



Adham TURG‘UNOV,
Namangan muhandislik-qurilish instituti o‘qituvchisi
Maksud UMARALIYEV,
Namangan muhandislik-qurilish instituti o‘qituvchisi
E-mail: adxamturgunov2127@gmail.com

PhD, dotsent D.Kulmuradov taqrizi asosida

ETERMINING THE THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF SOIL USING INNOVATIVE PEDAGOGICAL METHODS

Annotation

This article explains the importance of applying physics in agriculture. It highlights the significance of teaching students studying in the field of agriculture about soil thermal conductivity and conducting laboratory sessions. The thermal conductivity coefficient of soil (k) is a crucial factor for growth processes, water retention, and plant development, and this knowledge ensures effective management in agro-technologies. The article provides a detailed description of the experimental processes and calculation methods used to determine the thermal conductivity coefficient based on the “Single Plate Method.” Laboratory works are organized using the CASSY Lab software, which makes the learning process interactive and modern. This approach increases students' interest and gives them the opportunity to study modern agro-technologies.

Key words: Thermal conductivity coefficient, agriculture, dry soil, moisture level.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Аннотация

Данная статья объясняет важность применения физики в сельском хозяйстве. Она раскрывает значение обучения студентов, обучающихся в области сельского хозяйства, теплопроводности почвы и проведения лабораторных занятий. Коэффициент теплопроводности почвы (k) является важным фактором для процессов роста, сохранения воды и развития растений, и эти знания обеспечивают эффективное управление в агротехнологиях. В статье подробно описаны экспериментальные процессы и методы расчета, используемые для определения коэффициента теплопроводности с помощью метода “Одиной пластины”. Лабораторные работы организованы с использованием программного обеспечения CASSY Lab, что делает процесс обучения интерактивным и современным. Такой подход повышает интерес студентов и дает им возможность изучать современные агротехнологии.

Ключевые слова: Коэффициент теплопроводности, сельское хозяйство, сухая почва, уровень влажности.

INNOVATION PEDAGOGIK METODLAR BILAN TUPROQNI ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Аннотация

Ushbu maqola, qishloq xo‘jaligida fizikani qo‘llashning ahamiyatini tushuntirib beradi. Qishloq xo‘jaligi yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalarga tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligini o‘rgatishning ahamiyatini va laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘tkazishni tushuntiradi. Tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (k) o‘shir jarayonlari, suvning saqlanishi, va ekinlarning rivojlanishi uchun muhim omil bo‘lib, bu bilimlar agrotexnologiyalarda samarali boshqaruvni ta‘minlashini ochib berilgan. Maqolada issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash uchun “Yakka plastinka metodi” asosida o‘tkazilgan tajriba jarayonlari va hisoblash usullari batafsil tavsiflanadi. CASSY Lab dasturiy ta‘minoti yordamida laboratoriya ishlari interaktiv va zamonaviy usulda tashkil etilgan. Ushbu yondashuv talabalarning qiziqishini oshiradi va ularga zamonaviy agrotexnologiyalarni o‘rganish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, qishloq xo‘jaligi, quruq tuproq, namlik darajasi.

Kirish. Tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligi o‘simlik ildiz tizimi harorati va uning rivojlanishiga ta‘sir qiladi. Bu urug‘larning unib chiqishi, oziq moddalarning o‘zlashtirilishi va tuproq mikroorganizmlarining faoliyatini belgilaydi. Qolaversa tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini bilish orqali ekinlarning mavsumiy o‘shir davrini samarali boshqarish mumkin.

Qishloq xo‘jaligiga ixtisoslashgan yo‘nalishda ta‘lim olayotgan talabalarga fizika kursida tuproqning issiqlik xususiyatlari haqida ma‘lumot berish, laboratoriyalar o‘tkazib olingan natijalarni tahlil qilish talabalarni tuproq sensori, agrotexnologik monitoring tizimlari va boshqa zamonaviy qurilmalar bilan ishlashga tayyorlaydi, hamda ilmiy asoslangan agrotexnologiyalarni rivojlantirish, tuproq resurslaridan oqilona foydalanish, va qishloq xo‘jaligi jarayonlarining samaradorligini oshirish uchun muhimdir

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. M. J. D. (Michael J. D.) – “Measurement of Soil Thermal Conductivity using the Transient Hot-Wire Method”larning tadqiqotlarida tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligini aniqlash uchun “issiqlik sim” metodi

ishlatilgan. Bu metodda issiqlik oqimining vaqtga qarab o‘zgarishi o‘lchanadi va shu orqali issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti hisoblanadi. D. L. Jones, S. S. Veeramohan, P. J. Davidson – “Experimental Analysis of Soil Heat Transport in Agricultural Conditions” larning izlanishlarida qishloq xo‘jaligi sharoitlarida tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligi tahlil qilingan. Ushbu ishda tuproq tarkibining o‘zgarishi (suv miqdori, namlik va tarkibi) issiqlik o‘tkazuvchanligiga ta‘siri ko‘rsatilgan. Bu ishlarda amaliy sharoitda, ayniqsa qishloq xo‘jaligi tuproqlarida issiqlik o‘tkazuvchanligi va uning o‘zgarishlari o‘rganilgan. Bizning maqolamizda tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligi faqat laboratoriya sharoitida “yakka plastinka metodi” bilan o‘lchanadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (k) moddaning issiqlikni qanchalik yaxshi o‘tkazishini o‘lchovchi fizik kattalik bo‘lib, uni aniqlash uchun bir nechta usul qo‘llaniladi. Har bir usulda ma‘lum fizik tamoyillar va o‘lchov asboblardan foydalaniladi.

1.Fourye qonuni bilan issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti aniqlash uchun tuproqdan plastinka shaklida na‘muna yasaladi, va jarayoni quyidagicha ifodalanadi:

$$q = -k \frac{\Delta T}{a} (1)$$

Bu yerda: q – issiqlik oqimi zichligi ($Watt/m^2$), k – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ($Watt/(mK)$), $\frac{\Delta T}{a}$ – harorat gradienti (haroratning masofa bo'yicha o'zgarishi, K/m).

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$k = -\frac{q}{\frac{\Delta T}{a}} (2)$$

Na'munaning ikki yuzasidagi harorat farqi (ΔT) va qalinligi (d) o'lchanadi. Issiqlik oqimi zichligi (q) ni aniqlash uchun issiqlik manbai qo'llaniladi. Fourye qonuni orqali (k) ni hisoblasak:

$$k = \frac{qd}{\Delta T} (3)$$

Issiqlik oqimi zichligi (q) issiqlik miqdorining vaqt birligi davomida birlik yuzadan o'tishi bilan tavsiflanadi. U issiqlik oqimining intensivligini ko'rsatadi. Agar umumiy issiqlik oqimi (Q) ma'lum bo'lsa, q ni quyidagicha topish mumkin:

$$q = \frac{Q}{S \cdot t} (4)$$

Bu yerda: Q – issiqlik miqdori (J), S – na'munaning yuzasi (m^2), t – vaqt (s).

2. Nostabil jarayonlar bilan ham issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash mumkin. Nostabil issiqlik o'tkazishda issiqlik oqimi zichligini vaqt bo'yicha o'zgarishini aniqlash uchun issiqlik tarqalish tenglamalari ishlatiladi. Bunda Fourye qonuni vaqtga bog'langan holda yoziladi:

$$q(t) = \rho C \frac{\Delta T}{\Delta t} (5)$$

Bu yerda: ρ – na'munaning zichligi (kg/m^3), C – na'munaning issiqlik sig'imi ($J/(kgK)$), $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ – haroratni vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi (K/s). (5) formuladagi issiqlik sig'imini (6) formula bilan aniqlash mumkin.

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} (6)$$

(4) formula Stabil issiqlik oqimida qo'llanilsa (5) formuladan nostabil issiqlik o'tishda foydalaniladi.

(4) dagi ifodani (3) ga qo'yib, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (k) ni aniqlash ifodasi kelib chiqadi:

$$k = \frac{Q \cdot d}{S \cdot t \cdot \Delta T} (7)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (7) moddaning issiqlikni qanchalik yaxshi o'tkazishini o'lchaydigan kattalikdir.

Tahlil va natijalar. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (k) bir qancha omillarga bog'liq. Ushbu koeffitsient tuproq orqali issiqlikning qanchalik samarali o'tishini ifodalaydi va bu jarayon tuproqning fizik, kimyoviy, va ekologik xususiyatlariga bog'liq. Quyida asosiy omillar keltirilgan:

1. Tuproqning tarkibi qum, loy, va organik modda nisbatlariga qarab tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi o'zgarib boradi. Masalan: qumli tuproq yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka ega ($0.3-2 W/(m \cdot K)$), chunki qum zarralari zich joylashgan. Loyli tuproqning o'rtacha issiqlik o'tkazuvchanligi esa ($0.25-1 W/(m \cdot K)$) atrofida bo'ladi. Organik moddaga boy tuproq nisbatan past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega ($0.1-0.3 W/(m \cdot K)$), chunki organik moddalarning issiqlikni o'tkazish xususiyati past.

2. Tuproqning namligi (ω), namlik darajasiga qarab uning issiqlik o'tkazuvchanligiga sezilarli ta'sir qiladi. Quruq tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'ladi chunki quruq tuproq g'ovak bo'lib, unda havo ko'p bo'ladi quruq havo esa issiqlikni yaxshi o'tkazmaydi. Namlik ortgan sari issiqlik o'tkazuvchanlik oshadi, chunki suv issiqlikni havoga qaraganda yaxshiroq o'tkazadi. Suv bilan to'yingan tuproqda issiqlik juda yaxshi o'tkaziladi, shuning uchun (k) qiymati yuqori bo'ladi.

Odatda tuproqdagi namlik darajasi 0% - 10% oraliqda bo'lsa juda quruq tuproq, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti past. 10% - 20% oraliqda bo'lsa o'rtacha nam tuproq, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti o'rtacha. 20% - 40% oraliqda bo'lsa yuqori namlikka ega tuproq, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ancha yuqori.

Empirik hisoblashlarga ko'ra tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi $0.3-0.45 W/(m \cdot K)$ oraliqda bo'lsa, bu tuproqning namlik darajasi odatda 10% va 30% oralig'ida bo'lishi

mumkin. Biroq, bu qiymatlar tuproqning tarkibiga qarab o'zgarishi mumkin.

3. Tuproqning zichligi (ρ) yuqoriroq bo'lsa, issiqlik o'tkazuvchanlik ham ortadi. Sababi zarralar yaqinroq joylashgani uchun issiqlik osonroq o'tadi. Bo'shashgan tuproqda esa havo bo'shliqlari ko'proq bo'lib, issiqlik o'tkazuvchanlik past bo'ladi. Zichlikni aniqlash uchun, o'lchamlari ma'lum bo'lgan na'munani massasini hajmiga nisbati olinadi.

4. Haroratni o'zgarib turishi tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligiga ta'sir qiladi. Yuqori haroratlarda tuproqdagi suv bug'lanishi tufayli issiqlik o'tkazuvchanlik o'zgaradi, ya'ni suv bug'lari o'zi bilan issiqlikni olib chiqib ketadi hamda tuproq quruqlashadi issiqlik o'tkazuvchanlik kamayadi. Ba'zi tuproq turlarida, past haroratlarda (k) qiymati pasayadi.

Tuproqning namlik darajasi (ω) tuproqdagi suvning miqdorini, ya'ni tuproq massa bilan nisbatan qanday foizda suv borligini ifodalaydi. Namlik darajasi tuproqni o'lchashda muhim parametr hisoblanadi, chunki bu o'simliklarning suvga bo'lgan ehtiyojini va tuproqning suvni saqlash qobiliyatini aniqlashda yordam beradi.

Tuproq namligini aniqlashning bir qancha usullari mavjud, biz gravimetrik usul (an'anaviy usul)ni tavsiya qilamiz sababi oddiy va yuqori aniqlikka ega. Bu usulda tuproq na'munasi olinadi va uning boshlang'ich og'irligi (m_1) o'lchanadi. Nam tuproq na'munasi pechda ($110^\circ C$ atrofida) quritiladi, shu orqali barcha suv bug'lanadi. Quritilgan tuproqning og'irligi (m_2) yana o'lchanadi. Tuproqning namlik darajasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% (8)$$

Bu maqolada tuproqning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini "Yakka plastinka metodi" orqali aniqlashni qanday amalga oshirilishini ko'rsatilgan. Laboratoriya mashg'ulotini o'tkazishda dastlab talabalarga ishning maqsadi bilan tanishtiriladi. Bunda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini sohadagi o'rni haqida gapirilib unga bir nechta misollar keltirib o'tiladi. Talabalarga sohaning aynan shu yo'nalishidagi muammolarni keltirib o'tilsa va ularni yechishda o'tkazilayotgan laboratoriya mashg'uloti ilmiy asos ekanligini takidlab o'tilsa talabalar tomonidan bu mashg'ulotga qiziqish ortadi va uni diqqat bilan o'rganishadi.

Keyingi bosqichda laboratoriya uskunalari talabalarga tanishtiriladi, xavfsizlik qoidalarini bilan tanishtiriladi va har bir jihoz nima vazifa bajarishini ketma-ketlikda sanab o'tiladi. Qurilmani ishga tushirish uchun jihozlarni qanday yig'ilishini tushuntiriladi.

"Yakka plastinka metodi" bilan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aniqlashda quyidagi jixozlar kerak bo'ladi: Ita kalorimetrik kamera ichiga quvvati 120 vattli qizdirgich o'rnatilgan (termo izolyatsiyalangan maxsus quti), 1 dona 12 Vli tok manbai, 2 dona termometr datchigi CASSY Lab 2 qurilmasiga biriktiruvchi adapteri bilan elektron termometrqa ulanadi, 2 dona alyuminiy folga bir tomoni qora ikkinchi tomoni oq bo'ladi, biriktiruvchi simlar, CASSY Lab dasturi o'rnatilgan kompyuter, tuproqdan yasalgan na'muna.

CASSY (Computer Assisted Science and Systematics) lab dasturi – bu ilmiy tajribalarni kompyuter yordamida amalga oshirish uchun mo'ljallangan dasturiy ta'minot bo'lib, asosan maktab va universitetlarda fizika va boshqa fanlarni o'qitishda qo'llaniladi. CASSY asosan turli laboratoriya asboblari va sensorlarni kompyuterga ulab, tajribalarni yanada interaktiv va samarali qilishga yordam beradi. Bu dastur o'quvchilarga tajriba natijalarini tezda yig'ish, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish imkoniyatini yaratadi. CASSY yordamida termometrlar, voltmترلardan olingan ma'lumotlarni kompyuterga uzatish, tajribalar davomida olingan ma'lumotlarni grafik tarzda ko'rsatish, olingan natijalar asosida fizik hodisalar va jarayonlarni tushuntirish mumkin bo'ladi. Bu dastur talabalarga ilmiy tajriba olib borish jarayonini osonlashtiradi va o'rganish samaradorligini oshiradi.

Tuproqdan laboratoriya ustunasiga mos qilib na'muna tayyorlab olinadi, bunda na'munaning o'lchami $0,01(m) \times 0,2(m) \times 0,2(m)$ hisobda bo'ladi.

Tajriba mashg'uloti quyidagicha o'tkaziladi:

-dastlab ichiga bitta folgani qora tomonini pastga qilib joylashtiriladi sababi qora rang issiqlikni to'la yutadi va tuproq na'munasiga issiqlikni yahshi uzatilishini ta'minlaydi;

-folga ustiga bitta termometr datchigini joylashtirib na'munani qo'yiladi, ikkinchi termo datchigni na'muna ustiga joylashtiriladi va ikkinchi folgani qora tomonini pastga qaratib na'munani ustiga qo'yiladi;

-kalorimetрни na'muna o'lchamidagi marmar tosh bilan bostirib qo'yiladi, va marmar toshni ustiga muz qo'yiladi, bunda muz tashqi temperaturani 0°C deb hisoblash uchun kerak bo'ladi;

-qizdirgichga tok beriladi va ma'lum vaqt kutiladi, so'ngra na'munaning pastki hamda tepasidagi temperaturalar o'lchanadi;

1-jadval									
ΔT [K]	10	15	20	25	30	35	40	45	50
k [W/mK]	0,35	0,38	0,4	0,425	0,45	0,44	0,41	0,36	0,3

1-Jadvaldagi qiymatlar bo'yicha, Python dasturlash tili yordamida issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini temperaturaga bog'liqlik grafigi 2-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Yakka plastina metodidan foydalanib, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlash uchun qurilma.

2-rasmdagi grafikka etibor beradigan bo'lsak 0–30°C oralig'ida, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini temperaturaga bog'liq ravishda ortib boryapti, buning sababi: 0–30°C oralig'ida suyuqlik fazasi hukmron bo'lib, issiqlik o'tkazuvchanlik oshadi. 30°C dan yuqori holat uchun esa, suvni bug'lanishi boshlanadi va havo bo'shliqlari ko'paygani uchun issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini (k) kamayadi.

Xulosa. Eksperimental va interaktiv metodlar talabalarga fizikaviy qonunlarni amaliyotda qo'llash imkonini beradi, vizualizatsiya va texnologiyalardan foydalanish esa o'qitish

-(7) ifodadan tuproqning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini aniqlanadi.

Qurilmaning ishchi holatdagi yig'masi 1-rasmda ko'rsatilgan.

O'lchashni amalga oshirish uchun tuproqdan na'muna tayyorlab olamiz. Na'munaning namlik darajasi (ω) ni 20% deb qabul qilinadi. Na'munaning zichligi o'rtacha 1.7 g/cm³ ga teng. 1-jadvalda temperaturaning ortishi natijasida issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini o'lchash natijasida olingan qiymatlari ko'rsatilgan.



2-rasmda namlik darajasi 20% bo'lgan tuproqning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientini temperaturaga bog'liqlik grafigi.

Jarayonning samaradorligini oshiradi. Ushbu yondashuv talabalarining ekologik va ilmiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi va ularni qishloq xo'jaligi texnologiyalarini samarali boshqarishga tayyorlaydi. Maqolada tuproqning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyatlariga ta'sir qiluvchi omillar (masalan, tuproq tarkibi, zichligi va namligi) ilmiy asoslangan holda ko'rib chiqilgan. Ushbu parametrlarni tajribalar orqali o'rganish talabalarni nazariy bilimlarini amaliy tadqiqotga tatbiq etishga o'rgatadi.

ADABIYOTLAR

- Muradilloevich, I. U., Tanzilovch, O. K., Anvarovich, A. A., & Baxodirovna, S. I. (2020). Improvement of teaching methodology by using modeling programs of engineering education in higher education of uzbekistan. *Journal of Critical Reviews*, 7(14), 81-88.
- Waszkielis, K. M., Bialobrzewski, I., Nowak, K. W., & Dach, J. (2014). Determination of the thermal conductivity of composted material. *Measurement*, 58, 441-447.
- Malek, K., Malek, K., & Khanmohammadi, F. (2021). Response of soil thermal conductivity to various soil properties. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 127, 105516.
- Zhang, N., & Wang, Z. (2017). Review of soil thermal conductivity and predictive models. *International Journal of Thermal Sciences*, 117, 172-183.
- Zhang, R., & Xue, X. (2021). A new model for prediction of soil thermal conductivity. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 129, 105661.
- Bristow, K. L., Kluitenberg, G. J., Goding, C. J., & Fitzgerald, T. S. (2001). A small multi-needle probe for measuring soil thermal properties, water content and electrical conductivity. *Computers and electronics in agriculture*, 31(3), 265-280.
- Умаров, Қ. Б., Турғунов, А. Р., & Мадумарова, С. Қ. (2023). Физика фанини ўқитишда талабалар ижодкорлигини оширишда фанларaro интеграциянинг ўрни. *Journal of innovations in scientific and educational research*, 6(5), 5-10.
- Умаров, Қ. Б., Мадумарова, С. Қ., & Солиев, А. З. (2023). Таълим сифатини оширишда педагог компетенциясининг ўрни. *Journal of innovations in scientific and educational research*, 6(6), 1-6.
- Rivera-Gómez, C., Galán-Marín, C., López-Cabeza, V. P., & Diz-Mellado, E. (2021). Sample key features affecting mechanical, acoustic and thermal properties of a natural-stabilised earthen material. *Construction and Building Materials*, 271, 121569.