

<https://iau-jaesa.uz/article/jkhhb11n59lwg/>
<https://doi.org/10.5281/zenodo.21360413>

UDK 630.114.351

MEXANIZATSIYALASHGAN USULDA EKISH UCHUN U-SHAKLLI PARABOLIK SIRTLI ISHCHI ORGANNI EKSPERIMENTAL ASOSLASH

Mirzaxodjayeov Sherzodxuja Shoxruxovich

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori(PhD)

Toshkent davlat agrar universiteti dotsenti

Email: sherzodxuja.mirzaxodjayeov@mail.ru

Tel: +998 94 476 47 51

<https://orcid.org/0000-0001-8593-145>

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda qalamchalarni mexanizatsiyalashgan usulda ekish uchun U-shaklli parabolik model asosida ifodalanib, tuproq–ishchi organ o'zaro ta'sirini tavsiflovchi noliney dinamik tenglama ishlab chiqildi. Kanal devori qiyaligi va tuproqning ichki ishqalanish burchagi o'rtasidagi bog'lanish asosida tuproqning kanalga qayta to'kilish sharti analitik ravishda aniqlandi. Qalamchanning zichlashgacha bo'lgan masofada vertikal barqarorligini ta'minlovchi minimal tayanch tuproq hajmi sharti asoslandi. Dala sharoitida o'tkazilgan tajribalar natijasida kanal geometriyasining barqaror shakllanishi, tuproqning nazoratli qayta to'kilishi va qalamchalarning $3-5^\circ$ dan oshmagan vertikal og'ishi tasdiqlandi. Parabola koeffitsienti a , kanal yarim kengligi $X_{\max}$ va harakat tezligi v uchun maqbul qiymatlar sohasi aniqlanib, taklif etilgan konstruksiyaning amaliy samaradorligi isbotlandi.

Keywords. qalamcha ekish; U-shaklli parabolik ishchi organ; kanal geometriyasi; qayta to'kilish sharti; vertikal barqarorlik; geometrik optimallashtirish; mexanizatsiyalashgan ekish.

Аннотация. В данном исследовании для механизированной посадки черенков было разработано нелинейное динамическое уравнение, описывающее взаимодействие почвы с рабочим органом и основанное на U-образной параболической модели. На основе зависимости между углом наклона стенки канала и углом внутреннего трения грунта аналитически определено условие обратного осыпания грунта в канал. Обосновано условие минимального объема опорного грунта, обеспечивающего вертикальную устойчивость черенка на расстоянии до уплотнения. В результате полевых экспериментов подтвердилось устойчивое формирование геометрии канала, контролируемое обратное осыпание почвы и вертикальное отклонение черенков, не превышающее $3-5^\circ$. Определена область оптимальных значений для коэффициента параболы a , полуширины канала $X_{\max}$ и скорости движения v , что доказывает практическую эффективность предложенной конструкции.

Ключевые слова: посадка черенков; U-образный параболический рабочий орган; геометрия канала; условие пересыпания; вертикальная устойчивость; геометрическая оптимизация; механизированная посадка.



Abstract. In this study, a nonlinear dynamic equation was developed for mechanized planting of cuttings, describing the interaction between the soil and the working element and based on a U-shaped parabolic model. Based on the relationship between the slope angle of the canal wall and the internal friction angle of the soil, the condition for soil backflow into the canal was analytically determined. The condition for the minimum volume of supporting soil, which ensures the vertical stability of the cuttings at the distance to compaction, has been substantiated. As a result of field experiments, it was confirmed that the formation of the canal geometry is stable, soil backsliding is controlled, and the vertical deviation of the cuttings does not exceed 3–5°. The optimal range of values for the parabola coefficient a , the channel half-width X_{max} , and the travel speed v has been determined, proving the practical effectiveness of the proposed design.

Keywords: planting cuttings; U-shaped parabolic working element; channel geometry; overflow condition; vertical stability; geometric optimization; mechanized planting.

KIRISH

Qalamchalar bilan ko‘paytirish bog‘dorchilik va o‘rmon xo‘jaligida nav xususiyatlarini saqlab qolish hamda o‘simlik materialining bir xilligini ta‘minlash uchun keng qo‘llaniladigan samarali vegetativ usuldir [1, 2, 11]. Qalamchalarning yashovchanligi barqaror ekish chuqurligiga, vertikal bo‘yicha aniq joylashishiga va tuproq bilan ishonchli kesish kontaktiga bog‘liq [2, 6, 12]. O‘zan geometriyasining buzilishi yoki tuproqning notekis to‘ldirilishi kesishning og‘ishiga va o‘rnatish samaradorligining pasayishiga olib kelishi mumkin.

Mavjud ekish agregatlarining aksariyati asosan urug‘ yoki ko‘chat uchun mo‘ljallangan bo‘lib, vertikal kesish uchun zarur bo‘lgan tor va barqaror kanal hosil qilish texnologik talablarini to‘liq qanoatlantirmaydi [3, 9, 13]. Odatdagi yassi yoki ponasimon ishchi organlar ko‘pincha tuproqning haddan tashqari buzilishiga va kanal devorlarining notekis bo‘lishiga olib keladi [4, 7, 14].

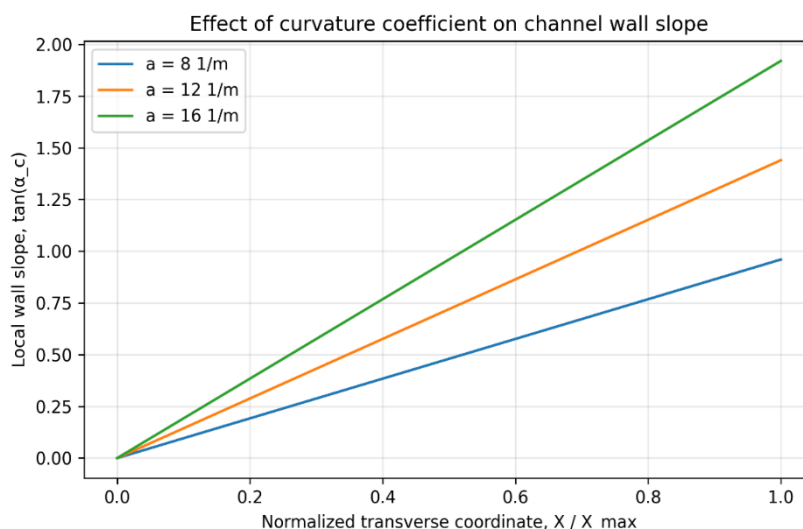
Tuproq va asbobning o‘zaro ta‘siri bo‘yicha o‘tkazilgan avvalgi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, asbob geometriyasi tuproqning qarshiligiga, deformatsiya mexanizmlariga va tuproqning yemirilish qonuniyatlariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi [3, 5, 8, 15]. Biroq, U-simon parabolik ishchi yuzaning o‘zan turg‘unligiga ta‘siri va mexanizatsiyalashtirilgan kesma ekish paytida tuproqning boshqariladigan to‘ldirilishi yetarli darajada tahlil qilinmagan. Xususan, kanal devorining qiyaligini gruntning ichki ishqalanish burchagi bilan bog‘laydigan analitik shart aniq ifodalanmagan.

Tadqiqotning maqsadi mexanizatsiyalashtirilgan ko‘chat ekish uchun U-simon parabolik yuzali ishchi organi nazariy va eksperimental asoslashdan iborat. O‘zan ko‘ndalang kesimining parabolik geometrik modeli ishlab chiqilgan, grunt-asbob o‘zaro ta‘sirini tavsiflovchi nochiqliq dinamik tenglama keltirib chiqarilgan va gruntni qayta to‘ldirishning analitik sharti qo‘yilgan. Shuningdek, shlamlarni zichlashdan oldin vertikal turg‘unligini ta‘minlovchi geometrik va mexanik talablar shakllantirilgan va tajribada tasdiqlangan.



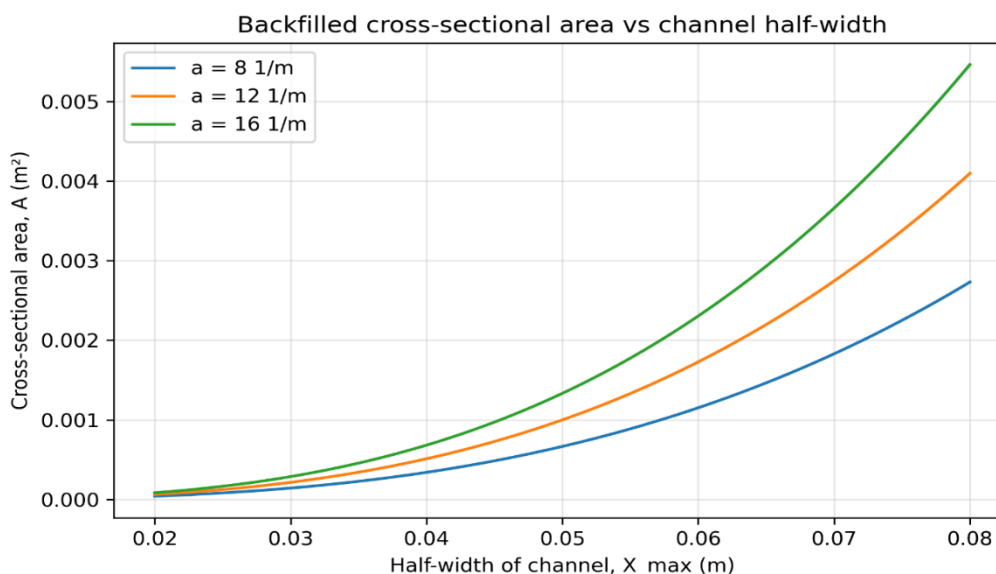
MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotning maqsadi - U-shaklli parabolik sirtli ishchi organ parametrlarini nazariy asoslash, tuproqning qayta to'kilish mexanizmini tahlil qilish va qalamchanning vertikal barqarorligini ta'minlovchi geometrik hamda mexanik shartlarni aniqlashdan iborat.



1-rasm. Egrilik koeffitsiyenti a ning o'zan devori nishabligiga ta'siri.

Parabolik egrilik koeffitsiyenti a ning turli qiymatlarida mahalliy devor nishabligi $\tan\alpha_c = 2aX$ ning normallashtirilgan ko'ndalang koordinata X/X_{max} bo'yicha o'zgarishi. a ning ortishi o'zan devorining tikroq bo'lishiga va tuproqni qayta to'ldirish sharti $\tan\alpha_c > \tan\varphi$ ning ertaroq bajarilishiga olib keladi.



2-rasm. U-simon parabolik ishchi organning konstruktiv-geometrik sxemasi: 1 - lemex; 2 - U-simon parabolik ag'dargich; 3 - tutqich; 4 - yo'naltiruvchi naycha; 5 - kesuvchi kiritish elementi.



Ishchi yuzaning X-Z tekislikdagi ko'ndalang profili $Z=aX^2$ parabolik tenglama bilan tavsiflanadi, bu yerda X - o'zan o'q chizig'idan o'lchangan gorizontol koordinata, X_{max} - o'zan yarim kengligi, R (X) - mahalliy egrilik radiusi. Qabul qilingan geometriya tuproqning boshqariladigan siljishini va vertikal kesish uchun barqaror tor kanal hosil bo'lishini ta'minlaydi.

Qalamcha tushirilgandan keyin kanalga tuproqning qayta to'kilishi va vertikal barqarorlik sharti. Kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparatida kanal U-shaklli parabolik kesimga ega deb qabul qilinadi. Kanal profili kanal kengligi bo'ylab (1) tenglama bilan ifodalanadi.

Kanal devorining mahalliy qiyaligi hosila orqali aniqlanadi:

$$\frac{dZ}{dX} = 2aX, \quad (1)$$

Kanal devori burchagi:

$$\tan \alpha_c = 2aX. \quad (2)$$

Maksimal qiyalik kanal yarim kengligi $X=X_{max}$ da:

$$\tan \alpha_{c,max} = 2aX_{max}. \quad (3)$$

Kanal devoridagi tuproq elementiga og'irlik kuchi $G=mg$, normal reaksiya N, ishqalanish kuchi $F_f=N\tan\varphi$ ta'sir qiladi.

Siljish sharti:

$$mgsin\alpha_c > mgcos\alpha_c \tan\varphi. \quad (4)$$

Qisqartirib:

$$\tan\alpha_c > \tan\varphi \quad (5)$$

yoki

$$\alpha_c > \varphi. \quad (6)$$

bu yerda φ - tuproqning ichki ishqalanish burchagi.

(5) ni (4) ga qo'ysak:

$$2aX_{max} > \tan\varphi \quad (7)$$

Demak, kanal devori ichki ishqalanish burchagidan tik bo'lsa, tuproq kanal ichiga qayta tushadi.

Kanal kesimi parabolik bo'lgani uchun uning maydoni:

$$A = \int_{-X_{max}}^{X_{max}} aX^2 dX, \quad (8)$$

$$A = \frac{2aX_{max}^3}{3}. \quad (9)$$

Kanal uzunligi bo'yicha:

$$V_{ch} = A \cdot L. \quad (10)$$

Qayta to'kilgan qism:

$$V_r = \eta V_{ch}, \quad (11)$$

Qalamcha zichlash g'ildiragigacha bo'lgan masofada vertikal holatda turishi uchun minimal tayanch hajm talab etiladi:

$$V_r \geq V_{min} \quad (12)$$

yoki

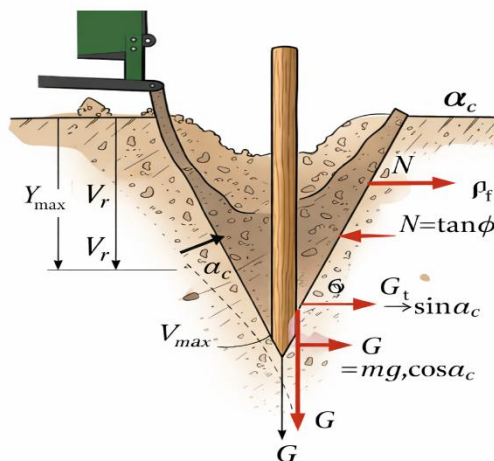


$$\eta V_{ch} \geq V_{min} \quad (13)$$

Soddalashtirilgan holda:

$$V_{min} \approx b_s h_s l_s \quad (14)$$

bu yerda b_s - tayanch qalinligi, h_s - tayanch balandligi, $l_s \leq l_g$ - barqarorlik zonasi



3-rasm. U-shaklli parabola sirtli kanal kesimida tuproqning qayta to'kilishi va qalamchanning vertikal barqarorligini ta'minlash sxemasi: α_c - kanal devorining qiyalik burchagi; ϕ - tuproqning ichki ishqalanish burchagi; $G=mg$ - tuproq bo'lagining og'irlik kuchi; $G_t=mgsin\alpha_c$ - qiyalik bo'yicha harakatlantiruvchi proeksiya; $N=mgcos\alpha_c$ - normal reaksiya; $F_f=Ntan\phi$ - ishqalanish kuchi; V_r - kanalga qayta to'kilgan tuproq hajmi; X_{max} - kanal yarim kengligi;

1-jadvalda kanalga qayta to'kilish shartini belgilaydigan asosiy parametrlar keltirilgan.

1-jadval.

Tuproqning qayta to'kilishini belgilovchi asosiy parametrlar va shartlar

Parametr	Fizik ma'nosi	Asosiy shart
α, X_{max}, ϕ	kanal devori qiyaligi	$2\alpha X_{max} > \tan\phi$ (ya'ni $\alpha_c > \phi$)
η, V_{ch}, V_{min}	qayta to'kilish hajmi	$\eta V_{ch} \geq V_{min}$
l_g	zichlashgacha masofa	$l_g = 0.45 - 0.5 \text{ m}$

Shunday qilib, U-shaklli parabola sirtli okuchnikda kanal devorining qiyaligi α_c tuproqning ichki ishqalanish burchagi ϕ dan katta bo'lganda ($\alpha_c > \phi$) kanal devorlari barqarorligini yo'qotib, tuproq massasining ma'lum qismi kanal ichiga qayta to'kiladi. Qalamchanning zichlash g'ildiragigacha bo'lgan masofada ($l_g \approx 0,5 \text{ m}$) vertikal holatda saqlanishi uchun qayta to'kilgan tuproq hajmi $V_r = \eta V_{ch}$ minimal talabdan kam bo'lmasligi, ya'ni $\eta V_{ch} \geq V_{min}$ sharti bajarilishi zarur.

Eksperiment o'tkazish sharoiti. Taklif etilgan U-shaklli parabolik sirtli ishchi organning ish samaradorligini baholash maqsadida dala sharoitida tajribalar o'tkazildi.



Tajriba o'tkazilgan maydon oldindan agrotexnik talablarga muvofiq tayyorlangan bo'lib, tuproq mexanik tarkibi bo'yicha o'rtacha qumoq (srednesuglinistaya) turga mansub. Eksperiment davrida tuproq namligi – 14–17 %, tuproq zichligi – 1,32–1,38 g/sm³, dala yuzasi tekislangan holatda edi.

Kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparati traktorga agregatlangan holda ishlatildi (4-rasm). Bir o'tishda kanal ochish, qalamchani tushirish va tuproqni qayta qoplash jarayonlari amalga oshirildi.



4-rasm. Dala sharoitida qalamchalar ekilib, hosil qilingan kanal va qatorlar barqarorligining umumiy ko'rinishi.

Eksperimentlarda qo'llanilgan qalamcha ekish agregatining sinov-tajriba namunasi 5, 6-rasmlarda keltirilgan.



5-rasm. Kombinatsiyalangan qalamcha ekish apparatining traktorga agregatlangan holati.





6-rasm. Ishchi organning yon ko‘rinishi va qoplash-zichlash tizimi.

2-jadval.

Eksperiment o‘tkazishda qabul qilingan ish parametrlari

Ko‘rsatkich	Belgisi	Qiymat
Harakat tezligi	v	1,2–1,6 m/s
Ish chuqurligi	h	0,18–0,22 m
Kanal yarim kengligi	$X_{\max}$	0,05–0,07 m
Parabola koeffitsienti	a	10–16 1/m
Zichlashgacha masofa	l_g	0,5 m

Ishchi organ samaradorligi quyidagi ko‘rsatkichlar asosida baholandi:

1. Kanal geometriyasining barqarorligi;
2. Qalamchaning vertikal og‘ish burchagi;
3. Kanalga tuproqning qayta to‘kilish sifati;
4. Tuproq buzilish intensivligi.

Kanal profili o‘lchash shablonlari yordamida tekshirildi. Qalamcha og‘ishi maxsus o‘lchash asbobi orqali aniqlandi.

Eksperiment natijalarining ishonchliligini baholash maqsadida har bir ish rejimi uchun $n=3-5$ marta takroriy tajriba o‘tkazildi. Har bir ko‘rsatkich bo‘yicha (kanal geometriyasi barqarorligi, qalamchaning og‘ish burchagi θ , qayta to‘kilish sifati va h.k.) o‘rtacha qiymat, standart og‘ish va 95% ishonchlilik intervali hisoblandi.

Shu yo‘l bilan eksperiment ma’lumotlarining takrorlanuvchanligi va parametrlar ta’sirining ahamiyatliligi ishonchli ravishda asoslandi.

NATIJALAR

Nazariy va eksperimental natijalari o‘zaro taqqoslandi va tahlil qilindi. Tajriba natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

- a) parabolik sirt kanalning barqaror shakllanishini ta’minladi;
- b) Kanal devori qiyaligi ichki ishqalanish burchagidan katta bo‘lgan holatlarda tuproqning tabiiy qayta to‘kilishi kuzatildi;



s) Qalamchalarning vertikal og'ishi 3–5° dan oshmadi va agroteknik talablarga javob berdi;

d) Tuproqning ortiqcha sochilishi kuzatilmadi.

An'anaviy ponasimon ishchi organlar bilan taqqoslaganda, taklif etilgan konstruksiya kanal simmetriyasini yaxshiladi, qayta to'kilish jarayonini bixillashtirdi, qalamcha atrofida tuproq bilan zich kontakt hosil qildi.

Muhokama. Eksperiment natijalari nazariy modelda olingan shartni tasdiqladi: $2aX_{\max} > \tan\varphi$.

Berilgan parametrlarda ushbu shart bajarildi va kanal devorlari orqali tuproqning nazoratli qayta to'kilishi ta'minlandi.

Zichlash g'ildiragigacha bo'lgan masofa (l_g h 0,5 m) qalamchaning vertikal barqaror holatini saqlash uchun yetarli ekanligi aniqlandi.

Optimallashtirishning maqsadi - yuqoridagi cheklovlar bajarilgan holda kanal barqarorligini va qayta to'kilishni ta'minlash, shu bilan birga ortiqcha tuproq buzilishi va siljishini minimallashtirishdan iborat.

Eksperimentda sinovdan o'tkazilgan parametrlar diapazoni: $v=1.2-1.6$ m/s, $X_{\max}=0.05-0.07$ m, $a=10-16$ m⁻¹.

Shu diapazonlarda (1)–(2) shartlar va texnologik ko'rsatkichlar yig'indisiga tayanilgan holda maqbul soha quyidagicha tavsiya etiladi:

- **egrilik koeffitsienti:** $a = 12-14$ m⁻¹ - kanal devorini yetarlicha tik qilib, qayta to'kilishni barqaror ta'minlaydi; aaa ortishi esa ortiqcha siljishni kuchaytirishi mumkin.
- **kanal yarim kengligi:** $X_{\max} = 0.06 \pm 0.01$ m - kanal tor va simmetrik shakllanishi hamda qalamchaning vertikal joylashishi uchun qulay.
- **harakat tezligi:** $v = 1.3-1.5$ m/s - tezlik pasayganda texnologik unumdorlik kamayadi, ortib ketganda esa tuproq buzilishi va siljish intensivligi oshishi ehtimoli mavjud; shuning uchun o'rta diapazon maqbul hisoblanadi.

Shunday qilib, a , $X_{\max}$ va v parametrlarini ko'rsatilgan maqbul sohada tanlash kanal geometriyasining barqaror shakllanishini, tuproqning nazoratli qayta to'kilishini hamda qalamchaning zichlashgacha bo'lgan masofada vertikal barqarorligini ta'minlaydi.

Ushbu tadqiqotda U-shaklli parabolik kanal kesimida tuproqning nazoratli qayta to'kilish sharti $2aX_{\max} > \tan\varphi$ analitik ravishda asoslandi va kanal devori qiyaligi hamda tuproqning ichki ishqalanish burchagi o'rtasidagi funksional bog'lanish ifodalandi. Parabolik ishchi sirt bo'ylab tuproq zarrachalari harakatini tavsiflovchi noliney dinamik "tuproq–ishchi organ" modeli ishlab chiqilib, jarayonning asosiy parametrlari o'lchamsiz ko'rinishda ifodalandi. Qalamchaning zichlash g'ildiragigacha bo'lgan masofada vertikal holatda saqlanishini ta'minlovchi minimal tayanch tuproq hajmi sharti nazariy jihatdan aniqlandi va uning geometrik parametrlar bilan bog'lanishi ko'rsatildi. Shuningdek, parabola koeffitsienti aaa va kanal yarim kengligi $X_{\max}$ ni maqbul tanlash asosida kanal barqarorligi, tuproqning nazoratli qayta to'kilishini hamda qalamchaning vertikal barqarorligini ta'minlovchi geometrik optimallashtirish yondashuvi taklif etildi.

Dala sharoitida o'tkazilgan tajribalar U-shaklli parabola sirtli ishchi organ:



Eksperiment natijalari kanalning barqaror va simmetrik shakllanishini tasdiqladi; qalamchalarning vertikal og‘ishi 3–5° dan oshmadi va tuproqning nazoratli qayta to‘kilishi ta’minlandi.

Parametrlarni optimallashtirish natijasida egrilik koeffitsienti $a=12-14 \text{ m}^{-1}$, kanal yarim kengligi $X_{\max}=0.06\pm0.01 \text{ m}$ va harakat tezligi $v=1.3-1.5 \text{ m/s}$ diapazonida eng barqaror texnologik rejim aniqlandi.

Taklif etilgan konstruksiya an’anaviy ishchi organlarga nisbatan kanal barqarorligini oshirishi, tuproq buzilishini kamaytirishi va qalamcha ekish sifati yaxshilanishini ta’minlashi eksperimental ravishda tasdiqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Grisso R.D., Kocher M.F., Vaughan D.H. Agricultural machinery management. ASABE, St. Joseph, MI, USA, 2014.
2. Kepner R.A., Bainer R., Barger E.L. Principles of farm machinery. 3rd ed., AVI Publishing Company, Westport, USA, 2005.
3. Gill W.R., Vanden Berg G.E. Soil dynamics in tillage and traction. USDA Agricultural Handbook No. 316, Washington, DC, 1968.
4. Godwin R.J. A review of the effect of implement geometry on soil failure and soil–tool interaction. *Soil and Tillage Research*, 97(2), 331–340, 2007.
5. McKyes E. Soil cutting and tillage. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1985.
6. Upadhyaya S.K., Rosa U.A. Precision agriculture technologies for crop production. CRC Press, Boca Raton, 2008.
7. Ranjbarian S., Askari M., Jannatkah J. Performance evaluation of different furrow openers in soil bin conditions. *Soil and Tillage Research*, 110(2), 158–166, 2010.
8. Koolen A.J., Kuipers H. Agricultural soil mechanics. Springer, Berlin, 1983.
9. Onal I. Design of agricultural machines. Ege University Publications, Izmir, 2011.
10. Soehne W. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. *Agricultural Engineering*, 39, 276–281, 1958.
11. Madhusudan BS, Kushwaha HL, Kumar A, Parray RA, Swain SS, Chowdhury M, Nag RH, Asha KR, Rathod SK, Kumar P, Anand R, Al-Ansari N, Dewidar AZ, Mattar MA. Critical assessment of furrow openers and operational parameters for optimum performance under conservation tillage. *Scientific Reports*. 2024;14(1):20928. doi:10.1038/s41598-024-70569-2
12. Mwit FM, Gitau AN, Mbugi DO. Effects of soil–tool interaction and mechanical pulverization of arable soils in tillage: a comprehensive review. *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*. 2023;25(3):75–94.
13. Kobets, A., Kryshtal, O., Osadchy, R. & Polianskyi, D. (2023). *Numerical simulation of soil–tool interaction for tillage implements using VOF and DEM methods*. **Soil & Tillage Research**, 236, 105589. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105589>
14. Zheng H, CFD–DEM model for simulating mechanical responses of soil to agricultural tools. preprint/under review 2025.
15. Dehghan S. Discrete element method (DEM) and soil bin evaluation of soil–tool interactions. preprint/under review 2025.



16. Mirzakhodjaev, S., Allanazarov, M., Ishmurotov, K. 2024, *BIO Web of Conferences*, 85, 01043 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248501043>
17. Mirzakhodjaev, S., Djiyanov, M., Nurmikhamedov, B., Mamasov, S. 2024, *BIO Web of Conferences*, 85, 01035 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248501035>
18. Mirzakhodjaev, S., Utaganov, K., Musurmonov, A. 2024, *BIO Web of Conferences*, 85, 01036 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248501036>
19. Khudayorov, Z., Mirzakhodjaev, S., Khalilov, R., Nurmikhamedov, B., Mamasov, S. 2023, *E3S Web of Conferences.*, 390, 01033 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339001033>
20. Khudayorov, Z., Khalilov, R., Mirzakhodjaev, S., Nurmikhamedov, B., Mamasov, S. 2023, *E3S Web of Conferences*, 376, 02013 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602013>
21. Khudayorov, Z., Khalilov, R., Gorlova, I., Mirzakhodjaev, S., Mambetsheripova, A. 2023, *E3S Web of Conferences*, 365, 04011 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336504011>
22. Mirzakhodjaev, S., Shodiev, K., Uralov, G., Badalov, S., Choriyeva, D. 2021, *E3S Web of Conferences*, 264, 04047 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404047>
23. Mamatov, F., Mirzaev, B., Mirzahodzhaev, S., Uzakov, Z., Choriyeva, D. 2021, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1030(1), 012164 DOI: 10.1088/1757-899x/1030/1/012164
24. Mirzaev, B., Mamatov, F., Ergashev, I., ...Kodirov, U., Ergashev, G. 2019, *E3S Web of Conferences*, 135, 01065 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501065>

