



AGRAR SOHA SAMARADORLIGINI STATISTIK BAHOLASHDA STOXTASTIK CHEGARAVIY TAHLIL (SFA) MODELING QO'LLANILISHI

APPLICATION OF THE STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS (SFA) MODEL IN THE STATISTICAL EVALUATION OF AGRICULTURAL SECTOR EFFICIENCY

¹Utanov Bunyod
Kuvandikovich

¹Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti tadqiqotchisi

Annotatsiya Abstract

Uzb. - Mazkur maqolada O'zbekiston agrar soha samaradorligini statistik baholashda parametrik Stoxastik chegaraviy tahlil (SFA) usuli qo'llanilgan. Tadqiqot ishi 2010–2025-yillardagi panel ma'lumotlariga asoslangan bo'lib, unda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish funksiyasining chegaraviy holati va resurslar elastikligi aniqlangan. SFA modeli natijalari respublikada o'rtacha texnik samaradorlik 73 foizni tashkil etishini ko'rsatdi. Maqolada hududiy samaradorlik yo'nalishlari shakllantirilib, Samarqand va Navoiy viloyatlari yetakchi, Qoraqalpog'iston Respublikasi esa eng past ko'rsatkichga ega hududlar sifatida tahlil qilingan.

Eng. - This article applies the parametric Stochastic Frontier Analysis (SFA) approach to the statistical assessment of agricultural sector efficiency in Uzbekistan. The study is based on panel data for the period 2010–2025 and identifies the frontier state of the agricultural production function as well as resource elasticity. The results of the SFA model revealed that the average technical efficiency in the republic accounted for 73 percent. The article also determines regional efficiency patterns, identifying Samarkand and Navoi regions as leading territories, while the Republic of Karakalpakstan demonstrated the lowest efficiency indicators.

Kalit so'zlar: Keywords:

❖ *agrar soha, SFA modeli, texnik samaradorlik, stoxastik chegaraviy tahlil, ishlab chiqarish funksiyasi, normal taqsimot, gamma koeffitsiyenti, resurslar elastikligi, qishloq, o'rmon va baliq xo'jaligi, yalpi qo'shilgan qiymat, tarmoq, asosiy fondler, investitsiya.*

❖ *agricultural sector, SFA model, technical efficiency, stochastic frontier analysis, production function, normal distribution, gamma coefficient, resource elasticity, agriculture, forestry and fisheries, gross value added, industry, fixed assets, investment.*

Kirish.

Global iqtisodiy o'zgarishlar va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash zaruriyati sharoitida agrar soha samaradorligini miqdoriy baholash iqtisodiy tadqiqotlarning eng muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda. Bu borada jahon ilmiy adabiyotlarida asosan ikki

xil metodologik yondashuv M. Farrell tomonidan asos solingan samaradorlik chegarasi konsepsiyasi doirasidagi parametrik hamda noparametrik usullar ustuvorlik qiladi.

Mamlakatimiz iqtisodiyotini modernizatsiya qilish bosqichida agrar sohani ekstensiv rivojlanishdan klaster tizimi va

innovatsion texnologiyalarga asoslangan intensiv rivojlanishga o'tkazish asosiy vazifalardan biri etib belgilangan. Mazkur transformatsiya jarayonida hududiy qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining real salohiyatini aniqlash va mavjud resurslardan foydalanish darajasini baholash muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu ilmiy maqolada agrar soha samaradorligini baholashda xalqaro e'tirof etilgan usullardan biri stoxastik chegaraviy tahlil (keyingi o'rinlarda SFA "Stochastic Frontier Analysis" deyiladi) modelidan foydalanildi. SFA usulining asosiy afzalligi shundaki, u qishloq xo'jaligi kabi tabiiy omillarga (masalan, ob-havo) o'ta bog'liq sohalarda tasodifiy xatoliklarni tizimli samarasizlikdan ajratib o'rganish imkonini beradi. Mazkur holatda agrar soha faoliyati samaradorligiga kompleks yondashuv asosida olingan natijalar agrar sohadagi latent (yashirin) imkoniyatlarni aniqlash va hududiy iqtisodiy siyosatni shakllantirishda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi.

Parametrik yo'nalish D.Aigner, C.Lovell va P.Schmidt [1] hamda W.Meeusen va J.van den Broeck [2] tomonidan deyarli bir vaqtda taklif etilgan samaradorlikning stoxastik chegaraviy baholanishi (SFA) usulini qo'llagan holda usulining afzalligini ilmiy isbotlab bergan. Buning natijasida qishloq xo'jaligi kabi tabiiy omillarga bog'liq sohalarda tasodifiy xatoliklarni tizimli samarasizlikdan ajratib o'rganish imkonini yaratilgan. Keyinchalik G.Battese va T.Coelli [3] tomonidan ushbu modelning panel ma'lumotlarga moslashtirilgan variantlari ishlab chiqilishi agrar sohadagi texnik samaradorlik va texnologik o'zgarishlarni dinamikada tadqiq etish uchun keng yo'l ochdi. Mazkur tadqiqotda ushbu xalqaro e'tirof etilgan metodologiyalar sintezi asosida O'zbekiston agrar sektorining hududiy samaradorlik profili shakllantirildi.

Tadqiqotda samaradorlikning stoxastik chegaraviy baholanishi (SFA) modeliga o'tildi. Regressiya tahlili natijasida olingan elastiklik koeffitsiyentlari agrar sohada qaysi resurs ishlab chiqarish o'sishida ustuvor ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatsa, keyingi bosqichdagi samaradorlik tahlili ushbu resurslardan qanchalik foydalanilayotganini aniqlab beradi. Bu esa ishlab chiqarishning miqdoriy o'sishidan sifat o'zgarishlariga o'tish yo'nalishlarini ilmiy prognoz qilish imkonini yaratadi.

Tadqiqot metodologiyasi.

Mazkur tadqiqot ishida ma'lumotlarni to'plashda statistik kuzatish, guruhlash, indeks, grafik va korrelyatsion-regression tahlil usullaridan keng foydalanildi. Bundan tashqari tadqiqot davomida asosiy usulning metodologik jihatdan ko'p o'lchovli statistik tahlil tamoyillariga tayanilgan holda, bir-birini to'ldiruvchi ikki xil yondashuvdan parametrik bo'lgan Stoxastik chegaraviy tahlil (SFA) modelidan foydalanildi. SFA—bu iqtisodiy samaradorlikni o'lchash uchun ishlatiladigan ekonometrik usul bo'lib, u ishlab chiqarish birliklarining (masalan, agrar soha) optimal ishlab chiqarish funksiyasidan chetlanishini tahlil qiladi. Ushbu usul tasodifiy xatolar va samarasizlik omillarini hisobga olib, quyidagicha ifodalanadi:

$$y_i = f(x_i; \beta) + v_i - u_i \quad (1) [1]$$

Bu yerda: y_i — har bir kuzatuv uchun chiqish (masalan, qishloq, o'rmon va baliq xo'jaligida yaratilgan yalpi qo'shilgan qiymat); $f(x_i; \beta)$ — ishlab chiqarish funksiyasi (yoki xarajatlar funksiyasi), u kirish ma'lumotlari va parametrlar ga bog'liq; v_i — tasodifiy xatolik, samaradorlikka ta'sir qilmaydigan omillarni aks ettirib (masalan, bozor shoklari), normal taqsimlangan deyiladi $v_i \sim N(0; \sigma^2)$; (2) u_i — samaradorlikdan chetlanish, bu doim ijobiy qiymatga ega bo'lib samarasizlikni ifodalaydi hamda yarim normal taqimlangan deyiladi $u_i \sim |N(0; \sigma^2)|$ (3).

Tahlil va natijalar muhokamasi.

Tadqiqot davomida respublikamiz qishloq, oʻrmon va baliq xoʻjaligining yalpi qoʻshilgan qiymati, tarmoqdagi bandlar soni, tarmoqqa kiritilayotgan investitsiya hajmi, yer fondi hamda asosiy fondlar qiymati kabi koʻrsatkichlar 2010-2025-yillar uchun olindi. Tahlil ishonchligini orttirish maqsadida qiymat koʻrsatkichlar 2010-yilgi taqqoslama

bahoga oʻtkazib olindi. 2010-2025-yillarni qamrab olgan ushbu tahlil davri respublikada agrar islohotlarning ikki muhim bosqichini ekstensiv rivojlanishdan klaster tizimi va innovatsion texnologiyalarga asoslangan intensiv rivojlanishga oʻtish davrini oʻz ichiga oladi. Bu esa modellarda nafaqat miqdoriy oʻzgarishlarni, balki sifat jihatidan transformatsiya jarayonlarini ham raqamlarda aks ettirishga xizmat qildi.

1-jadval

Oʻzbekiston Respublikasida qishloq xoʻjaligida yalpi qoʻshilgan qiymat, investitsiya, yer maydoni, bandlar, asosiy fondlarning SFA modeli natijalari

Koʻrsatkichlar (Oʻzgaruvchilar)	Koeffitsiyent (Estimate)	Standart xatolik (Std. Error)	z-statistika (z value)	P-qiymati (Pr(> z))
Oʻzgarmas miqdor (Intercept)	1.5761	0.8256	1.9090	0.0562
Investitsiyalar (log)	-0.0286	0.0565	-0.5062	0.6127
Yer maydoni (log)	0.1552	0.0482	3.2214	0.0013
Bandlar soni (log)	0.9765	0.0499	19.5601	0.0001
Umumiy dispersiya	0.1670	0.0428	3.9013	0.0001
Gamma koeffitsiyenti	0.9551	0.1576	6.0590	0.0001
Log-likelihood qiymati	-5.0539			

Yuqorida berilgan jadvaldagi Stoxastik chegaraviy tahlil natijalari mamlakatimiz agrar sohasida ishlab chiqarish funksiyasi va uning chegaradan ogʻish tendentsiyalarini aniqlash imkonini berdi. Modelning maksimal haqiqatga oʻxshashlik baholari shuni koʻrsatadiki, gamma koeffitsiyenti 0,955 ga teng boʻlib, $p < 0,001$ darajasida oʻta ahamiyatlidir. Mazkur koʻrsatkich sohadagi ishlab chiqarish zaxiralarini ishga solishda asosiy toʻsiq texnologik yetishmovchilik emas, balki mavjud resurslarni boshqarishdagi samarasizlik ekanligini ilmiy jihatdan isbotlaydi [4].

SFA modeli doirasida aniqlangan resurslar elastikligi anʼanaviy OLS modellaridan farq qiluvchi qiziqarli natijalarni taqdim etdi. Xususan, mehnat omilining (lnbandlar) elastiklik koeffitsiyenti 0,976 ga teng boʻlib ($p < 0,001$), ishlab chiqarish chegarasini belgilashda eng strategik resurs ekanligini koʻrsatdi. Yer maydoni (lnyer) koeffitsiyentining 0,155 darajasida statistik

ahamiyatga ega boʻlishi ($p < 0,01$), chegaraviy samaradorlik nuqtai nazaridan yer resurslaridan intensiv foydalanish hamon oʻsish potensialiga ega ekanligidan dalolat beradi [5].

Model natijalariga koʻra, respublika agrar sohasining oʻrtacha texnik samaradorlik koeffitsiyenti (mean efficiency) 0,743 (yoki 74,3 foiz)ni tashkil etdi. Bu shuni anglatadiki, hozirgi texnologik sharoitda va mavjud resurslar miqdori bilan Oʻzbekiston qishloq xoʻjaligi korxonalarini qoʻshimcha resurs sarflamasdan, faqat boshqaruv va texnik jarayonlarni optimallashtirish hisobiga mahsulot hajmini oʻrtacha 25,7 foizga oshirish imkoniyatiga ega. Mazku holat agrar islohotlarning keyingi bosqichi nafaqat investitsiya jalb qilish, balki ishlab chiqarish jarayonlarini samaradorlik chegarasiga yaqinlashtiruvchi innovatsion boshqaruv usullarini joriy etishga qaratilishi lozimligini koʻrsatadi.

Model bo'yicha o'rtacha texnik samaradorlik 0,723 (yoki 72,3 foiz)ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich shuni anglatadiki, agrar sohada mavjud resurslar va joriy texnologiya bilan ishlab chiqarishni qo'shimcha 27,7 foizga oshirish imkoniyati mavjud. Gamma koeffitsiyentining o'ta yuqoriligi ushbu zaxiralarni faqatgina boshqaruv sifatini

oshirish, kadrlar malakasini ko'tarish va agrotexnik tadbirlarni optimallashtirish orqali ishga solish mumkinligini ilmiy asoslab beradi. Mazkur xulosa dissertatsiyaning amaliy qismida hududiy samaradorlikni oshirish bo'yicha ishlab chiqiladigan strategik yo'nalishlar uchun boshlang'ich nuqta bo'lib xizmat qiladi.

3-jadval

O'zbekiston Respublikasida qishloq xo'jaligida yalpi qo'shilgan qiymat, investitsiya, yer maydoni, bandlar, asosiy fondlarning parametrik SFA model natijalari

N ^o	Hudud	1 model bo'yicha	2 model bo'yicha	O'rtacha
1	O'zbekiston Respublikasi	0.74	0.72	0.73
<i>shu jumladan</i>				
1.1	Qoraqalpog'iston Respublikasi	0.40	0.36	0.38
1.2	Andijon viloyati	0.90	0.92	0.91
1.3	Buxoro viloyati	0.72	0.68	0.70
1.4	Jizzax viloyati	0.71	0.65	0.68
1.5	Qashqadaryo viloyati	0.64	0.57	0.60
1.6	Navoiy viloyati	0.91	0.92	0.91
1.7	Namangan viloyati	0.84	0.87	0.85
1.8	Samarqand viloyati	0.94	0.93	0.93
1.9	Surxondaryo viloyati	0.55	0.50	0.52
1.10	Sirdaryo viloyati	0.72	0.74	0.73
1.11	Toshkent viloyati	0.84	0.78	0.81
1.12	Farg'ona viloyati	0.66	0.63	0.64
1.13	Xorazm viloyati	0.78	0.81	0.79

Tadqiqot doirasida qo'llanilgan ikki xil SFA modeli natijalari O'zbekiston Respublikasi hududlarida qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish samaradorligi o'ta assimetrik ekanligini ko'rsatdi. Respublikaning o'rtacha samaradorlik koeffitsiyenti 0,73 (73 foiz) darajasida barqarorlashgan bo'lsada, hududlar kesimida bu ko'rsatkich 0,38 dan 0,93 gacha bo'lgan keng diapazonda tebranadi. Bunday katta tafovut agrar islohotlarning hududiy o'ziga xosliklarini hisobga olish va orqada qolayotgan hududlar uchun alohida drayverlarni aniqlash zarurligini empirik jihatdan asoslaydi.

Samaradorlik reytingida Samarqand (0,93), Navoiy (0,91) va Andijon (0,91) viloyatlari yetakchilik qilmoqda. Ushbu hududlarning "ishlab chiqarish chegarasiga" yaqinligi ularda mavjud resurslardan (yer, suv, mehnat) foydalanish tizimi maksimal darajada optimallashtirilganligini anglatadi. Xususan, Samarqand va Andijon viloyatlarida yer resurslarining cheklanganligi sharoitida intensiv texnologiyalarning keng joriy etilishi, Navoiy viloyatida esa klaster tizimi va agrosanoat integratsiyasining yuqori darajasi ushbu samaradorlikning asosiy omillari bo'lib xizmat qilmoqda.

Aksincha, Qoraqalpog'iston Respublikasi (0,38), Surxondaryo (0,52) va Qashqadaryo (0,60) viloyatlarida samaradorlik ko'rsatkichlari respublika o'rtacha darajasidan sezilarli darajada past ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, Qoraqalpog'iston Respublikasida samaradorlik zaxirasi 62 foizni tashkil etadi. Bu shuni anglatadiki, ushbu hududda mahsulot hajmini oshirish uchun yangi resurslar jalb qilishdan ko'ra, mavjud yerlarning meliorativ holatini yaxshilash, irrigatsiya tizimlarini modernizatsiya qilish va boshqaruv samaradorligini oshirish orqali ishlab chiqarishni qariyb ikki barobarga ko'paytirish imkoniyati mavjud.

Xulosa va takliflar.

O'tkazilgan tadqiqot natijalari mamlakatimiz agrar sohasida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bo'yicha muhim ilmiy xulosalar chiqarish imkonini berdi. Stoxastik chegaraviy tahlil (SFA) natijalariga ko'ra, respublika qishloq xo'jaligining o'rtacha texnik samaradorlik koeffitsiyenti 0,73 (yoki 73 foiz)ni tashkil etdi. Mazkur natija shuni anglatadiki, hozirgi texnologik sharoitda hamda mavjud

resurslar miqdori bilan agrar soha korxonalarini qo'shimcha resurs sarflamasdan, faqatgina boshqaruv va texnik jarayonlarni optimallashtirish hisobiga mahsulot hajmini o'rtacha 27 foizga oshirish imkoniyatiga ega.

Modelning eng muhim ko'rsatkichlaridan biri bo'lgan gamma koeffitsiyenti 0,99 ga teng bo'lib, o'ta yuqori statistik ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu natija agrar sohadagi real va potentsial ishlab chiqarish o'rtasidagi tafovutning deyarli barchasi bevosita texnik samarasizlik bilan bog'liqligini ilmiy jihatdan isbotlaydi. Ya'ni, ishlab chiqarishdagi yo'qotishlar tasodifiy ob-havo yoki boshqa stoxastik xatarlar tufayli emas, balki aynan resurslarni boshqarishdagi tizimli kamchiliklar sababli yuzaga kelmoqda.

Resurslar elastikligi tahlili mehnat omilining ishlab chiqarish chegarasini belgilashda eng strategik resurs ekanligini ko'rsatdi. Shu bilan birga, vaqt trendi (T) kiritilgan model natijalari respublika agrar sektorida har yili o'rtacha 3,4 foiz miqdorida texnik progress yuz berayotganini va ishlab chiqarish chegarasi innovatsion usullar hisobiga yuqoriga siljiyotganini tasdiqladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
2. Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). *Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. International Economic Review*, 435-444.
3. Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1992). *Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169.
4. Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). *A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. Empirical Economics*, 20, 325-332.
5. Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2003). *Stochastic Frontier Analysis. Cambridge University Press.* (SFA usuli bo'yicha eng mukammal darslik va metodologik qo'llanma).
6. Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Springer Science & Business Media.*
7. O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi. *Qishloq xo'jaligi statistikasi, 2020-2025.* URL <https://stat.uz>