

REGRESSIYA KOEFFITSIENTLARI TASODIFIY O'ZGARUVCHILAR SIFATIDA

Xakimova Ma'mura Muxammadiyevna

*Samarqand Iqtisodiyot va servis instituti, "Oliy matematika" kafedrasi assistenti
mamurah1983@gmail.com*

Sayfiddinov Firdavs

*Samarqand iqtisodiyot va servis instituti
Iqtisodiyot fakulteti XIM-124 guruh talabasi*

Annotatsiya: *Mazkur maqolada regressiya koeffitsientlarining tasodifiy o'zgaruvchi sifatidagi iqtisodiy-statistik mazmuni tahlil qilinadi. Ekonometrik modelda parametrlarning baholangan qiymatlari yagona qat'iy son emas, balki tanlanma ma'lumotlariga bog'liq holda o'zgaruvchi tasodifiy baholar ekanligi asoslab beriladi. Maqolada eng kichik kvadratlar usuli, baholovchilarning matematik kutilishi, dispersiyasi, standart xatosi, t-statistika, ishonch oralig'i va regressiya natijalarini iqtisodiy talqin qilish masalalari ko'rib chiqilgan. Xayrullayev va Jumayevning "Ekonometrika" o'quv qo'llanmasidagi regressiya-korrelyatsion tahlil yondashuvlari asosiy nazariy tayanch sifatida foydalanildi.*

Kalit so'zlar: *regressiya koeffitsienti, tasodifiy o'zgaruvchi, EKKU, standart xato, t-statistika, ishonch oralig'i, ekonometrik model.*

Kirish

Ekonometrik tahlilda regressiya koeffitsientlari eng muhim tushunchalardan biri hisoblanadi. Chunki aynan regressiya koeffitsientlari orqali omil belgining natijaviy belgiga qanday yo'nalishda va qanday kuch bilan ta'sir qilishi baholanadi. Masalan, ishlab chiqarish hajmi mehnat sarfiga, talab narxga yoki daromad iste'molga bog'liq bo'lgan holatlarda regressiya koeffitsienti iqtisodiy bog'lanishning miqdoriy ifodasini beradi.

Oddiy ko'rinishda regressiya tenglamasi $y = a + bx + \varepsilon$ shaklida yoziladi. Bu yerda y natijaviy belgi, x omil belgi, a ozod had, b regressiya koeffitsienti, ε esa tasodifiy xatolikdir. Habibullayev va Jumayev "Ekonometrika" o'quv qo'llanmasida juft regressiyani $y = f(x)$ ko'rinishidagi bog'lanish sifatida izohlab, chiziqli regressiya uchun $y = a + bx + \varepsilon$ shaklini asosiy model sifatida keltiradi¹⁰⁸.

¹ Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - B. 7-8.

Ko'pincha talabalar regressiya koeffitsientini oddiy hisoblangan son sifatida qabul qiladi. Aslida esa tanlanma asosida topilgan a va b koeffitsientlari tasodifiy xususiyatga ega. Chunki boshqa tanlanma olinganda x va y qiymatlari boshqacha bo'lishi, natijada hisoblangan koeffitsientlar ham o'zgarishi mumkin. Demak, baholangan regressiya koeffitsienti haqiqiy parametrning faqat tanlanma asosidagi yaqinlashgan qiymatidir.

Regressiya koeffitsientlarini tasodifiy o'zgaruvchi sifatida tushunish ekonometrik xulosaning asosini tashkil etadi. Agar koeffitsient tasodifiy baho bo'lsa, uning o'rtacha qiymati, dispersiyasi, standart xatosi va ishonch oralig'i mavjud bo'ladi. Shuning uchun regressiya natijasini faqat tenglama yozish bilan yakunlab bo'lmaydi; koeffitsientlarning statistik ahamiyatligi ham tekshirilishi kerak.

Mazkur maqolaning maqsadi regressiya koeffitsientlarining tasodifiy o'zgaruvchi sifatidagi mohiyatini ochib berish, EKKU baholovchilarining statistik xossalari tushuntirish va amaliy hisob-kitoblar orqali t -statistika hamda ishonch oralig'i mazmunini ko'rsatishdan iborat.

Adabiyotlar sharhi

Regressiya koeffitsientlari tasodifiy o'zgaruvchilar sifatida ekonometrika nazariyasining markaziy mavzularidan biridir. Habibullayev va Jumayev o'quv qo'llanmasida regressiya parametrlarini baholashda eng kichik kvadratlar usuli qo'llanilishi, bu usul haqiqiy va nazariy qiymatlar farqlari kvadratlari yig'indisini minimallashtirishga asoslanishi ko'rsatiladi¹⁰⁹. Mazkur yondashuv regressiya baholarining qanday hosil bo'lishini tushuntirish uchun muhim nazariy asos beradi.

Ushbu qo'llanmada regressiya va korrelyatsiya koeffitsientlarining statistik ma'nodorligini baholash uchun Student t -kriteriyasi va ishonch intervallari hisoblanishi ta'kidlanadi¹¹⁰. Bu fikr mavzu uchun juda muhim: agar regressiya koeffitsienti tasodifiy o'zgaruvchi bo'lmaganida, uning standart xatosi, t -statistikasi yoki ishonch oralig'ini hisoblashning zarurati bo'lmas edi.

Ko'p omilli regressiya masalalarida baholangan koeffitsientlarning ahamiyatligini tekshirish yanada muhimlashadi. Habibullayev va Jumayev namunaviy misollarda bit ta omil koeffitsienti statistik ahamiyatli, boshqa omil koeffitsienti esa tasodifiy omillar ta'sirida hosil bo'lgan bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi¹¹¹. Bu holat regressiya koeffitsientlari iqtisodiy talqin qilinishidan oldin statistik sinovdan o'tkazilishi kerakligini bildiradi.

² Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - B. 7-9.

³ Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - B. 9-10.

⁴ Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - B. 57-67.

Xalqaro ekonometrika adabiyotlarida ham ushbu yondashuv asosiy o'rin tutadi. Gujarati va Porter regressiya koeffitsientlari tanlanmaga bog'liq baholovchilar bo'lgani sababli ular ehtimoliy taqsimotga ega ekanini tushuntiradi. Wooldridge esa chiziqli regressiya modelida baholovchilarning tasodifiyligi aynan tanlanma tasodifiyligi va xatolik hadi orqali yuzaga kelishini izohlaydi.

Demak, mavjud adabiyotlar umumiy xulosaga olib keladi: regressiya koeffitsientlari amaliy tahlilda oddiy raqam emas, balki statistik noaniqlikka ega bo'lgan baholovchilardir. Shu sababli har bir koeffitsient bilan birga uning standart xatosi, t-statistikasi va ishonch oralig'i ham keltirilishi zarur.

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqot nazariy-tahliliy, matematik-statistik va amaliy hisob-kitob metodlariga tayangan holda olib borildi. Avvalo, juft chiziqli regressiya modeli nazariy jihatdan yoritildi, so'ng koeffitsientlarning tasodifiy baho sifatidagi xossalari tahlil qilindi. Keyingi bosqichda sun'iy tanlanma ma'lumotlari asosida regressiya koeffitsientlari, standart xatolar va t-statistikalar hisoblandi.

Model sifatida quyidagi oddiy chiziqli regressiya tenglamasi olindi:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + u_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Bu yerda β_0 va β_1 bosh to'plam parametrlari, u_i tasodifiy xatolik, y_i va x_i esa i-kuzatuv bo'yicha qiymatlardir. Tanlanma asosida β_0 va β_1 noma'lum parametrlarining baholari b_0 va b_1 orqali topiladi. Eng kichik kvadratlar usulida asosiy maqsad quyidagi yig'indini minimallashtirishdan iborat:

$$S(b_0, b_1) = \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 \rightarrow \min$$

Normal tenglamalar yechilganda b_1 va b_0 baholovchilar quyidagi ko'rinishda olinadi:

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

Bu formulalarning o'zi ham b_0 va b_1 ning tasodifiy o'zgaruvchi ekanini ko'rsatadi. Chunki y_i qiymatlari tasodifiy xatolik u_i ni o'z ichiga oladi, demak tanlanma o'zgarsa, b_0 va b_1 ham o'zgaradi. Agar klassik chiziqli regressiya shartlari bajarilsa, b_1 baholovchi siljimagan bo'ladi:

$$E(b_1) = \beta_1$$

Biroq siljimaganlik baholovchi tasodifiy emas degani emas. Aksincha, b_1 turli tanlanmalarda turli qiymat qabul qiladi, lekin uning matematik kutilishi haqiqiy β_1 parametriga teng bo'ladi. Baholovchining noaniqligi dispersiya orqali ifodalanadi:

$$\text{Var}(b_1) = \sigma^2 / \sum (x_i - \bar{x})^2$$

Amaliyotda σ^2 noma'lum bo'lgani uchun u qoldiqlar dispersiyasi orqali baholanadi:

$$s^2 = \sum e_i^2 / (n - 2), \quad e_i = y_i - \hat{y}_i$$

$$se(b_1) = \sqrt{[s^2 / \Sigma(x_i - \bar{x})^2]}$$

Tadqiqotda koeffitsientning statistik ahamiyatligini baholash uchun quyidagi t-statistikadan foydalanildi:

$$t = b_1 / se(b_1)$$

Agar hisoblangan $|t|$ qiymati jadvaldagi kritik qiymatdan katta bo'lsa, b_1 koeffitsient statistik ahamiyatli deb qaraladi. Aks holda, u tasodifiy tebranish natijasi bo'lishi mumkin.

Natijalar va muhokama

Regressiya koeffitsientlarini tasodifiy o'zgaruvchi sifati da tushunish uchun kichik amaliy misol ko'rib chiqamiz. Faraz qilaylik, korxonalarda reklama xarajatlari x va sotuv hajmi y o'rtasidagi bog'lanish tahlil qilinmoqda. Kuzatuvlar soni $n = 6$ bo'lsin.

Quyidagi jadvalda x va y qiymatlari, ularning o'rtachadan chetlanishlari hamda EKKU hisob-kitoblari keltirilgan.

Jadval 1. Regressiya koeffitsientini hisoblash uchun ishchi jadval

Kuzatuv	x	y	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$
1	2	18	-3	-17	51
2	4	24	-1	-11	11
3	5	31	0	-4	0
4	6	40	1	5	5
5	8	49	3	14	42
6	5	48	0	13	0
Jami	30	210	0	0	109

Manba: muallif tomonidan tuzilgan shartli ekonometrik misol.

Jadvaldan ko'rinadiki, $\bar{x} = 5$ va $\bar{y} = 35$. Bundan tashqari, $\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 109$ hamda $\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = 20$. Demak, regressiya koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi:

$$b_1 = 109 / 20 = 5,45$$

$$b_0 = 35 - 5,45 \cdot 5 = 7,75$$

Natijada tanlanma regressiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\hat{y} = 7,75 + 5,45x$$

Bu tenglama iqtisodiy jihatdan shuni bildiradiki, reklama xarajatlari bir birlikka oshganda sotuv hajmi o'rtacha 5,45 birlikka oshadi. Biroq bu 5,45 qiymat mutlaq aniq son emas; u tanlanma asosida hisoblangan tasodifiy bahodir. Boshqa korxonalar yoki boshqa davr ma'lumotlari olinganda b_1 ning qiymati 5,45 dan farq qilishi mumkin.

Endi qoldiqlar orqali standart xatoni hisoblaymiz. Ushbu misolda qoldiqlar kvadratlari yig'indisi shartli ravishda $\Sigma e_i^2 = 82,7$ deb olinsa, qoldiqlar dispersiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$s^2 = 82,7 / (6 - 2) = 20,675$$

$$se(b_1) = \sqrt{(20,675 / 20)} = 1,017$$

Koeffitsientning t-statistikasi:

$$t = 5,45 / 1,017 = 5,36$$

Erkinlik darajasi $df = n - 2 = 4$ bo'lganda 5 foizlik ahamiyat darajasida t jadval qiymati taxminan 2,776 ga teng. Chunki $5,36 > 2,776$, b_1 koeffitsient statistik ahamiyatli deb baholanadi. Bu natija reklama xarajatlari va sotuv hajmi o'rtasidagi ijobiy bog'lanish tasodifiy emasligini ko'rsatadi.

Koeffitsient uchun 95 foizlik ishonch oralig'i quyidagicha aniqlanadi:

$$b_1 \pm t_{krit} \cdot se(b_1) = 5,45 \pm 2,776 \cdot 1,017$$

$$5,45 \pm 2,82 \rightarrow [2,63 ; 8,27]$$

Ishonch oralig'ining nolni o'z ichiga olmasligi b_1 koeffitsientining statistik ahamiyatligini tasdiqlaydi. Agar ishonch oralig'iga nol tushganida, omilning ta'siri aniq deb aytish qiyin bo'lar edi. Habibullayev va Jumayev ham parametr ishonch oralig'ida nol mavjud bo'lsa, baholanayotgan parametrni statistik jihatdan nolga teng deb qabul qilish mumkinligini ta'kidlaydi¹¹².

Jadval 2. Regressiya koeffitsientlarining tasodifiy xususiyatini ifodalovchi asosiy ko'rsatkichlar

Ko'rsatkich	Formula	Mazmuni	Talqini
Matematik kutilish	$E(b_1) = \beta_1$	Baholovchining o'rtacha qiymati	Siljimaganlikni bildiradi
Dispersiya	$Var(b_1) = \sigma^2 / \sum(x_i - \bar{x})^2$	Bahoning tarqalish darajasi	Noaniqlikni o'lchaydi
Standart xato	$se(b_1)$	Baholovchi standart og'ishi	t-test uchun asos
t-statistika	$t = b_1 / se(b_1)$	Koeffitsient ahamiyatligi	Jadval qiymati bilan solishtiriladi
Ishonch oralig'i	$b_1 \pm t \cdot se(b_1)$	Haqiqiy parametr joylashishi mumkin bo'lgan oraliq	Nol tushsa, ta'sir shubhali

Manba: Habibullayev va Jumayev hamda klassik ekonometrika adabiyotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Regressiya koeffitsientining tasodifiy o'zgaruvchi sifatida talqin qilinishi iqtisodiy qarorlar uchun juda muhim. Masalan, agar $b_1 = 5,45$ bo'lsa, lekin uning standart xatosi juda

⁵ Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - B. 10.

katta bo'lsa, bu natija ishonchsiz bo'lishi mumkin. Aksincha, koeffitsient kichikroq bo'lsa ham, standart xato juda past bo'lsa, u statistik jihatdan aniqroq baho hisoblanadi.

Shuning uchun ekonometrik tahlilda faqat koeffitsientning ishorasi va miqdoriga qarash yetarli emas. Har bir koeffitsient bo'yicha standart xato, t-statistika, p-qiymat yoki ishonch oralig'i berilishi lozim. Aks holda, tahlil iqtisodiy xulosa ko'rinishida chiroyli ko'rinsa ham, statistik jihatdan asoslanmagan bo'lib qoladi.

Ko'p omilli regressiyada bu masala yanada murakkablashadi. Omillar o'zaro kuchli bog'langan bo'lsa, multikollinearlik paydo bo'ladi va koeffitsientlarning standart xatolari kattalashadi. Natijada iqtisodiy jihatdan muhim omil statistik ahamiyatsiz chiqishi mumkin. Shu sababli regressiya koeffitsientlarini tasodifiy baho sifatida tushunish ko'p omilli tahlilda ham zarur.

Xulosa va takliflar

Regressiya koeffitsientlari ekonometrik modelda omillarning natijaviy belgiga ta'sirini ifodalovchi asosiy ko'rsatkichlardir. Biroq ularni oddiy qat'iy son sifatida emas, balki tanlanma ma'lumotlariga bog'liq tasodifiy o'zgaruvchi sifatida tushunish kerak. Chunki har bir tanlanma regressiya koeffitsientining boshqa qiymatini berishi mumkin.

Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, regressiya koeffitsientlarining tasodifiyligi standart xato, t-statistika va ishonch oralig'i orqali baholanadi. Agar koeffitsientning ishonch oralig'i nolni o'z ichiga olmasa va t-statistika kritik qiymatdan katta bo'lsa, u statistik ahamiyatli hisoblanadi. Aks holda, koeffitsient iqtisodiy jihatdan qiziqarli bo'lsa ham, ilmiy xulosa chiqarish uchun yetarli asos bo'lmaydi.

EKKU usuli regressiya koeffitsientlarini hisoblashning eng keng qo'llaniladigan usuli bo'lib, u haqiqiy va nazariy qiymatlar farqlari kvadratlari yig'indisini minimallashtirishga asoslanadi. Klassik shartlar bajarilganda EKKU baholovchilari siljimagani va samarali bo'ladi. Ammo amaliy tahlilda bu shartlar har doim tekshirilishi kerak.

Maqola natijalari asosida quyidagi takliflar ilgari suriladi: birinchidan, regressiya natijalari talqinida koeffitsient bilan birga uning standart xatosi ham ko'rsatilishi kerak; ikkinchidan, har bir koeffitsient t-test orqali tekshirilishi zarur; uchinchidan, ishonch oralig'i iqtisodiy xulosa chiqarishda alohida e'tiborga olinishi lozim; to'rtinchidan, multikollinearlik va xatolik dispersiyasi muammolari tekshirilmasdan regressiya natijalariga yakuniy baho berilmasligi kerak.

Umuman olganda, regressiya koeffitsientlarini tasodifiy o'zgaruvchi sifatida tushunish ekonometrik fikrlashning eng muhim bosqichidir. Bu yondashuv talaba yoki tadqiqotchiga model natijasini mexanik qabul qilmasdan, uning ishonchlilik darajasini ham baholash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika: amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya, 2020. - 176 b.
2. Gujarati D.N., Porter D.C. Basic Econometrics. - New York McGraw-Hill, 2009. - 922 b.
3. Wooldridge J.M. Introductory Econometrics: A Modern Approach. - Boston Cengage Learning, 2020. - 816 b.
4. Greene W.H. Econometric Analysis. - New York Pearson, 2018. - 1176 b.
5. Stock J.H., Watson M.W. Introduction to Econometrics. - Boston Pearson, 2020. - 800 b.
6. Eliseeva I.I. Ekonometrika. - Moskva Yurayt, 2019. - 453 b.
7. Dougherty C. Introduction to Econometrics. - Oxford Oxford University Press, 2016. - 608 b.
8. Mankiw N.G. Principles of Economics. - Boston Cengage Learning, 2024. - 888 b.
9. Maddala G.S. Introduction to Econometrics. - Chichester Wiley, 2001. - 636 b.
10. Studenmund A.H. Using Econometrics: A Practical Guide. - Boston Pearson, 2017. - 560 b.

Abstract	Аннотация
<p>This article analyzes regression coefficients as random variables in econometric models. It explains why estimated coefficients depend on sample data and therefore have standard errors, t-statistics and confidence intervals. The paper also provides formulas and a numerical example based on the ordinary least squares method.</p>	<p>В статье анализируются коэффициенты регрессии как случайные величины в эконометрических моделях. Объясняется, почему оцененные коэффициенты зависят от выборочных данных и поэтому имеют стандартные ошибки, t-статистики и доверительные интервалы. Также приведены формулы и числовой пример на основе метода наименьших квадратов.</p>