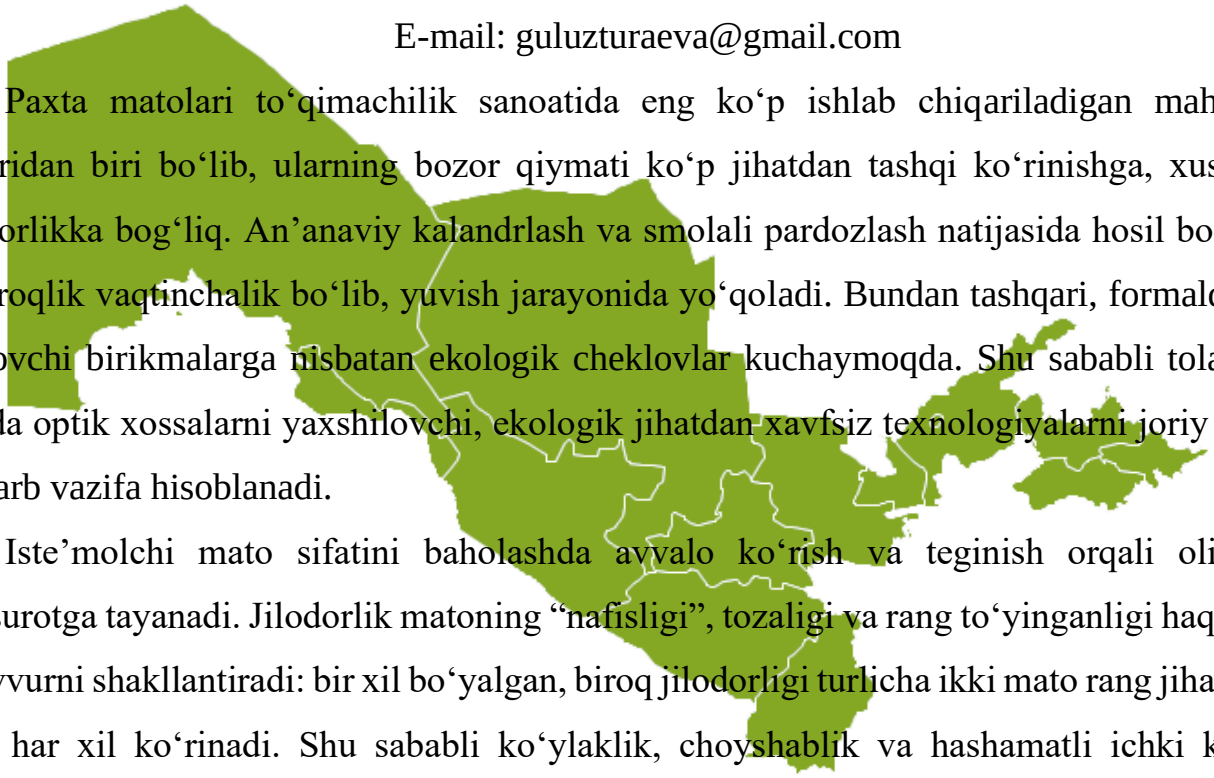
Qabul qilindi: 2-oktabr 2026-yil • Ma’qullandi: 7-oktabr 2026-yil • Nashr qilindi: 14-oktabr 2026-yil

PAXTA MATOLARI JILODORLIGINI MERSERIZATSIYA VA FERMENTATIV ISHLOV ORQALI OSHIRISH

Qurbonazarova Gulyuz Xushboqovna
Termiz davlat pedagogika universiteti o‘qituvchisi
E-mail: guluzturaeva@gmail.com



Paxta matolari to‘qimachilik sanoatida eng ko‘p ishlab chiqariladigan mahsulot turlaridan biri bo‘lib, ularning bozor qiymati ko‘p jihatdan tashqi ko‘rinishga, xususan jilodorlikka bog‘liq. An’anaviy kalandrlash va smolali pardozlash natijasida hosil bo‘lgan yaltiroqlik vaqtinchalik bo‘lib, yuvish jarayonida yo‘qoladi. Bundan tashqari, formaldegid saqlovchi birikmalarga nisbatan ekologik cheklovlar kuchaymoqda. Shu sababli tolaning o‘zida optik xossalarni yaxshilovchi, ekologik jihatdan xavfsiz texnologiyalarni joriy etish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Iste’molchi mato sifatini baholashda avvalo ko‘rish va teginish orqali olingan taassurotga tayanadi. Jilodorlik matoning “nafisligi”, tozaligi va rang to‘yinganligi haqidagi tasavvurni shakllantiradi: bir xil bo‘yalgan, biroq jilodorligi turlicha ikki mato rang jihatidan ham har xil ko‘rinadi. Shu sababli ko‘ylaklik, choyshablik va hashamatli ichki kiyim matolarida jilodorlik mahsulotning narxini belgilovchi omillardan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda sanoat uchun yana bir muammo – pardozlash jarayonlarining suv, energiya va kimyoviy moddalar sarfi. Merserizatsiya yuqori konsentratsiyali ishqor ishlatilishi bilan bog‘liq bo‘lsa-da, ishqorni regeneratsiya qilish tizimlari mavjud; fermentativ ishlov esa yumshoq sharoitda (past harorat, kuchsiz kislotali muhit) kechadi va biologik parchalanadi. Shu bois ikki jarayonning o‘zaro uyg‘unlashtirilgan texnologik sxemasini ilmiy asoslash ham nazariy, ham amaliy jihatdan dolzarbdir.

Iste’molchi mato sifatini baholashda ko‘rinish ko‘rsatkichlari – rang, to‘kilma va jilodorlik – ko‘pincha mexanik ko‘rsatkichlardan oldin e’tiborga olinadi. Jilodorlikka erishishning an’anaviy usullari mato yuzasiga tashqaridan qo‘llaniladigan vositalarga

(kraxmal, mum, kationli yumshatkichlar, sintetik smolalar) tayanadi. Bunday qatlam tolaning o‘ziga xos optik xossalarini o‘zgartirmaydi va yuvish hamda ishqalanish natijasida tez yo‘qoladi.

Muammo tola tabiatiga ham bog‘liq: pishgan paxta tolasi tabiiy holda yassilashgan, buralgan lenta shaklida bo‘lib, kesimi buyraksimon va markazida lumen mavjud. Bunday geometriya yorug‘likni bir yo‘nalishda emas, ko‘p yo‘nalishda sochadi, shu sababli ishlov berilmagan paxta mato xira ko‘rinadi. Demak, jilodorlikni barqaror oshirishning ilmiy jihatdan asoslangan yo‘li – tolaning o‘zi geometriyasi va yuza qatlamini o‘zgartirishdir.

Ilmiy bo‘shliq shundan iboratki, merserizatsiya va fermentativ ishlov alohida-alohida yaxshi o‘rganilgan bo‘lsa-da, ularning jilodorlikka birgalikdagi ta’siri, ishlov ketma-ketligi va parametrlar muvozanati yetarlicha tizimlashtirilmagan. Shu sababli ushbu tezisda ikki usul yagona texnologik zanjir sifatida ko‘rib chiqiladi.

Mato jilodorligi yorug‘likning yo‘nalishli (spekulyar) qaytishi bilan belgilanadi va bu qaytish sirt g‘adir-budurligi kamaygan sari kuchayadi. Paxta tolasi tabiiy holda buyraksimon kesim va ko‘ndalang burmalarga ega bo‘lgani uchun yorug‘likni turli yo‘nalishda sochadi va jilodorligi past bo‘ladi.

Jilodorlikning fizik-optik asoslari. Sirtdan yo‘nalishli qaytgan yorug‘lik ulushini quyidagi yaqinlashgan munosabat bilan tavsiflash mumkin:

$$R_{spek} \approx R_0 \cdot \exp\left[-\left(\frac{4\pi \cdot \sigma \cdot cos\theta}{\lambda}\right)^2\right]$$

bu yerda: R_0 – ideal silliq sirtning Fresnel qaytarish koeffitsienti (u sinish ko‘rsatkichiga bog‘liq), σ – sirt g‘adir-budurligi, θ – tushish burchagi, λ – yorug‘lik to‘lqin uzunligi.

Formuladan ko‘rinadiki, g‘adir-budurlik kamayishi bilan spekulyar qaytish eksponensial oshadi. Mato anizotrop tuzilmaga ega bo‘lgani uchun jilodorlik tola yo‘nalishi bo‘ylab va ko‘ndalangiga turlicha o‘lchanadi; shu sababli har ikki yo‘nalishda o‘lchash zarur.

Merserizatsiya jarayonida mato taranglik ostida konsentrlangan ishqor (yoki suyuq ammiak) bilan ishlanadi. Tola shishadi, kesimi yumaloqlashadi, lumen qisqaradi va

burmalar tekislanadi. Natijada tola yorug‘likni bir yo‘nalishda qaytaruvchi silindrga yaqinlashadi, bo‘yoqni o‘zlashtirish va mustahkamlik ham yaxshilanadi. Muhim shart – ishlov davomida tarangliknii saqlash, aks holda tola kirishib, jilodorlik samarasi kamayadi.

Ishqorli merserizatsiya odatda taxminan 20–28 % li natriy gidroksid eritmasida, past haroratda (taxminan 15–20 °C atrofida) va qisqa vaqt davomida bajariladi. Shishish bilan birga sellyuloza kristall panjarasi sellyuloza I shaklidan sellyuloza II shakliga o‘tadi, bu o‘zgarish qaytmas bo‘lgani uchun natijaning chidamliligini ta’minlaydi. Ishlovdan oldin matoning tukini kuydirish (gazlash) tolaning optik tiniqligini yanada oshirishi qayd etiladi.

Suyuq ammiak bilan ishlov sellyuloza I → sellyuloza III o‘tishiga olib keladi. Adabiyotlarda keltirilishicha, ammiakli ishlov odatda yumshoq qo‘l bilan sezish va g‘ijimlanishga chidamlilikni yaxshilaydi, jilodorlik bo‘yicha esa ishqorli merserizatsiyadan ancha farq qilishi mumkin. Shuning uchun maqsad jilodorlik bo‘lsa, ishqorli merserizatsiya taranglik ostida bajarilishi ustuvor hisoblanadi.

Fermentativ ishlov (biopolishing) sellyuloza fermentlari yordamida tola yuzasidagi chiqib turgan mikrotolachalarni gidrolizlashga asoslangan. Mikrotolachalar yorug‘likni sochuvchi markazlar vazifasini bajargani uchun ularning olib tashlanishi sirtni tiniqlashtiradi, tukdorlik va pilling moyilligini kamaytiradi. Shu bilan birga ortiqcha ishlov vazn va mustahkamlik yo‘qotilishiga olib kelishi mumkinligi sababli pH, harorat, vaqt va mexanik ta’sir qat’iy nazorat qilinishi zarur.

Sellyulozalar bir necha ferment komponentidan iborat: endoglyukanazalar sellyuloza zanjirini amorf sohalarda uzadi, sellobiogidrolazalar zanjir uchlaridan sellobioza ajratadi, β-glyukozidazalar esa sellobiozani glyukozagacha parchalaydi. Tola yuzasidagi mikrotolachalar mayda va amorf bo‘lgani uchun ferment ta’siri aynan shu zonalarda boshlanadi, ya’ni jarayon nisbatan selektivdir.

Kislotali sellyulozalar odatda taxminan pH 4,5–5,5 va 45–55 °C, neytral sellyulozalar esa pH 6–7 va 50–60 °C oralig‘ida ishlatiladi. Fermentlar tolachalarni faqat bo‘shatadi; ularni mato yuzasidan uzib tashlash uchun mexanik ta’sir (aylanuvchi baraban, jet apparati) zarur. Jarayon ferment faolligini to‘xtatish (haroratni oshirish yoki pH ni ishqoriy tomonga siljitish) bilan yakunlanadi. Vazn yo‘qotilishi odatda bir necha foizdan oshmasligi kerak,

aks holda mustahkamlik pasayadi.

Adabiyotlarda merserizatsiyalangan sellyuloza fermentlar ta’siriga yuqoriroq kirishuvchanlikka ega ekanligi qayd etiladi; bu ferment dozasi va vaqtini kamaytirish imkonini beradi, lekin ortiqcha ishlov xavfini ham oshiradi.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, ikki usul jilodorlikning turli tarkibiy qismlariga ta’sir qiladi: merserizatsiya – tola geometriyasiga, ferment – sirt mikrotuzilmasiga. Shu bois “merserizatsiya → fermentativ polishing” ketma-ketligi alohida usullarga nisbatan yuqori va chidamli samara berishi ilmiy jihatdan asoslanadi. Jilodorlikni baholash ISO 2813 va ASTM D523 standartlariga muvofiq, 60° burchakda, tola yo‘nalishi bo‘ylab va ko‘ndalangiga bajarilishi tavsiya etiladi.

Paxta tolasi sellyulozadan iborat bo‘lib, tabiiy holatda tolaning ko‘ndalang kesimi buyraksimon, markazida esa lumen mavjud. Tola o‘q bo‘ylab buralgan (konvolutsiyalar) bo‘lgani uchun uning yuzasi har xil yo‘nalishdagi mayda tekisliklardan iborat va tushayotgan yorug‘lik asosan sochiladi. Bundan tashqari, tola sirtida mum-pektin qatlami va chiqib turuvchi mikrotolachalar mavjud bo‘lib, ular yorug‘likni qo‘shimcha sochadi. Shuning uchun tabiiy paxta matosi yumshoq, xira (matt) ko‘rinishga ega bo‘ladi, sirt tekis bo‘lgan va tolalar bir yo‘nalishga joylashgan ipak matolardan farqli o‘laroq.

Merserizatsiya – matoni konsentrlangan NaOH eritmasi (odatda 20–25 % atrofida) bilan ishlash va taranglikni saqlagan holda yuvish jarayoni. Ishqor ta’sirida tola kuchli shishadi, sellyuloza kristall panjarasi I turdan II turga o‘tadi, kristallik darajasi kamayadi, kesim yumaloqlashadi va burmalar tekislanadi. Jilodorlikka ta’sir qiluvchi asosiy parametrlar quyidagilar:

– ishqor konsentratsiyasi – shishish uchun yetarli darajada bo‘lishi kerak; juda past konsentratsiyada ta’sir to‘liq bo‘lmaydi;

– harorat – past harorat (sovuq merserizatsiya) shishishni kuchaytiradi va yaxshiroq natija beradi;

– ta’sir vaqti – ishqorning tola ichiga to‘liq kirishi uchun qisqa, ammo yetarli davomiylikda;

– taranglik – shishgan tola yuvish davomida kirishmasligi uchun uzunlik va enida

ushlab turiladi; taranglik yetarli bo‘lmasa, jilodorlik samarasi keskin pasayadi.

Merserizatsiyaning muqobil usuli – suyuq ammiak (taxminan −33 °C) bilan ishlov bo‘lib, bunda tola kristall tuzilmasi III turga o‘tadi, tola ichki tuzilishi shikastlanmasdan mato yumshoq va yuqori sifatli yaltiroqlik oladi. Ammiak yopiq siklda qayta tiklanishi mumkin, biroq uskunaga va xavfsizlikka talablar yuqori.

Sellyuloza fermentlari kompleksi uch asosiy komponentdan iborat: endoglyukanazalar (sellyuloza zanjirini ichki qismlarida uzadi), sellobiogidrolazalar (zanjir uchlaridan sellobiozani ajratadi) va β-glyukozidazalar (sellobiozani glyukozagacha parchalaydi). Mikrotolachalar ingichka va mexanik jihatdan zaif bo‘lgani uchun ferment ta’sirida birinchi bo‘lib parchalanadi, ular uzilib, matodan ajraladi. Ish rejimi odatda kislotali (pH taxminan 4,5–5,5) yoki neytral (pH taxminan 6–8) sellyulozalar bilan, 45–60 °C oralig‘ida, mexanik aralashtirish (aylanuvchi barabanda) sharoitida olib boriladi. Jarayon ferment faolsizlantirilishi (pH ni oshirish yoki haroratni ko‘tarish) bilan yakunlanadi, aks holda ferment tolani parchalashda davom etib, mustahkamlikni kamaytiradi.

Fermentativ ishlovning jilodorlikka ta’siri bevosita emas: sirtdagi sochuvchi mikrotolachalar yo‘qolgach, yorug‘lik tolaning o‘zidan qaytadi va sirt tiniq ko‘rinadi. Bundan tashqari, pilling hosil bo‘lish tendensiyasi pasayadi, bu esa matoning sirt sifatining uzoq muddat saqlanishini ta’minlaydi.

Merserizatsiya va fermentativ ishlovning ketma-ketligi natijaga sezilarli ta’sir qiladi. Merserizatsiyalangan paxtada amorf sohalar ulushi oshgani va tola ichki tuzilmasi ochilganligi sababli ferment tolaga oson kiradi, ya’ni ferment uchun “mavjudlik” (accessibility) yaxshilanadi. Shu bois “merserizatsiya → fermentativ polishing” ketma-ketligi ferment sarfini kamaytirish yoki ishlov vaqtini qisqartirish imkonini beradi. Teskari tartibda (avval ferment, so‘ng merserizatsiya) esa ferment ta’sirida mikrotolachalar olib tashlanishi merserizatsiya natijasida tola shishishi bilan yangi mikrotolachalar hosil bo‘lishi xavfini oshiradi. Ushbu farazning amaliy tasdig‘i tajriba yo‘li bilan o‘rganilishi lozim, ammo nazariy jihatdan tavsiya etilgan sxema tolaning ikki xil omiliga – geometriya va sirt mikrotuzilmasiga – ketma-ket ta’sir qiladi.

Ishlov samarasini baholash uchun glossmetr bilan 60° burchakda o‘lchash qo‘llanadi;

mato anizotrop bo‘lgani sababli o‘lchash tola yo‘nalishi bo‘ylab va ko‘ndalangiga bajariladi, kamida 5 ta takroriy o‘lchov o‘rtacha qiymati olinadi. Bundan tashqari, ishlovning mexanik xossalarga ta’siri (uzilishdagi yuk, kirishish), pilling darajasi (ISO 12945-2) va yuvishdan keyingi jilodorlikning o‘zgarishi (masalan, 5 va 10 marta yuvishdan so‘ng) nazorat qilinadi. Shu tarzda jilodorlikning oshishi mato sifatining boshqa ko‘rsatkichlari hisobiga erishilmaganligi tekshiriladi.

Merserizatsiya ishqorni regeneratsiya (bug‘latib qayta konsentratsiyalash) orqali tejash imkonini beradi, yuvish suvlari esa neytrallanishi kerak. Fermentativ ishlov past haroratda kechgani uchun energiya sarfini kamaytiradi va chiqindi suvlar organik yuklamasi sezilarli darajada past bo‘ladi. Ikki texnologiyani qo‘llash natijasida jilodorlik formaldegid saqlovchi smolalarsiz yuvishga chidamli bo‘lishi mumkin, bu esa mahsulotning ekologik sertifikatlashtirish (masalan, OEKO-TEX) talablariga mosligini oshiradi.

Amaliy muammolar sifatida quyidagilarni ajratish mumkin: ferment ishlovining ortiqcha davomiyligida mustahkamlik yo‘qotilishi; merserizatsiya taranglik bir xil bo‘lmaganda mato eni bo‘ylab jilodorlikning notekisligi; xomashyo (paxta navi, ip egirish usuli) farqlari natijasida texnologik rejimlarni har safar qayta sozlash zarurati. Kelgusi tadqiqotlar yo‘nalishlari: ishlov jarayonini onlayn nazorat qilish (pH, harorat, ferment faolligi), ferment kokteyllarini mato turi uchun optimallashtirish va jilodorlikni mashinali ko‘rish asosida avtomatik baholash tizimlarini joriy etish.

Ishlov ketma-ketliklarining qiyosiy tahlili

Variant	Ketma-ketlik	Asosiy mexanizm	Asosiy xavf
A	Faqat merserizatsiya	Tola kesimi yumaloqlashadi, burmalar tekislanadi	Mikrotolachalar sirtda qoladi
B	Faqat ferment	Mikrotolachalar olib tashlanadi	Tola geometriyasi o‘zgarmaydi; vazn yo‘qotilishi
C	Merserizatsiya → ferment	Avval tola shakli, so‘ng sirt mikrotuzilmasi tozalanadi	Ferment dozasini nazorat qilish zarur
D	Ferment → merserizatsiya	Tolachalar oldin olib tashlanadi, keyin tola shishadi	Yuza qatlam zaiflashgan holda ishqor ta’siri

Nazariy tahlil C variantini afzal ko‘rishga imkon beradi: ishqor ta’sirida tola shishib, tolachalar tolaga yopishadi, so‘ngra ferment ularni yagona yuzadan tekis olib tashlaydi. D variantida esa oldindan zaiflashgan tola ishqorning kuchli shishirish ta’siriga duchor bo‘ladi,

bu mustahkamlik yo‘qolishi xavfini oshiradi. Bu xulosa tajriba yo‘li bilan tasdiqlanishi lozim.

Baholash ko‘rsatkichlari

– jilodorlik (60°, GU) – tola yo‘nalishi bo‘ylab va ko‘ndalangiga;

– sirt tuzilmasi – SEM tasvirlari orqali mikrotolachalar soni va tola kesimi;

– uzilishdagi yuk, uzayish va mato qattiqligi;

– pilling (ISO 12945-2) va tukdorlik;

– besh va undan ortiq yuvishdan keyin jilodorlikning saqlanishi.

Merserizatsiyada sarflangan ishqor eritmasini regeneratsiya qilish (konsentrlash va qayta ishlatish) kimyoviy sarfni va oqava suv yukini sezilarli kamaytiradi. Fermentlar biologik parchalanadi va yumshoq sharoitda ishlaydi, bu energiya sarfini kamaytiradi. Ikki ishlovni birlashtirish natijasida formaldegid saqlovchi smolalar va jilolovchi qo‘shimchalarga ehtiyoj kamayadi. Asosiy cheklov – ishqor bilan ishlash xavfsizligi va ferment jarayonini barqaror boshqarish zarurati.

Paxta matolari jilodorligini oshirishda merserizatsiya va fermentativ ishlovni ketma-ket qo‘llash tolaning geometrik va sirt xossalariga bir vaqtda ta’sir qiladi, formaldegid saqlovchi smolalardan voz kechish imkonini beradi va ekologik jihatdan afzal. Taklif etilgan yondashuv sanoatda mahsulot qo‘shilgan qiymatini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega; optimal parametrlar tajriba yo‘li bilan aniqlanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hsieh Y.-L. Chemical structure and properties of cotton. In: Cotton: Science and Technology. Woodhead Publishing, 2007.

2. Araújo R., Casal M., Cavaco-Paulo A. Application of enzymes for textile fibres processing. Biocatalysis and Biotransformation, 2008, 26(5), 332–349.

3. Cavaco-Paulo A., Gübitz G.M. (eds.) Textile Processing with Enzymes. Woodhead Publishing, 2003.

4. Lewin M. (ed.) Handbook of Fiber Chemistry. 3rd ed. CRC Press, 2007.

5. Schindler W.D., Hauser P.J. Chemical Finishing of Textiles. Woodhead Publishing, 2004.

6. ASTM D523-14. Standard Test Method for Specular Gloss.

7. ISO 12945-2. Textiles — Determination of fabric propensity to surface fuzzing and to pilling — Part 2: Modified Martindale method.

8. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li - Tarvuz yetishtirishning bugungi holati va urug‘ tayyorlash sirlari. “Yangi O‘zbekistonda barqaror rivojlanish uchun ilm-fan va innovatsiyalar” mavzusidagi respublika ilmiy konferensiyasi. №1 2026-yil Avgust. 109-112 betlar.

9. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li, Abzoirov Elbek Akram o‘g‘li - Geyzerlardan foydalanib elektr energiyasi olishning atrof-muhitga ta’siri. Vol. 4 No. 39 (2025): Научный Импульс.

10. Abdulazizov Bozorqul Boboqulovich, Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li - Elektr energiyasi isroflarining kamaytirish muammolari. Vol. 3 No. 28 (2024): Научный Импульс.

11. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li, To‘rayeva Gulyuz Xushboqovna - Robototexnika–kelajak texnologiyalari sohasi Journal integrated education and research ISSN 2181-3558. 2022

12. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li – “Shaffof quyosh panellari” - “Energiya va resurs tejamkor innovatsion texnologiyalarni rivojlantirishning dolzarb muammolari” respublika ilmiy-amaliy anjumani, Qarshi 2022.

13. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li – Atom batareyalari – kelajak batareyalari Journal integrated education and research ISSN 2181-3558 Volume 1, Issue 4. September 2022.

14. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li, To‘rayeva Gulyuz Xushboqovna “Pedagogik ijodkorlik modulida kreativ yondashuv asosida o‘qitish masalalari” International Journal of Science and Technology ISSN 3030-3443 Volume 1, Issue 06, February. 2024.