

## 5(4)-mavzu. Sohada korrelyatsion-regression modellarni qo'llash

Asosiy tushunchalar

Juft va ko'p omilli regression tahlillar

Regressiya tenglamasini tuzishda eng kichik kvadratlar usuli

Regressiya tenglamasining ahamiyatliligini va parametrlarini baholash

Ishlab chiqarish funksiyalari

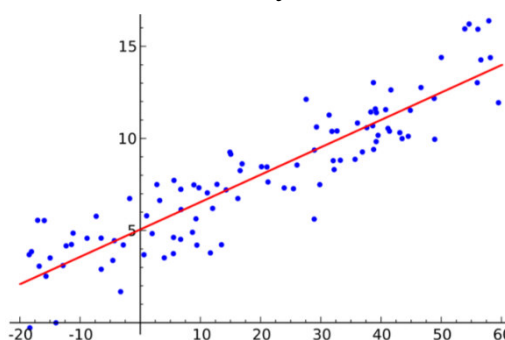
Kobb-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi

Chorvachilik masalalarida korrelyatsion-regression tahlilning qo'llanilishi

Korrelyatsion va regression tahlil o'zgaruvchi (omil)lar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni o'rganadi.

**Korrelyatsiya** – bu ikki o'zgaruvchi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik darajasini aniqlaydigan statistik o'lchovdir. U bir o'zgaruvchining o'zgarishi boshqasining o'zgarishiga qanchalik ta'sir qilishini ko'rsatadi. Korrelyatsion tahlil ikki o'zgaruvchi o'rtasidagi aloqa darajasi va yo'nalishini aniqlaydi, ularning qanchalik va qanday o'zaro bog'liqligini ko'rsatadi.

**Omillarning o'zaro bog'liqligi** – bu omillardan birining o'zgarishi boshqasining o'zgarishiga qanday ta'sir qilishini ifodalaydi. Bu qaysi omillar bir – biriga qanday ta'sir qilishini va bu aloqalardan prognoz qilish yoki qaror qabul qilish uchun qanday foydalanish mumkinligini tushunish uchun muhimdir.



**Korrelyatsiya tushunchasi.** Korrelyatsiya – bu ikki o'zgaruvchi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikning kuchi va yo'nalishini tavsiflovchi statistik o'lchovdir.

U bir o'zgaruvchidagi o'zgarishlar boshqasidagi o'zgarishlar bilan qanchalik bog'liqligini ko'rsatadi: mutanosib ravishda o'sib yoki pasayib boradi (musbat korrelyatsiya) yoki biri oshganda ikkinchisi kamayadi (salbiy korrelyatsiya).

Korrelyatsiya koeffitsienti  $-1$  dan  $+1$  gacha qiymatlarni qabul qiladi:  $+1$  ga yaqin qiymat kuchli musbat aloqani,  $-1$  ga yaqin qiymat kuchli salbiy aloqani va  $0$  ga yaqin qiymat esa aniq aloqa yo'qligini ko'rsatadi.

**Korrelyatsiyaning maqsadi** ikki o'zgaruvchi (omil) o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik darajasi aniqlashdan iborat, u bir o'zgaruvchining o'zgarishi boshqa o'zgaruvchining o'zgarishi bilan qanchalik bog'liqligini ko'rsatadi.

Masalan, qishloq xo'jaligida ishlatilgan o'g'it miqdori va hosildorlik o'rtasida musbat korrelyatsiya kuzatilishi mumkin – qancha ko'p o'g'it ishlatilsa, hosil shuncha yuqori bo'ladi, bunday aloqa faqat ularning birgalikdagi o'zgarishini ko'rsatadi, biri ikkinchisini bevosita keltirib chiqarish sabablarini isbotlamaydi. Korrelyatsiya sonli koeffitsient bilan o'lchanadi va o'zgaruvchilar o'rtasidagi aloqa qanchalik kuchli

ekanligini va u qaysi yo‘nalishda (musbat yoki manfiy) kechayotganini aniqlashga yordam beradi.

**Omil** – bu statistik tahlilda, jumladan korrelyatsion tahlilda boshqa ko‘rsatkichning o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi o‘zgaruvchi miqdordir.

Masalan, qishloq xo‘jaligida don ekinlarining hosildorligi ko‘plab omillarga bog‘liq: yog‘ingarchilik miqdori, havo harorati, tuproq sifati, o‘g‘itlar darajasi va boshqa shart – sharoitlar. Agar biz solingan o‘g‘it miqdori va bug‘doy hosili o‘rtasida to‘g‘ridan – to‘g‘ri aloqani kuzatsak, u holda o‘g‘itlar hosildorlik bilan ijobiy korrelyatsiyalangan omil bo‘lib xizmat qiladi. O‘g‘itlash me‘yorlariga rioya qilish sharti bilan qancha ko‘p o‘g‘it ishlatilsa, hosilning oshishi ehtimoli shunchalik yuqori bo‘ladi.

**Korrelyatsiya tushunchasida omilli bog‘liqlik** ikkita o‘zgaruvchi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni anglatadi, bunda bir o‘zgaruvchining o‘zgarishi boshqasining o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘ladi.

Koeffitsient 1 yoki  $-1$  ga qanchalik yaqin bo‘lsa, o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqlik shunchalik kuchli bo‘ladi.

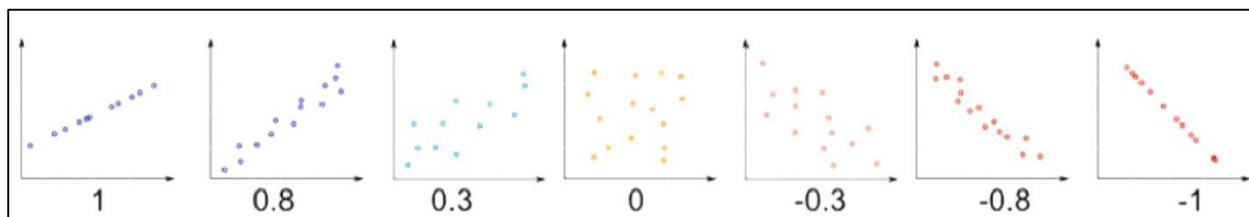
Omilli bog‘liqlik tahlili o‘rganilayotgan ob’ekt yoki hodisaga ta’sir etuvchi asosiy o‘zgaruvchilarni aniqlashga yordam beradi. Bu esa qishloq xo‘jaligi, sanoat va boshqa sohalarda jarayonlarni optimallashtirish va qarorlar qabul qilish uchun muhimdir.

**Korrelyatsion bog‘liqlik** – bu ikki belgining muvofiqlashgan o‘zgarishi bo‘lib, bir belgining o‘zgaruvchanligi boshqasining o‘zgaruvchanligiga mos kelishini aks ettiradi.

Korrelyatsion bog‘liqliklar shakli, yo‘nalishi va darajasi (kuchi) bilan farqlanadi. Bog‘liqlik shakliga ko‘ra, korrelyatsion bog‘liqlik to‘g‘ri chiziqli yoki egri chiziqli bo‘lishi mumkin. Masalan, omuxta yem iste’moli va sog‘in sigirning sut mahsuldorligi o‘rtasidagi bog‘liqlik to‘g‘ri chiziqli bog‘liqlik bo‘ladi. Bug‘doy hosili va yog‘ingarchilik miqdori o‘rtasidagi bog‘liqlik esa egri chiziqli bog‘liqlik bo‘ladi. Yog‘ingarchilik oshganda bug‘doy hosildorligini oshishiga ijobiy ta’sir qiladi, ammo yog‘ingarchilikning butun dehqonchilik mavsumida oshib borishi bug‘doy hosildorligini pasayishiga olib keladi.

Yo‘nalishiga ko‘ra, korrelyatsion bog‘liqlik musbat (to‘g‘ri) va manfiy (teskari) bo‘lishi mumkin. Musbat to‘g‘ri chiziqli korrelyatsiyada bir belgining katta qiymatlari boshqa belgining katta qiymatlariga mos keladi, bir belgining past qiymatlari esa boshqa belgining past qiymatlariga mos keladi. Manfiy korrelyatsiyada nisbatlar teskari bo‘ladi. Musbat korrelyatsiyada - korrelyatsiya koeffitsienti musbat ishoraga (masalan,  $r_{xy} = 0,3$ ), manfiy korrelyatsiyada esa manfiy ishoraga ega bo‘ladi (masalan,  $r_{xy} = - 0,3$ ).

Korrelyatsion bog‘liqlikning darajasi, kuchi yoki zichligi korrelyatsiya koeffitsientining kattaligi bilan aniqlanadi.



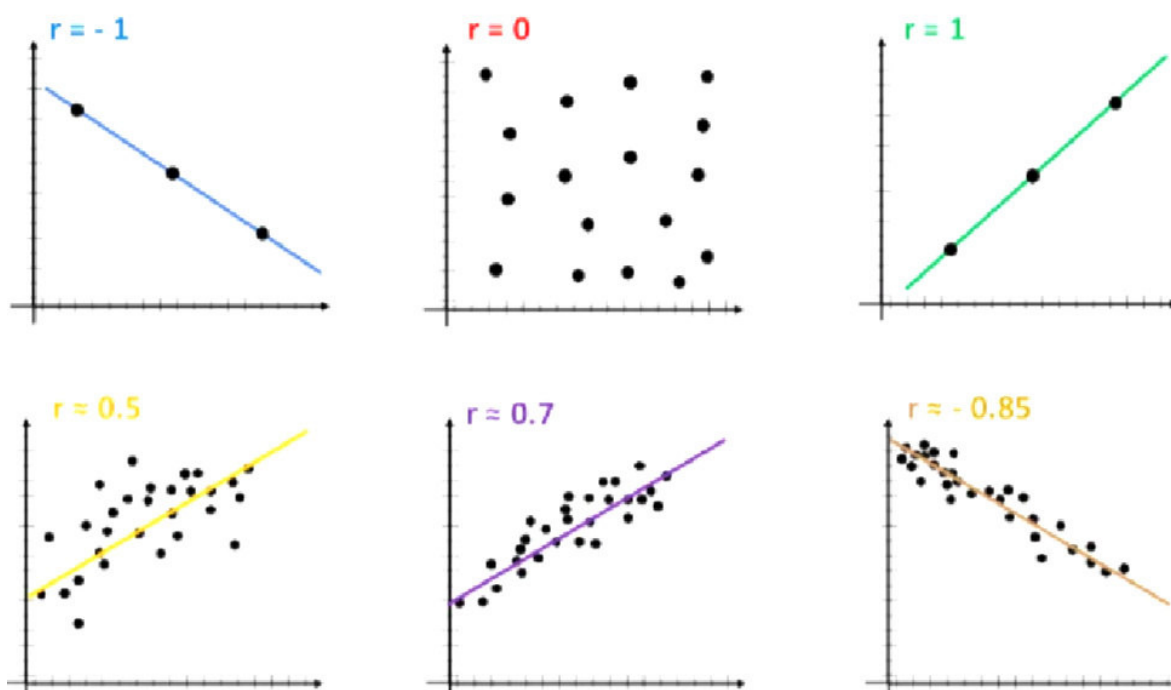
Bog‘liqlik kuchi uning yo‘nalishiga bog‘liq emas va korrelyatsiya koeffitsientining absolyut qiymati bilan aniqlanadi. Korrelyatsiya koeffitsientining mumkin bo‘lgan maksimal absolyut qiymati  $r_{xu} = 1$ ; minimal qiymati  $r_{xu} = 0$  bo‘ladi.

Korrelyatsion bog‘liqliklarning umumiy klassifikatsiyasini ko‘rib chiqamiz:

- Kuchli yoki zich bog‘liqlik, korrelyatsiya koeffitsienti  $|r_{xy}| > 0,70$  bo‘lganda;
- O‘rtacha bog‘liqlik,  $0,50 < |r_{xy}| < 0,69$  bo‘lganda;
- Mo‘tadil bog‘liqlik,  $0,30 < |r_{xy}| < 0,49$  bo‘lganda;
- Zaif bog‘liqlik,  $0,20 < |r_{xy}| < 0,29$  bo‘lganda;
- Juda zaif bog‘liqlik,  $|r_{xu}| < 0,19$  bo‘lganda.

**Korrelyatsiya atamasi** fanga 1886 yilda ingliz olimi F. Galton tomonidan kiritilgan. Pirson korrelyatsiya koeffitsientini Karl Pirson tomonidan 1896 yilda taqdim etilgan.

Pirson korrelyatsiya koeffitsienti yoki Pirsonning  $r$  koeffitsienti ikkita uzluksiz o‘zgaruvchi o‘rtasidagi chiziqli bog‘liqlikning kuchi va yo‘nalishini aniqlaydi. U  $-1$  dan  $1$  gacha bo‘lgan oraliqda o‘zgaradi. Bu koeffitsient tarqalish diagrammasidagi ma’lumotlar nuqtalarining to‘g‘ri chiziq bilan qanchalik yaqin ekanligini ko‘rsatadi.



- 1 qiymati mukammal musbat chiziqli bog‘liqlikni anglatadi, ya’ni bir o‘zgaruvchi oshganda, boshqasi ham doimiy ravishda oshadi.

- - 1 qiymati mukammal manfiy chiziqli bog‘liqlikni ko‘rsatadi, bunda bir o‘zgaruvchi oshganda, boshqasi kamayadi.

- 0 qiymati chiziqli korrelyatsiya mavjud emasligini bildiradi. Bu o‘zgaruvchilar o‘zaro chiziqli bog‘liqlikka ega emasligini anglatadi.

Pirson koeffitsienti odatda  $X$  va  $Y$  simvollar bilan belgilanadigan belgilar o‘rtasidagi faqat chiziqli bog‘liqlikning mavjudligini tavsiflaydi. Korrelyatsiya koeffitsientini hisoblash formulasi shunday tuzilganki, agar belgilar o‘rtasidagi bog‘liqlik chiziqli xususiyatga ega bo‘lsa, Pirson koeffitsienti bu bog‘liqlikning zichligini aniq belgilaydi. Shuning uchun u Pirsonning chiziqli korrelyatsiya koeffitsienti deb ham ataladi.

Pirsonning chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining qiymati +1 dan oshmasligi va - 1 dan kam bo‘lmasligi kerak. Bu ikki +1 va - 1 sonlari korrelyatsiya koeffitsienti uchun chegaralardir. Agar hisoblashda +1 dan katta yoki - 1 dan kichik qiymat olinsa, hisoblashda xatolik yuz bergan bo‘ladi.

| Omillar                                   | Kuzatuvlar: |       |       |  |       |
|---|-------------|-------|-------|--|-------|
| $Y$ – bog‘liq o‘zgaruvchilar (omillar)    | $y_1$       | $y_2$ | $y_3$ |  | $y_n$ |
| $X$ – bog‘liqmas o‘zgaruvchilar (omillar) | $x_1$       | $x_2$ | $x_3$ |  | $x_n$ |

Bu erda  $n$  – kuzatuvlar soni.

Pirson korrelyatsiya koeffitsienti quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left( n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) \left( n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right)}}$$

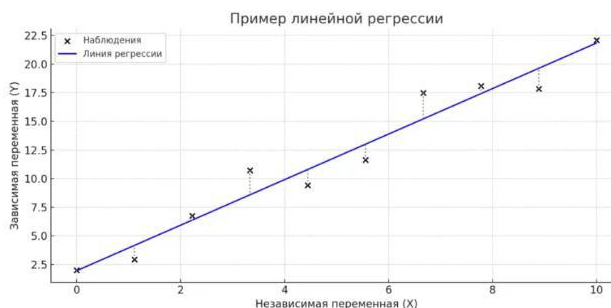
Bu

yerda:  $r_{xy}$  – korrelyatsiya koeffitsienti;  $x$  – omil, qiymatlari;  $y$  – natijaviy omil qiymatlari,  $n$  – kuzatuvlar soni.  $\sum$  – yig‘indi belgisi.

| Kuzatuvlar       | $x_i$              | $y_i$              | $x_i y_i$              | $(x_i)^2$            | $(y_i)^2$                           |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1                | $x_1$              | $y_1$              | $x_1 y_1$              | $(x_1)^2$            | $(y_1)^2$                           |
| 2                | $x_2$              | $y_2$              | $x_2 y_2$              | $(x_2)^2$            | $(y_2)^2$                           |
| 3                | $x_3$              | $y_3$              | $x_3 y_3$              | $(x_3)^2$            | $(y_3)^2$                           |
| ...              | ...                | ...                | ...                    | ...                  | ...                                 |
| $n$              | $x_n$              | $y_n$              | $x_n y_n$              | $(x_n)^2$            | $(y_n)^2$                           |
| $i=1,2,3,..., n$ | $\sum_{i=1}^n x_i$ | $\sum_{i=1}^n y_i$ | $\sum_{i=1}^n x_i y_i$ | $\sum_{i=1}^n x_i^2$ | $\left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2$ |

## **Regressiya tushunchasi.**

Regressiya – bu bir bog‘liq o‘zgaruvchining bir yoki bir nechta bog‘liqmas o‘zgaruvchilar bilan aloqasi (bog‘liqligi)ni modellashtirish va o‘rganish uchun ishlatiladigan statistik usul bo‘lib, miqdoriy aloqalarni aniqlash va prognoz qilish uchun tenglamalar tuzish imkonini beradi.



Regressiya doirasida bog‘liqmas o‘zgaruvchilar qiymatlarining o‘zgarishi bog‘liq o‘zgaruvchining qiymatiga qanday ta’sir qilishini tasvirlovchi funktsiya aniqlanadi, bu esa omillarni tahlil qilish va ularning o‘zaro ta’sirini aniqlash uchun ayniqsa muhimdir. Bu usul nafaqat mavjud qonuniyatlarni tushuntirishga yordam beradi, balki istiqbol ko‘rsatkichlarni ham bashorat qiladi, bu esa iqtisodiyot, tibbiyot, muhandislik va ijtimoiy fanlar kabi turli sohalarda qaror qabul qilish va rejalashtirishda muhim vosita hisoblanadi.

Statistikada "regressiya" so‘zi – bir o‘zgaruvchining boshqa o‘zgaruvchiga bog‘liqligini aniqlash va bu bog‘liqlikdan istiqboldagi qiymatlarni prognoz qilish yoki tadqiq qilinayotgan o‘zgaruvchining mohiyatini tushunish uchun foydalanishni anglatadi. Masalan, qishloq xo‘jaligida regressiya o‘g‘it miqdorining o‘zgarishi hosilga qanday ta’sir qilishini aniqlashga va shu model asosida o‘g‘it solishning berilgan sharoitlarida kutilayotgan hosilni bashorat qilishga imkon beradi. Demak, regressiya omillarning miqdoriy ta’sirini aniqlashga va olingan modeldan rejalashtirish va qaror qabul qilish uchun foydalanishga yordam beradi.

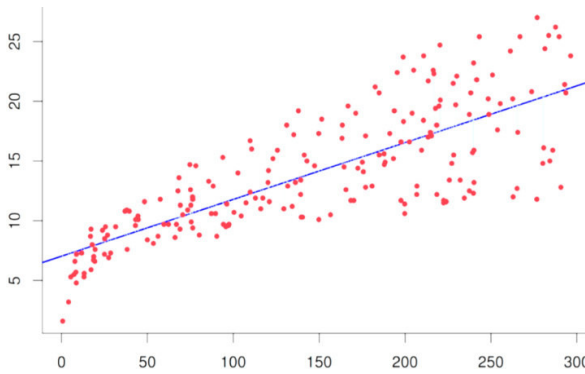
**Regression tahlil** – bu bir o‘zgaruvchining qiymatini boshqa bir yoki bir nechta o‘zgaruvchilarga bog‘liqligini o‘rganish va miqdoriy baholash imkonini beradigan statistik usuldir.

Uning asosiy maqsadi – bir omilning qiymatini boshqa bir yoki bir nechta omillar asosida bashorat qilishdan iborat. Usulning asosida omillar o‘zaro bog‘liqligini tasvirlovchi matematik modelni qurish yotadi.

**Regression tahlilda omil** – bu bog‘liq o‘zgaruvchiga (natijaga) ta’sir qiluvchi o‘zgaruvchidir.

Masalan, qishloq xo‘jaligida omil sifatida solingan o‘g‘it miqdori, havo harorati yoki tuproq namligi bo‘lishi mumkin, bog‘liq o‘zgaruvchi esa ekinning hosildorligi bo‘ladi. Omilning natija bilan aloqasi qanchalik kuchli bo‘lsa, bu omilning qiymati o‘zgarganda hosilni aniq prognoz qilish ehtimoli shunchalik yuqori bo‘ladi. Omillar, shuningdek, turli texnologik ko‘rsatkichlar (urug‘ navlari, sug‘orish jadalligi),

iqtisodiy omillar (yoqilg'i narxi, ishchilarning ish haqi) yoki tabiiy sharoitlar (quyoshli kunlar, yog'ingarchilik) bo'lishi mumkin.



Regressiya tushunchasidagi omilli aloqa – bu bir yoki bir nechta mustaqil omillar va bog'liq o'zgaruvchi o'rtasidagi bog'liqlik bo'lib, u omillarning o'zgarishi natijaga qanday ta'sir qilishini ko'rsatadi; masalan, qishloq xo'jaligida omilli aloqa hosildorlikning o'g'it darajasi va yog'ingarchilik miqdoriga bog'liqligi bo'lishi mumkin, bunda o'g'it va yog'ingarchilik miqdorining oshishi hosilning ko'payishiga olib kelishi mumkin. Bu aloqa har bir omilning o'zgarishi bilan hosil qanchalik o'zgarishini miqdoriy aniqlashga imkon beradi, bu esa qishloq xo'jaligi tadbirlarini rejalashtirish va hosildorlikni yaxshilash bo'yicha asoslangan qarorlar qabul qilishga yordam beradi.

**Regression tahlil** – bu o'zgaruvchilar o'rtasidagi aloqani o'rganishga imkon beruvchi statistik usul. Regression tahlilning asosiy maqsadi – bog'liq o'zgaruvchining qiymatini boshqa bir yoki bir nechta bog'liqmas o'zgaruvchilar asosida bashorat qilishdan ibora. Shu bilan birga, regression tahlil bu o'zgaruvchilarning qanchalik o'xaro bog'langanini va ulardan biri boshqasiga qanday ta'sir qilishini aniqlashga yordam beradi.

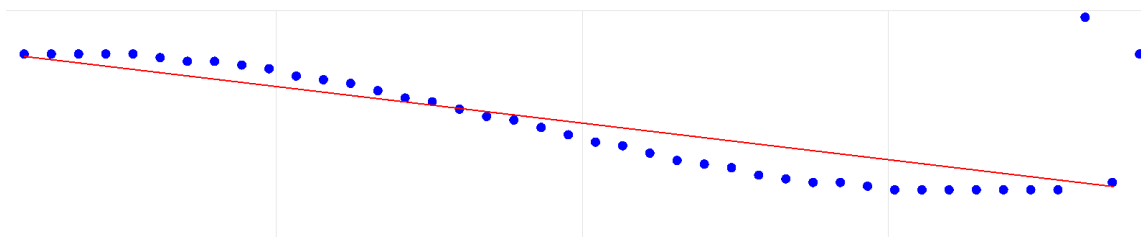
Regression tahlil asosida matematik model qurish yotadi, u bog'liqmas o'zgaruvchilarning o'zgarishi bog'liq o'zgaruvchining o'zgarishiga qanday olib kelishini tasvirlaydi. Regressiyaning eng mashhur omalashgan chiziqli regressiyadir, u o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni chiziqli funksiya bilan tasvirlashni nazarda tutadi. Shu bilan birga, regression tahlil murakkabroq o'zaro aloqalar uchun mos bo'lgan ko'plab boshqa usullarni o'z ichiga oladi, masalan, logistik regressiya va polinomial regressiyalarni.

### **Regression tahlil usullari**

Qishloq xo'jaligida ekinlar hosildorligi, o'g'itlar samaradorligi, chorva mollari mahsuldorligi va boshqa ko'rsatkichlarni tahlil qilish va bashoratlash uchun turli ko'rinishdagi regressiya tenglamalaridan foydalaniladi. Quyida qishloq xo'jaligi uchun regressiya tenglamalarining eng keng tarqalgan turlari keltirilgan:

**Chiziqli regressiya.** Regressiyaning eng oddiy turi bo'lib, u bog'liq o'zgaruvchi (masalan, ekin hosildorligi) va bir yoki bir nechta bog'liqmas o'zgaruvchilar (masalan, yog'ingarchilik miqdori, o'g'itlash darajasi, harorat) o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.





### Eng kichik kvadratlar usuli

Regression tahlil – bu bir yoki bir nechta erkin o‘zgaruvchilar va bog‘liq o‘zgaruvchi o‘rtasidagi bog‘liqlikni modellashtirish uchun ishlatiladigan statistik usul, bo‘lib uning maqsadi - bu bog‘liqlikni eng yaxshi tasvirlaydigan matematik modelni topishdan iborat. Regression tahlilning asosiy usullaridan biri model parametrlarini baholash uchun qo‘llaniladigan eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) hisoblanadi.

**Eng kichik kvadratlar usuli** – bu bog‘liq o‘zgaruvchi va bir yoki bir nechta bog‘liqmas o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi eng yaxshi muvofiqlikni topish uchun qo‘llaniladigan regression tahlilga statistik yondashuv bo‘lib, kuzatilgan qiymatlar va model tomonidan bashorat qilingan qiymatlar o‘rtasidagi chetlanishlar (qoldiqlar) kvadratlari yig‘indisini minimallashtirish orqali amalga oshiriladi.

Usulning mohiyati model parametrlarini (masalan, chiziqli regressiya koeffitsientlarini) shunday tanlashdan iborat bo‘lib, unda haqiqiy ma’lumotlar va regressiya tenglamasi bo‘yicha hisoblangan qiymatlar o‘rtasidagi farqlar kvadratlarining yig‘indisi minimal bo‘ladi.

Bunga har bir parametr bo‘yicha ushbu yig‘indining differentsiallanishidan olingan tenglamalar tizimini yechish va hosilalarni nolga tenglashtirish orqali erishiladi, bu chiziqli regressiya holatida normal tenglamalar yoki matritsali usullar orqali analitik yechimga olib keladi.

EKKU xatolar tasodifiy, nol matematik kutilishga va doimiy dispersiyaga ega deb taxmin qiladi, shuningdek statistik xulosalar uchun xatolarning normal taqsimoti taxminida tez-tez ishlatiladi.

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x = \sum y; \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum xy. \end{cases}$$

Usul o‘z soddaligi, talqin qilish osonligi va ma’lumotlardagi chiziqli bog‘liqliklarni samarali tasvirlash qobiliyati tufayli keng qo‘llaniladi.

Omillar quyidagicha chiziqli bog‘langan bo‘lsin:  $Y=ax+b$

$$a = n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y) / n(\sum x^2) - (\sum x)^2, \quad b = (\sum y) - a(\sum x) / n$$

Bu yerda:

- $n$  – kuzatuvlar soni,
- $\sum xy$  – har bir  $x$  va  $y$  qiymatlari juftligining ko‘paytmalari yig‘indisi,
- $\sum x$  – barcha  $x$  qiymatlarining yig‘indisi,
- $\sum y$  – barcha  $y$  qiymatlarining yig‘indisi,

- $\sum x^2 - x$  qiymatlari kvadratlarining yig'indisi.

Eng kichik kvadratlar usuli algoritmi:

1-qadam: Bog'liqmas o'zgaruvchining qiymatlarini  $x_i$ , bog'liq o'zgaruvchining qiymatlarini  $y_i$  deb belgilanadi.

2-qadam:  $x_i$  va  $y_i$  ning o'rtacha qiymatlarini  $X$  va  $Y$  lar bilan belgilanadi.

3-qadam: Eng yaxshi approksimatsiya tenglamasi  $y = ax + b$  ko'rinishda bo'ladi deb faraz qilamiz, bu yerda  $a$  – to'g'ri chiziqlarning og'masi,  $b$  esa to'g'ri chiziqlarning  $Y$  o'qi bilan kesishish nuqtasi.

4-qadam:  $a$  ning qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:  $a = [\sum (X - x_i) \times (Y - y_i)] / \sum (X - x_i)^2$ .

5-qadam: Kesishish nuqtasi  $b$  ning qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:  $b = Y - aX$ .

$a$  koeffitsienti og'ish koeffitsienti deb ataladi, chunki u regressiya to'g'ri chizig'ining og'ish burchagini aniqlaydi.  $a$  ning absolyut qiymati qanchalik katta bo'lsa, chiziq shunchalik tik bo'ladi. Agar  $a > 0$  bo'lsa, chiziq chapdan o'ngga qarab o'sadi, agar  $a < 0$  bo'lsa, chiziq pastga qarab kamayadi. Bu koeffitsient bog'liqmas o'zgaruvchi ( $x$ )ning o'zgarishi bog'liq o'zgaruvchi ( $y$ )ga qanday ta'sir qilishini aniq ko'rsatadi.

Misol. Ikki omilli chiziqli regressiya tenglamasi:  $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2$ ,

bu yerda:  $Y$  – bug'doy hosildorligi (kg/ga),  $x_1$  – berilgan azotli o'g'itlar miqdori (kg/ga),  $x_2$  – samarali haroratlar yig'indisi (gradus – kun),  $a, b_1, b_2$  – koeffitsientlar modeli.

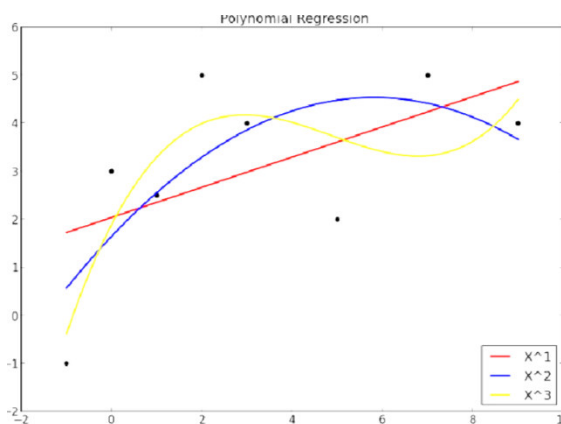
**Ko'p omilli chiziqli regressiya** – bu bog'liq o'zgaruvchi va bir nechta bog'liqmas omillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tahlil qilishga imkon beruvchi statistik usul. U asosan, bog'liqmas o'zgaruvchilar soni ikki va undan ortiq bo'lganda qo'llaniladi.

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n.$$

Masalan, chorva mollarini kunlik ozuqa ratsioni, yem – xashak tarkibidagi ozuqa birligi, hazmlanadigan protein va karotin kabi omillarga bog'liq bo'lishi mumkin. Ko'p omilli regressiya barcha bog'liqmas o'zgaruvchilarning bog'liq o'zgaruvchiga

ta'sirini bir vaqtda hisobga olishga imkon beradi.

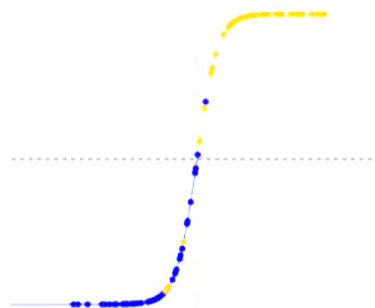
**Polynomial regressiya.** Erkli va erksiz o'zgaruvchilar orasidagi bog'lanish chiziqli bo'lmaganda ishlatiladi. Bu o'g'itlashning optimal dozalari yoki o'simliklarning o'sish harorati kabi egri chiziqli bog'liqliklarni hisobga olish imkonini beradi. Misol.





Kvadratik polinomial regressiya:  $Y=a+b_1x+b_2x^2$ , bu yerda:  $Y$  – pomidor mevasining oʻrtacha ogʻirligi (g),  $x$  – tuproqdagi azot konsentratsiyasi (%),  $a, b_1, b_2$  – model koeffitsientlari.

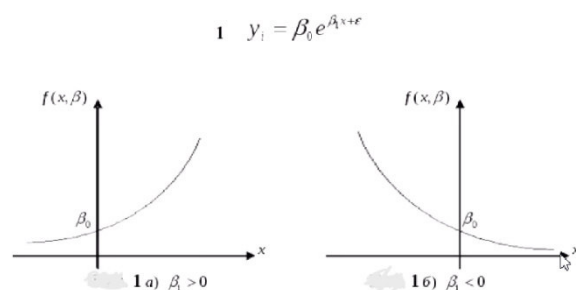
**Logarifmik regressiya.** Omillar taʼsirining samarasi omilning qiymati oshishi bilan sekinlashganda qoʻllaniladi. Masalan, oʻgʻitlar oz miqdorda solinganda hosilning oʻsishi ancha ortadi, keyinchalik meʼyor oshirilganda esa asta – sekin kamayadi. Misol: Logarifmik regressiya tenglamasi:  $Y=a+b/\ln(x)$ . bu yerda:  $Y$  – sigir sut mahsuldorligi (litr/sutka),  $x$  – ozuqa



qoʻshimchalarining sutkalik dozasi (g/kg tana vazniga),  $a, b$  – model koeffitsientlari.

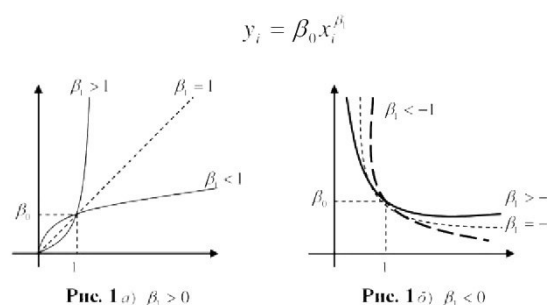
**Koʻrsatkichli regressiya.** Koʻrsatkichning oʻsishi boshqa parametr darajasiga eksponensial bogʻliq boʻlgan holatlar uchun mos keladi. Koʻpincha zararkunandalar yoki bakteriyalar populyatsiyasining tez boshlangʻich oʻsishini tavsiflash uchun ishlatiladi.

Eksponensial regressiya:  $Y=a \cdot e^{bx}$ . Bu yerda  $Y$  – bogʻliq oʻzgaruvchi (koʻpincha oʻsish yoki pasayish bilan bogʻliq);  $x$  – mustaqil oʻzgaruvchi (masalan, vaqt, investitsiya gorizonti yoki boshqa uzluksiz omil);  $a$  va  $b$  – baholanishi kerak boʻlgan parametrlar. Masalan,  $Y$  – oʻsimlikdagi zararkunanda hasharotlar soni,  $x$  – vegetatsiya davrining kunlari,  $a, b$  model koeffitsientlari boʻlishi mumkin.



Koʻrsatkichli regressiya tenglamasi quyidagi koʻrinishga ega:  $Y = ab^x$ . Bu yerda:  $Y$  – bogʻliq oʻzgaruvchi (natija);  $x$  – bogʻliqmas oʻzgaruvchi (omil);  $a$  va  $b$  –  $x$  va  $y$  oʻrtasidagi bogʻliqlikni tavsiflovchi model parametrlari.

Darajali regressiya chiziqli boʻlmagan regressiya turi boʻlib, uning tenglamasi  $Y = aX^b$  koʻrinishda boʻladi, bu yerda:  $Y$  – natijaviy koʻrsatkich,  $X$  – bogʻliqmas oʻzgaruvchi;  $a, b$  – regressiya koeffitsientlari boʻlib,  $X$  va  $Y$  orasidagi bogʻlanishni tavsiflaydi.



Bogʻliq oʻzgaruvchining oʻzgarishi bogʻliqmas oʻzgaruvchining oʻzgarish darajasiga proporsional boʻlganda darajali bogʻliqliklardan foydalaniladi. Bunday modellar koʻpincha urugʻlarni ekish zichligining hosildorlikka taʼsirini baholash uchun qoʻllaniladi. Masalan, regressiyani  $Y=aX^b$  darajali tenglamasida:  $Y$  – kartoshkaning

yalpi mahsuloti (s/ga),  $X$  – tuganaklarning ekish zichligi (ming/ga),  $a, b$  – model koeffitsientlari bo‘lishi mumkin.

**Kobba – Duglas ishlab chiqarish funksiyasi** – bu ishlab chiqarish hajmining ikkita asosiy omilga: mehnat va kapitalga bog‘liqligini tasvirlovchi matematik modeldir.

U 1928 yilda iqtisodchilar Charlz Kobba va Pol Duglas tomonidan taklif qilingan va shundan beri iqtisodiyotning ko‘plab tarmoqlarida ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilish uchun asos bo‘lib xizmat qilmoqda.

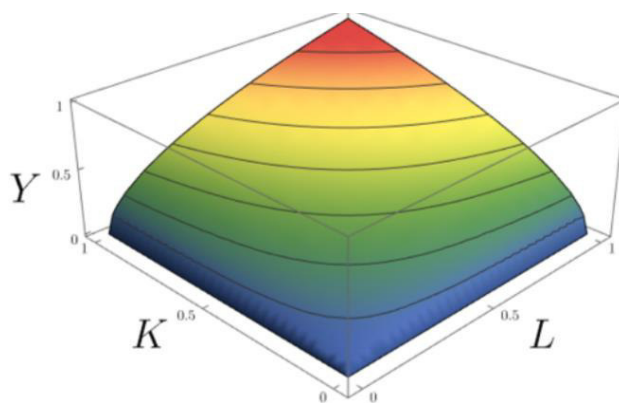
$$Y(L, K) = AL^\beta K^\alpha$$

$\alpha + \beta = 1$

Iqtisodiyot nuqtai nazaridan ishlab chiqarish

– bu

sotish uchun mo‘ljallangan mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun texnologiyalar va resurslarni qo‘llash jarayoni. Demak, bu xaridorlar uchun muayyan foydalilikka ega bo‘lgan tovar va xizmatni yaratish jarayonidir. Tovarlar va xizmatlar ishlab chiqarish bo‘yicha har qanday faoliyat alohida shaxslarning yoki butun jamiyatning ehtiyojlarini qondirishga qaratilgan faoliyatdir.



To‘lovga qobiliyatli talabning tovarlarga bo‘lgan taklifga nisbati tovar yoki xizmat narxini belgilaydi. Taklifning yoki ishlab chiqarish hajmining va tovarlar qiymatining miqdoriy tavsifi ishlab chiqarish funksiyasidir. Ishlab chiqarish jarayoni butun jamiyatning farovonligiga bevosita ta’sir qiladi: individual va ijtimoiy ehtiyojlarni qondirish darajasi va aholining umumiy sonida o‘rta sinfning ulushi qanchalik yuqori bo‘lsa, milliy farovonlik va taraqqiyot darajasi shunchalik yuqori bo‘ladi.

Ishlab chiqarish funksiyasining vazifasi tovarlar va xizmatlar ishlab chiqarish jarayonida jamiyat farovonligining o‘rishini tushuntirishdan iborat. Bu modellar natural yoki qiymat ifodasidagi ishlab chiqarish hajmi, sarflangan resurs hajmi (ishlab chiqarish omillari) kabi ko‘rsatkichlarni o‘z ichiga oladi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining ikki turi mavjud:

- birinchidan, ishlab chiqarish hajmining bir omilga bog‘liqligini belgilovchi bir omilli funksiyalar. Bu turkumga chiziqli, parabolik, darajali va ko‘rsatkichli funksiyalar kiradi;

- ikkinchidan, ishlab chiqarish hajmining ikki omil nisbatiga bog‘liqligini belgilovchi ikki omilli funksiyalar. Bu turkumga Kobba – Duglas, Leontev, Solou, Allen funksiyalari kiradi.

Bu modellar natural yoki qiymat ifodasidagi ishlab chiqarish hajmi, sarflangan resurs hajmi (ishlab chiqarish omillari) kabi ko‘rsatkichlarni o‘z ichiga oladi.

Kobba – Duglas ishlab chiqarish funksiyasining eng muhim ko‘rsatkichlari ishlab chiqarish omillarining elastiklik ko‘rsatkichlaridir, ular boshqa teng sharoitlarda ularning nisbatining o‘zgarishining ishlab chiqarishning fizik hajmiga ta’sirini aks ettiradi.

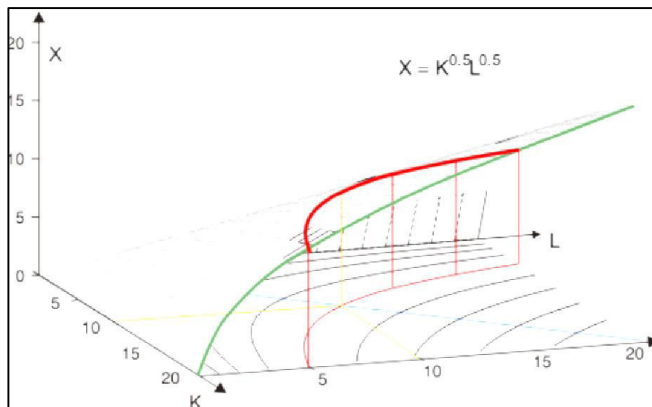
**Kobba – Duglas ishlab chiqarish funksiyasi** – ishlab chiqarish hajmining ( $Y$ ) ikkita asosiy ishlab chiqarish omiliga: mehnat ( $L$ ) va kapitalga ( $K$ ) bog‘liqligini tasvirlovchi keng qo‘llaniladigan iqtisodiy model. U – biror bir tovar ishlab chiqarishning kapital va mehnat nisbatiga bog‘liqligini aks ettiradi.

Kobba – Duglas modeli ikkita asosiy resursni hisobga oladi: mehnat (ishchi kuchi), ya’ni tovarlar yoki xizmatlar ishlab chiqarish jarayonida bevosita ishtirok etadigan xodimlar va kapital, ya’ni ishlab chiqarish vositalari, masalan, uskunalar, mashinalar, binolar, asboblari va biznesda foydalaniladigan boshqa moddiy aktivlar. Aynan shu ikki resursning o‘zaro ta’siri ishlab chiqarish hajmini belgilaydi va eng katta foyda olish uchun ularni qanday to‘g‘ri taqsimlashni tushunishga imkon beradi.

Kobba – Duglas modeli, masalan, chorvachilik sohasida uchta asosiy omilni o‘z ichiga olishi mumkin: ozuqa (chorva hayvonlari uchun yem – xashak resurslari), xodimlar (chorvachilik fermer xo‘jaligi ishchilari) va jihozlar (fermer xo‘jaligi binolari, uskunalar, infratuzilmalar). Bu omillar chorvachilik fermer xo‘jaligida minimal xarajatlar bilan maksimal foydani ta’minlaydigan kombinatsiyalarni baholashga imkon beradi.

Kobba – Duglas modelining **maqsadi** – turli ishlab chiqarish omillarining (masalan, mehnat va kapital) yakuniy mahsulot yoki xizmat yaratishga qo‘shgan hissasini miqdoriy baholashga imkon beradi, bu esa biznesga resurslarni samarali rejalashtirish va ishlab chiqarishni boshqarishga yordam beradi.

Model foydani maksimallashtirish, unumdorlikni oshirish va o‘sishning potensial zaxiralarini aniqlash uchun resurslarning optimal kombinatsiyalarini aniqlashga yordam beradi, korxonalar va butun sanoat iqtisodiyotida tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun vositani taqdim etadi.



Kobba – Duglas modelining samaradorligini hisoblash quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

1) Ishlab chiqarishning haqiqiy darajasini aniqlash: Ma’lum davrda ishlab chiqarilgan tovar yoki xizmatning real hajmi o‘lchanadi.

2) Ishlab chiqarish omillarining ta’sirini baholash: Resurslar (kapital, mehnat) haqidagi mavjud ma’lumotlardan foydalaniladi va har bir omil bo‘yicha ishlab chiqarish elastikligini aks ettiruvchi tegishli koeffitsientlar ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) aniqlanadi.

3) Ishlab chiqarishning potensial darajasini hisoblash: Nazariy jihatdan mumkin bo‘lgan ishlab chiqarish hajmi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:  $Y_{\text{pot}} = AK^{\alpha}L^{(1-\alpha)}$ .  $A$  – ishlab chiqarishning umumiy samaradorlik darajasini aks ettiruvchi texnologik koeffitsient;  $K$  – kapital miqdori (mashinalar, inshootlar);  $L$  – ishchi xodimlar soni.

4) Samaradorlikni tahlil qilish. Samaradorlik koeffitsienti – bu xarajatlarning daromadga nisbatiga teng bo‘lgan va foizlarda ifodalangan ko‘rsatkich. Samaradorlik mahsulotning haqiqiy chiqishini potensial bilan solishtirish orqali baholanadi: Agar koeffitsient 1 ga yaqin bo‘lsa, demak xo‘jalik samarali ishlayapti, agar ancha kichik bo‘lsa, ishlab chiqarish jarayonini yaxshilash uchun imkoniyatlar mavjud deb qaraladi.

**Qishloq xo‘jaligida korrelyasion tahlil** hosildorlik va mahsulot sifatiga ta’sir etuvchi turli omillar o‘rtasidagi aloqalarni aniqlash va miqdoriy baholash uchun qo‘llaniladi.

Masalan, solingan o‘g‘it miqdori va olingan bug‘doy hosili o‘rtasidagi aloqani o‘rganib, o‘g‘it dozasini oshirish hosildorlikning o‘sishiga qanchalik yordam berishini aniqlash mumkin. Xuddi shunga o‘xshab, tahlil yog‘ingarchilik miqdori va sabzavot ekinlarining o‘sishi yoki tuproq harorati va qishloq xo‘jaligi o‘simliklarining rivojlanishi o‘rtasidagi korrelyasiyani ko‘rsatishi mumkin. Bunday tadqiqotlar agrotexnikani optimallashtirishga, resurslardan oqilona foydalanishga, hosilni bashorat qilishga va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining samaradorligi va barqarorligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishga yordam beradi.

**7.1-masala.** Paxta hosildorligi (s/ga)ning mineral (s/ga) va organik (t/ga) o‘g‘itlash miqdori bilan korrelyatsion bog‘lanish koeffitsientlarini aniqlash.

**Bajarish usuli:**

1) Fermer xo‘jaliklari bo‘yicha paxta hosildorligi ( $Y$ )ning mineral o‘g‘itlash miqdori ( $x_1$ )ga bog‘liqlik korrelyatsiyasini hisoblaymiz.

Korrelyatsiya koeffitsientlarini hisoblashda Excel ilovasini **Korrel** funksiyasidan foydalanamiz.

7.1 – jadval.

Paxtachilik klasteri fermer xo‘jaliklari bo‘yicha: hosildorlik (s/ga), ekin maydonlarni mineral (s/ga) va organik (t/ga) o‘g‘itlash bo‘yicha ko‘rsatkichlari.

| Fermer<br>xo'jaliklari tartib<br>raqami | Paxta<br>hosildorligi, s/ga | Mineral o'g'it<br>miqdori, s/ga | Organik o'g'it<br>miqdori, t/ga |
|---|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| №                                       | Y(Natija)                   | $x_1$ (1 – omil)                | $x_2$ (2 – omil)                |
| 1                                       | 45                          | 3,9                             | 12,4                            |
| 2                                       | 48                          | 4,3                             | 14                              |
| 3                                       | 46                          | 3,6                             | 12,4                            |
| 4                                       | 46                          | 3,8                             | 14,6                            |
| 5                                       | 44                          | 3,9                             | 12,2                            |
| 6                                       | 43                          | 3,4                             | 12,5                            |
| 7                                       | 49                          | 4,4                             | 14,4                            |
| 8                                       | 38                          | 3,6                             | 10                              |
| 9                                       | 41                          | 3,3                             | 13                              |
| 10                                      | 44                          | 3,8                             | 12                              |
| 11                                      | 47                          | 4,2                             | 14                              |
| 12                                      | 48                          | 4,3                             | 16                              |
| 13                                      | 44                          | 3,9                             | 14                              |
| 14                                      | 42                          | 3,8                             | 13                              |
| 15                                      | 43                          | 3,6                             | 10                              |

1 – qadam. Excel ilovasida berilgan jadvalni tuzamiz (7.1 – rasm.) va undan korrelyatsiya koeffitsienti yoziladigan katakni belgilaymiz (masalan, E17 ni).

2 – qadam. Excelni formula qatoridagi “**Vstavka funksii** – Funksiyani qo'yish” tugmasini bosamiz. Natijada shu nomdagi muloqot oynasi ochiladi.

3 – qadam. **Vstavka funksii** oynasini **Kategorii** darchasida taqdim qilinadigan ro'yxatdan **Statisticheskiiye** kategoriyasini ajratamiz.

4 – qadam. **Vyberite funktsiyu** (Funksiyani tanlang) darchasidagi funtsiyalar ro'yxatidan **KORREL** funksiyasini belgilaymiz.

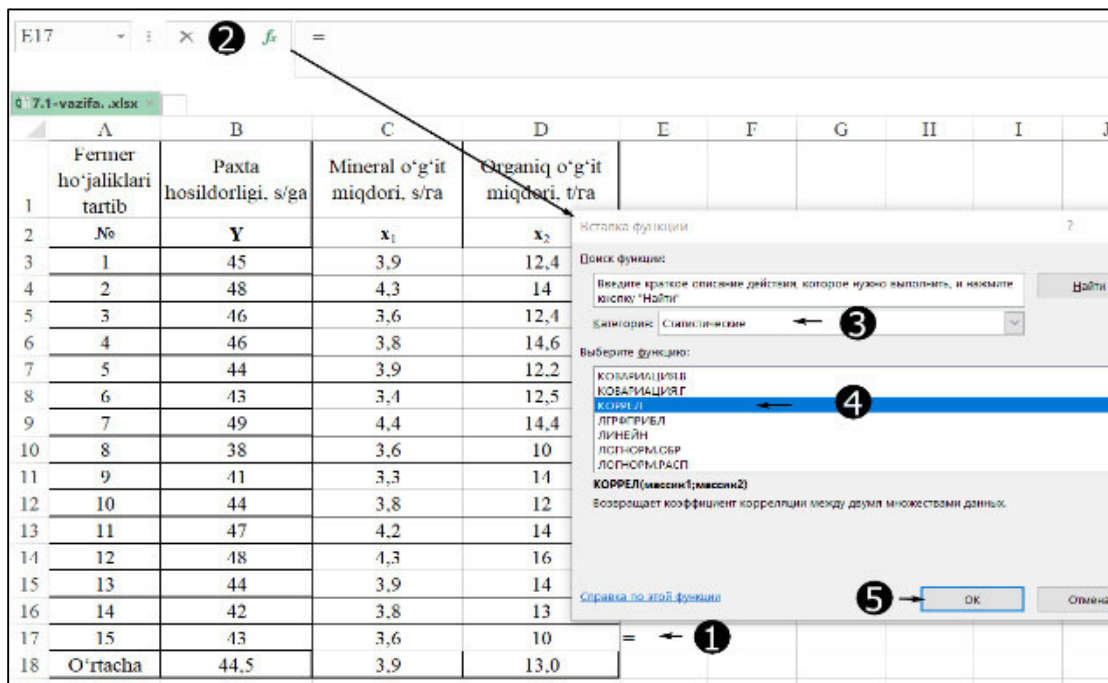
5 – qadam. **Vstavka funksii** oynasidan OK tugmasi bosiladi. Natijada oynada **Argumenty funksii** (Funksiya argumentlari) paneli ochiladi.

6 – qadam. **Argumenty funksii** (Funksiya argumentlari) muloqot oynasi **Massiv1** va **Massiv2** nomli ikkita darcha bilan ochiladi (7.2 – rasm). **Massiv1** darchasiga B3:B17 diapazondagi fermer xo'jaliklari bo'yicha paxta hosildorligi (Y)ning sonli ma'lumotlari kiritiladi. Buning uchun **Massiv1** maydoni faollashtiriladi va sichqoncha ko'rsatkichi bilan B3:B17 diapazoni belgilanadi (ya'ni, sichqoncha ko'rsatkichi ko'rsatilgan diapazon ustida yurgiziladi). Shu tartibda **Massiv2** maydoniga C3:C17 diapazonidagi paxta maydonlarini o'g'itlash (X) bo'yicha sonli

ma'lumotlari kiritilib, OK tugmasi bosiladi. Natijada hisoblangan korrelyatsiya koeffitsienti E17 katakda yoziladi (7.3 – rasm).

Eslatma. Excel ilovasida tuzilgan jadvaldagi formulalarni ko'rish uchun

**Formuly** vkladkasidan **Pokazat formuly** buyrug'i beriladi. Natijada ilovadagi



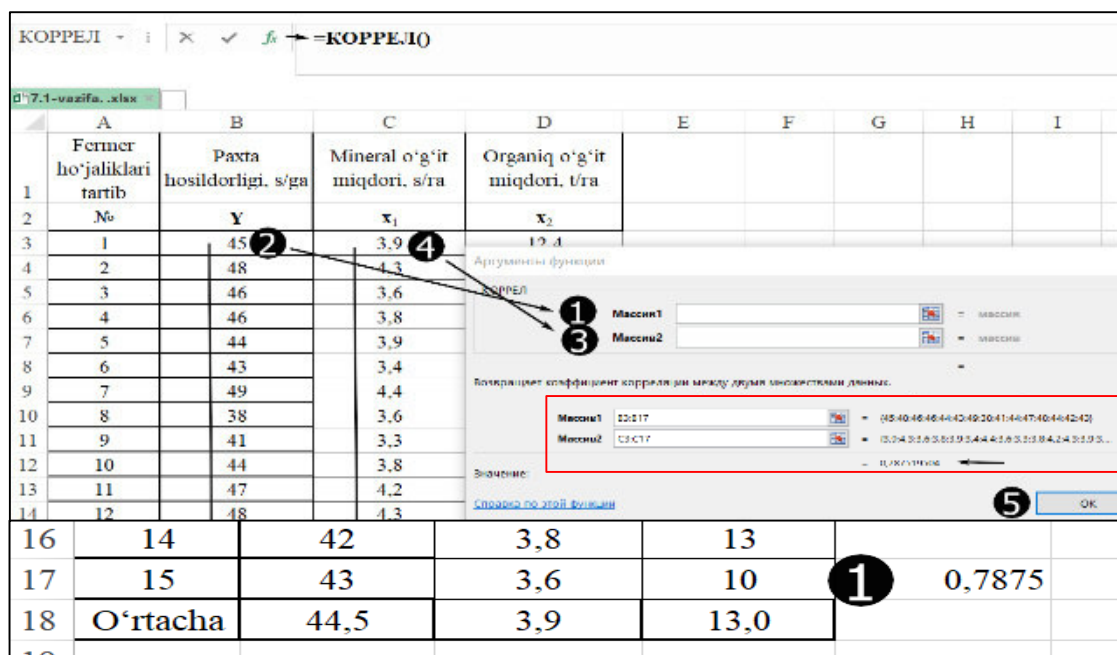
7.1-rasm.

jadval ko'rinishi 7.4 – rasmdagi ko'rinishni oladi. Buyruqni takroran berilishi jadvalni dastlabki ko'rinishiga o'tkazadi.

### Xulosa.

1) Hisoblangan korrelyatsiya koeffitsienti  $r_{xy} = 0,7875 \approx 0,79$  ga teng (7.3 – rasm).

Bu



7.3-rasm.



koeffitsient fermer xo'jaliklari bo'yicha paxta hosildorligining mineral o'g'itlar bilan bog'liqlik kuchi (aloqasi)ni ko'rsatadi. Yuqorida qayd etilganidek, korrelyatsiya koeffitsienti  $|r_{xy}| > 0,70$  bo'lganda kuchli yoki zich bog'liqlik mavjud bo'ladi. Bu paxta maydonlarini mineral o'g'itlash miqdorini oshirib borish paxta hosildorligini oshiradi, deb xulosa qilishga asos bo'ladi.

2) Fermer xo'jaliklari bo'yicha paxta hosildorligi ( $Y$ )ning organik o'g'itlash miqdori ( $x_2$ )ga bog'liqlik korrelyatsiyasini hisoblaymiz (7.5 – rasm). Hisoblashlar yuqoridagi kabi Excelning E13 katagi va B3:B17, D3:D17 diapazonlari uchun bajariladi. Hisoblangan korrelyatsion bog'lanish koeffitsienti  $r_{xy} \approx 0,67$  ga teng. Korrelyatsiya koeffitsienti  $0,50 < |r_{xy}| < 0,69$  oralig'ida bo'lganda omillar o'rtasida “o'rtacha” bog'liqlik mavjud bo'ladi.

Bu  $r_{xy} \approx 0,67$  koeffitsiyent fermer xo'jaliklari bo'yicha paxta hosildorligining organik o'g'itlar bilan bog'liqlik kuchi “o'rtacha” ekanligini ko'rsatadi.

**Chorvachilikda korrelyasion tahlil** hayvonlarning mahsuldorligi va salomatligiga ta'sir etuvchi turli omillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik darajasini aniqlash va baholash uchun keng qo'llaniladi.

Masalan, omuxta em iste'moli va qoramolning sut mahsuldorligi o'rtasidagi

|    |          |                 |                 |                 |                        |
|----|----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| 14 | 12       | 48              | 4,3             | 16              |                        |
| 15 | 13       | 44              | 3,9             | 14              |                        |
| 16 | 14       | 42              | 3,8             | 13              |                        |
| 17 | 15       | 43              | 3,6             | 10              | =KORPEЛ(B3:B17;C3:C17) |
| 18 | O'rtacha | =CP3HAЧ(B3:B17) | =CP3HAЧ(C3:C17) | =CP3HAЧ(D3:D17) |                        |

7.4-rasm. Excel jadvalidan fragment.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

| Fermer bo'jaliklari tartib № | Paxta hosildorligi Y | Mineral o'g'it miqdori $x_1$ | Organik o'g'it miqdori $x_2$ |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1                            | 45                   | 3,9                          | 12,4                         |
| 2                            | 48                   | 4,3                          | 14                           |
| 3                            | 46                   | 3,6                          | 12,4                         |
| 4                            | 46                   | 3,8                          | 14,6                         |
| 5                            | 44                   | 3,9                          | 12,2                         |
| 6                            | 43                   | 3,4                          | 12,5                         |
| 7                            | 49                   | 4,4                          | 14,4                         |
| 8                            | 38                   | 3,6                          | 10                           |
| 9                            | 41                   | 3,3                          | 14                           |
| 10                           | 44                   | 3,8                          | 12                           |
| 11                           | 47                   | 4,2                          | 14                           |
| 12                           | 48                   | 4,3                          | 16                           |
| 13                           | 44                   | 3,9                          | 14                           |
| 14                           | 42                   | 3,8                          | 13                           |
| 15                           | 43                   | 3,6                          | 10                           |
| 16                           | 44,5                 | 3,9                          | 13,0                         |

The KORPEЛ function dialog box is open, showing the arguments: Massiya1 (B3:B17) and Massiya2 (D3:D17). The result is 0,66944722. A small table shows the calculated correlation coefficient 0,67.

7.5-rasm.

bog'likni o'rganib, omuxta em miqdori yoki sifatining oshishi sut mahsuldorligining

oshishi bilan qanchalik bog'liqligini aniqlash mumkin. Xuddi shunga o'xshab, tahlil hayvonlarning fizik faollik darajasi ularning o'sishiga yoki vazn yig'ish tezligiga qanday ta'sir qilishini yoki rasionda muayyan mikroelementlarning mavjudligi ko'payish ko'rsatkichlari bilan qanday korrelyasiyalanishini ko'rsatishi mumkin. Bunday ma'lumotlar seleksionerlar va fermerlarga asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishga imkon beradi: em – xagak rasionlarini optimallashtirish, saqlash sharoitlarini yaxshilash, hayvonlarning salomatligini mustahkamlash va ularning mahsuldorligini oshirish bo'yicha dasturlarni ishlab chiqish, bu esa resurslardan yanada samarali foydalanish va xo'jalik foydasini oshirishga yordam beradi.

**Mavzu bo'yicha nazorat savollari:**

- 1) Korrelyatsiya deganda nimani tushunasiz va u qanday maqsadlarda ishlatiladi?
- 2) Korrelyatsion bog'liqlikning mohiyati nimadan iborat? Misollar keltiring.
- 3) Pirson korrelyatsiya koeffitsienti qanday hisoblanadi va u nimani ko'rsatadi?
- 4) Regression tahlil nima va u korrelyatsiyadan qanday farq qiladi?
- 5) Kobba–Duglas ishlab chiqarish funksiyasi qanday omillarni hisobga oladi va u qanday sohalarda qo'llaniladi?
- 6) Qishloq xo'jaligida korrelyatsion tahlilning ahamiyati nimada?
- 7) Chorvachilikda regression tahlil qanday masalalarni hal qilishga yordam beradi?
- 8) Korrelyatsiya koeffitsientining qiymatlari qanday interpretatsiya qilinadi?
- 9) Regression tenglamasining elementlari nimani anglatadi?
- 10) Qanday korrelyatsiya turlarini bilasiz? Ularning farqi nimada?
- 11) Korrelyatsion–regression tahlilning afzalliklari nimada?
- 12) Korrelyatsion–regression tahlilning kamchiliklari qanday?
- 13) Korrelyatsion–regression tahlil uchun qanday dasturiy ta'minotlardan foydalanish mumkin?
- 14) Qishloq xo'jaligida korrelyatsion–regression tahlilga doir misollar keltiring.
- 15) Chorvachilikda korrelyatsion–regression tahlilga doir misollar keltiring.
- 16) Korrelyatsiya va sabab–oqibat o'rtasidagi bog'liqlikni tushuntiring.
- 17) Qachon korrelyatsion–regression tahlilni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi?
- 18) Korrelyatsion–regression tahlil uchun qanday ma'lumotlar zarur?
- 19) Korrelyatsion–regression tahlil natijalarini qanday interpretatsiya qilish kerak?
- 20) Korrelyatsion–regression tahlilda qanday xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin?

## Adabiyotlar

1. Aminov S.M., Muxamadiyev S.I., Rasulov S.Sh. Axborot kommunikatsion texnologiyalar fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha o'quv qo'llanma. –T.:ToshDAU, 2020 yil. – 248 bet.

2. Urdushev X., Mavlyanov M., Eshanqulov S. Sohada axborot-kommunikatsiya texnologiyalari. I-qism. O'quv qo'llanma. – Samarqand: Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Nashr matbaa markazi, 2024. 188 b.

3. Urdushev X., Mavlyanov M., Eshanqulov S. Sohada axborot-kommunikatsiya texnologiyalari. II-qism. O'quv qo'llanma. – Samarqand: Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Nashr matbaa markazi, 2025. 200 b.

4. D. Watson and H. Williams Computer Science. Hodder Education, 2nd edition, 2023 year. – 404 pages.

5. G. Brown and D. Watson. Cambridge IGCSE ICT. Hodder Education, 3rd edition, 2023 year. – 571 pages.

## Manbalar:

<https://axd.semestr.ru/econ/cobb-douglas.php> – Proizvodstvennaya funktsiya Kobba–Duglasa onlayn

