



KO‘P OMILLI STATISTIK MODELLAR YORDAMIDA O‘ZBEKISTON TASHQI SAVDO KO‘RSATKICHLARINI TAHLIL QILISH

Muallif: Abdugalilova Bibisora Baxodir qizi ¹

Affiliyatsiya: O‘zbekiston Respublikasi Milliy Statistika qo‘mitasi kadrlar malakasini oshirish va statistik tadqiqotlar instituti doktoranti ¹

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17587929>

ANNOTATSIYA

Ushbu tadqiqotda Sun‘iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish orqali tashqi savdo jarayonlarini chuqurroq o‘rganish, resurslardan samarali foydalanish va savdo siyosatini takomillashtirish bo‘yicha nazariy va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga qaratilgan. Mazkur tadqiqot O‘zbekiston tashqi savdo ko‘rsatkichlarini sun‘iy intellektning nazoratsiz o‘rganish yondashuvlari asosida tahlil etish, ularning determinantlarini aniqlash hamda ilmiy asoslangan iqtisodiy siyosat tavsiyalarini ishlab chiqish uchun muhim metodologik asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: Sun‘iy intellekt, asosiy komponentlar tahlili, nazoratsiz mashinani o‘rganish, k-means klasterlash, ierarxik klasterlash.

KIRISH

Sun‘iy intellekt (AI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi jahon iqtisodiyoti uchun yangi davrni boshlab berdi va bu xalqaro savdo dinamikasiga ta'siri sezilarli ravishda oshdi.. Robototexnika, kompyuterni ko‘rish, mashinani o‘rganish, avtonom tizimlar va yirik til modellarini qamrab oluvchi sohalaridagi sun‘iy intellekt tizimlari ishlab chiqarish jarayonlari va ta‘minot zanjirlariga tobora ko‘proq integratsiyalashib bormoqda va ularning savdo oqimlariga ta'sir ko‘rsatish salohiyatiga katta e'tibor qaratilmoqda [1]. Hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, 2040 yilga kelib global savdo hajmining o'sishi sun'iy intellektni qo'llashning intensivligi va kengligi va global miqyosda hosildorlikning o'sish darajasiga qarab 7-14 foizga oshishi mumkin [2].

Sun‘iy intellekt (AI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi global sanoat tuzilmasiga chuqur ta'sir ko‘rsatib, ayniqsa tashqi savdo sohasida strategik ahamiyat kasb etmoqda. Davlatlar va korxonalar murakkab global bozor sharoitida faoliyat yuritish ekan, AI texnologiyalari savdo jarayonlarini optimallashtirish, yangi bozor segmentlariga kirish imkoniyatlarini kengaytirish hamda savdoni moliyalashtirish mexanizmlarini soddalashtirishda muhim o‘rin tutadi. Mazkur tadqiqot sun‘iy intellektning xalqaro savdo tizimini qayta shakllantirishdagi o‘rni va ta'sirini har tomonlama tahlil qilish, uning savdo dinamikasiga olib kirayotgan innovatsion o‘zgarishlarini aniqlash hamda ushbu jarayonda yuzaga kelayotgan dolzarb muammolar va istiqbolli imkoniyatlarni chuqur o‘rganishga qaratilgan [3]. Globallashtirish jarayonida iqtisodiyotda shakllanayotgan ma'lumotlarning hajmi va murakkabligi ortib borayotgani tashqi savdo ko‘rsatkichlarini samarali tahlil qilish uchun ilg‘or analitik yondashuvlarni qo‘llash zaruratini yuzaga keltirmoqda, va bu esa ko‘p o‘lchovli statistik ma'lumotlarni chuqur tahlil etishda sun‘iy intellekt (AI) va

mashinaviy o'rganish metodlari asosida Asosiy komponentlar tahlili (Principal Component Analysis – PCA) ma'lumotlar tarkibidagi yashirin tuzilmani aniqlash hamda, eng muhim omillarni ajratib ko'rsatishda samarali vosita hisoblanadi.

Asosiy komponentlar tahlili (PCA) - katta ma'lumotlar to'plami mavjud bo'lganda o'lchamlar sonini kamaytiradigan usul; Shu maqsadda u korrelyatsiya qilingan o'zgaruvchilarni asosiy komponentlar deb ataladigan yangi, kichikroq to'plamga aylantiradi [4]. Bu ko'p o'lchovli tadqiqotlarda ma'lumotlarni sharhlash va vizualizatsiya qilishni osonlashtiradi, chunki eng muhim o'zgaruvchanlikni yo'qotmasdan, asl ma'lumotni siqib chiqarish mumkin [5,6].

Asosiy komponentlar tahlili (PCA) ikki tomonlama tabiati tufayli mashinani o'rganishda muhim usuldir. PCA ma'lumotlar to'plamining o'lchamlarini pasaytiradi, eng muhim ma'lumotlarni kodlaydigan o'lchamlarni olib tashlaydi. O'lchamlar sonini kamaytirish orqali ma'lumotlar kamroq joydan foydalanadi, bu esa kamroq vaqt ichida kattaroq ma'lumotlar to'plamlarida tasniflash imkonini beradi. Bundan tashqari, PCA faqat eng ahamiyatli komponentlarni saqlab qolgan holda ma'lumotlarni eng informativ o'lchamlar bo'ylab proyeksiya qiladi, natijada ma'lumotlar to'plamidagi yashirin naqshlar va munosabatlar aniqroq ko'rinish oladi [7].

Ushbu tadqiqot uchun mamlakatlarning iqtisodiyoti, suniy intellekt va raqamli texnologiyalar kabi sohalardagi rivojlanishini hisobga oluvchi ko'rsatkichlar tanlangan. Ushbu tahlilda mintaqadagi asosiy omillarni aniqlash, umumiy naqshlar bo'yicha mamlakatlarni guruhlash va klaster tahlil qilish maqsadida asosiy komponentlar tahlili (PCA) orqali ma'lumotlar o'rganildi. Taklif etilayotgan ushbu uslubiy yondashuv natijalarni yaxshiroq vizuallashtirish va talqin qilishga yordam beradi, bir nechta ko'rsatkichlar o'rtasidagi mavjud munosabatlarni ko'rib chiqishda o'xshashliklarni aniqlash tufayli hukumat siyosatini ishlab chiqish uchun mas'ul shaxslar tomonidan qaror qabul qilishni osonlashtiradi [8].

Du-Harpur va boshqalar Sun'iy intellektni inson tafakkurining simulyatsiyasi sifatida talqin qilib, uning yangi ma'lumotlardan o'rganish va moslashish qobiliyatini ta'kidlaydilar [9]. Bundan tashqari, sun'iy intellekt kontekstga xos qarorlar qabul qilish va mavhum fikrlashda ham qiyinchiliklarga duch keladi — bu esa inson tafakkuri ustun bo'lgan sohalardir. Shu bilan birga, ilmiy-tadqiqot va texnologik rivojlanish ushbu cheklovlarni bartaraf etishga va SI'ning imkoniyatlarini yanada kengaytirishga qaratilgan bo'lib, uni tobora murakkab va moslashuvchan tizimga aylantirishga intilmoqda [10].

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda ma'lumotlar Milliy Statistika qo'mitasi va Jahon bankining rasmiy manbalaridan olindi. Shuningdek, 2021-2024 yillardagi O'zbekiston Respublikasining asosiy tashqi savdo hamkorlari — Xitoy, Rossiya, Qozog'iston, Turkiya, Koreya, Germaniya, Turkmaniston, Afg'oniston, Hindiston va Fransiya kabi mamlakatlar bo'yicha eksport hajmi, import hajmi, PCA ko'rsatkichlari, savdo balansi hamda, o'sish sur'atlari kabi indikatorlar tahlil qilindi. Ushbu ko'rsatkichlar logarifmlandir, shu asosda asosiy komponentlar tahlili (PCA) va klaster tahlili, Stata panelida hisoblandi. Mamlakatlar o'rtasidagi struktural o'xshashlik va farqliliklarni aniqlashga qaratilgan ko'p o'lchovli statistik tahlil olib borildi.

Sun'iy intellektida mashinali o'rganish yo'nalishi kompyuterlarning aniq dasturlashsiz ma'lumotlardan o'rganishi va qarorlar yoki bashoratlar chiqarish

imkonini beruvchi algoritmlarni ishlab chiqishga qaratilgan [16]. Bunday algoritmlar ma'lumotlar orasidagi naqsh va bog'liqliklarni aniqlab, kompyuterga asosli qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Mashinaviy o'rganish uchta asosiy turga bo'linadi: **Nazoratli o'rganish (Supervised Learning)**, **nazoratsiz o'rganish (Unsupervised Learning)**, **qisman nazoratli o'rganish (Semi-Supervised Learning)**. Amaliy real muammolarni hal etishda ko'pincha nazoratsiz yondashuv afzal hisoblanadi. Buning sababi — nazoratli yondashuvda ishlatiladigan **o'quv ma'lumotlarini (training data)** tayyorlash murakkab bo'lsa-da, nazoratsiz yondashuvda bunday ma'lumotlarga ehtiyoj bo'lmaydi. Asosiy komponentlar tahlili (PCA) yordamida iqtisodiy o'sish va ijtimoiy farovonlikdagi farqlarni izohlovchi asosiy omillar aniqlangan, bu esa global raqobatbardoshlik bo'yicha tadqiqotlarda o'z tasdig'ini topgan. Ushbu tahlillar **sun'iy intellekt (AI)** texnologiyalarida keng qo'llaniladigan **unsupervised learning** (nazoratsiz o'rganish) usullaridan biridir. PCA va klasterlashning kombinatsiyalangan qo'llanilishi bir nechta muhim afzalliklarni taqdim etadi. Avvalo, u dastlabki ma'lumotlar to'plamidagi ortiqcha yoki yuqori darajada korrelyatsiyalangan o'zgaruvchilarni kamaytirib, tahlilni soddalashtiradi. Shu bilan birga, klasterlash jarayonida shakllangan guruhlar yanada mazmunli va izchil bo'lib, ular oddiy individual tafovutlarga emas, balki chuqurroq strukturaviy farqlilikka asoslanadi.

Eksport-import faoliyatining strategik yo'nalishlarini aniqlash va ularni takomillashtirish uchun, eng avvalo, uning mavjud rivojlanish darajasi va samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqlash zarur hisoblanadi. Iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilishda qo'llaniladigan zamonaviy boshqaruv yondashuvlari ko'rsatkichlarning ierarxik tizimidan foydalanishni taklif etadi. Bunda eksport-import faoliyatining samaradorligi me'yoriy, rejalashtirilgan yoki optimal qiymatlar bilan taqqoslanadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

O'zbekiston Respublikasining tashqi savdo ko'rsatkichlariga asoslangan PCA tahlili, indikatorlar o'rtasidagi strukturaviy bog'liqliklarni samarali ravishda ochib berdi. Birinchi ikki komponentning umumiy dispersiyaning 86.2 foizini tashkil etadi va tahlilning ishonchliligini tasdiqlaydi. Savdo balansi, eksport-import muvozanati va nisbiy ustunlik (RCA) tashqi savdo samaradorligining asosiy omillari hisoblanadi.

1-Jadval¹.

O'zbekiston Respublikasining hamkor mamlakatlar bilan savdo aloqalarining asosiy komponentlar tahlili

Principal components/correlation		Number of obs	=	10
		Number of comp.	=	4
		Trace	=	5
Rotation: (unrotated = principal)		Rho	=	1.0000
Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	2.658	1.006	0.532	0.532
Comp2	1.653	1.077	0.331	0.862
Comp3	0.576	0.463	0.115	0.978
Comp4	0.113	0.113	0.022	1.000
Comp5	0	.	0.000	1.000
Principal		components		(eigenvectors)

¹ Muallif tomonidan stata panelida bajarilgan.

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Unexplained
ln_Export	0.078	0.724	0.451	-0.033	0
ln_Import	-0.537	0.316	0.281	0.445	0
ln_RCA	0.556	0.301	0.110	-0.434	0
ln_Total_t~h	0.564	0.156	-0.293	0.756	0
ln_Trade_b~e	0.279	-0.511	0.787	0.203	0

1-jadvalda PCA natijasida olingan birinchi to'rtta komponent uchun mos keluvchi qiymatlar keltirilgan. 1- komponentda RCA indeksi 0,056 ga, umumiy savdo hajmi 0,279 ga, import esa salbiy -0,537 ga teng. bu importning kamayishi, savdo ixtisoslashuvi ortishiga va savdoning sifat omillarini aks ettiradi. 2-komponentda export ko'rsatkichi 0,724 ga, savdo balansi -0,511 ga teng. Bu komponent eksport hajmi bilan bog'liq bo'lib, lekin ayni vaqtda savdo balansining manfiy holatiga ham ta'sir qiladi. Eksport hajmi ortsa ham, lekin importda ustunlik holatini aks ettiradi. 3-komponentda savdo balansi 0,787ga teng. Savdo balansining o'zgarishini eng kuchli omil bo'lib, O'zbekistonning tashqi savdo ko'rsatkichlari tarkibida **savdo balansining asosiy latent omil** sifatida ajralib chiqishini ko'rsatadi. Past ixtisoslashuvni ko'rsatadi. 4-komponentga ko'ra, umumiy savdo hajmi 0,756ga RCA esa -0,434 ga teng. Bu resurslar samaradorligi va mahsulot tuzilmasini chuqurroq tahlil qilish zaruratini ko'rsatadi.

Elbow nuqtasi – optimal komponentlar sonini tanlash mezonini sifatida qaratiladi. Chunki undan keyingi komponentlar qo'shimcha izohlanadigan dispersiyani deyarli oshirmaydi. To'rtinchi va beshinchi komponentlarning eigen qiymatlari juda past 0.1 va 0.02 ga teng va bu dispersiyaning minimal ekanini ko'rsatadi. Bunday hollarda ular ko'pincha shovqin (noise) sifatida qabul qilinadi va keyingi tahlillar olinmaydi. Kaiser mezoniga ko'ra, eigenvalue ≥ 1 bo'lgan komponentlarga asosiy komponent sifatida qabul qilinadi. Bu holda faqat birinchi va ikkinchi komponent ushbu mezonni qanoatlantiradi. Shunday qilib, ushbu tahlil natijalariga ko'ra **ikki asosiy komponent** tanlab olinishi mumkin. Har bir eigenvalue komponentga mos tushuvchi dispersiya ulushini ko'rsatadi. Birinchi uch komponentning jamiy eigenvalue qiymati taxminan 4.8 atrofida bo'lib, bu umumiy dispersiyaning katta qismini qamrab oladi. To'rtinchi va beshinchi komponentlar esa qo'shimcha ma'no yuklamaydi. Mazkur grafik ma'lumotlarda asosiy o'zgaruvchanlikni izohlovchi dominant struktura mavjudligini ko'rsatadi. Elbow nuqtasiga asoslanib, ikki yoki uchta asosiy komponent tanlanishi ilmiy jihatdan maqbul qaror bo'ladi. Bu keyingi model qurishda o'lchamlarni optimallashtirish va shovqindan holi asosiy faktorlarga e'tiborni qaratish imkonini beradi.

2-Jadval.
PCA (Asosiy komponentlar tahlili) va ierarxik klasterlash (hclust3) natijalari²

-> hclust3 = 1						
Variable	Obs	Mean	Std.	dev.	Min	Max
PC1	5	-0.108	1.177	-1.748	1.149	
PC2	5	-1.002	0.725	-1.849	0.146	

² Muallif tomonidan stata panelida ishlangan.

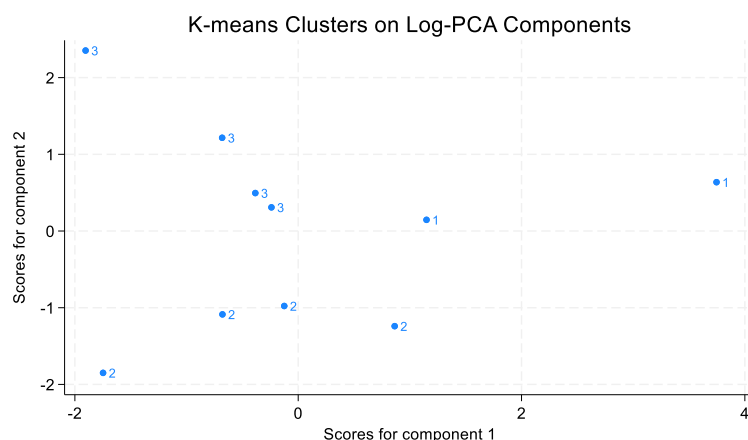
-> hclust3 = 2

Variable	Obs	Mean	Std.	dev.	Min	Max
PC1	4	-0.802	0.757	-1.904	-0.240	
PC2	4	1.093	0.927	0.309	2.353	

-> hclust3 = 3

Variable	Obs	Mean	Std.	dev.	Min	Max
PC1	1	3.746	.	3.746	3.746	
PC2	1	0.637	.	0.637	0.637	

2 - jadvaldagi tahlil natijalariga ko'ra, 1- klasterda PC1 o'rtacha qiymati -0,108ga, PC2da -1,002 ga o'rtacha kvadratik tafovut esa 1,177 qiymatga teng. Ushbu guruhdagi davlatlar yoki obyektlar **birinchi komponent bo'yicha neytral yoki biroz past**, ammo **ikkinchi komponent bo'yicha ancha sust ko'rsatkichlarga ega**. 2- klasterda PC1 -0,802 ga, PC2 o'rtacha qiymat 1,093, o'rtacha kvadratik tafovut 0,927ga teng. Bu guruh PC1 bo'yicha **past** (masalan, umumiy iqtisodiy hajm va eksport miqdori), lekin PC2 bo'yicha **yuqori natijalarga ega**. Bu davlatlar **bozorlar yoki muayyan eksport tarmoqlari bo'yicha ijobiy**, lekin umumiy ko'rsatkichlar **past bo'lgan guruhni** ifodalaydi. 3- klasterda PC1 3,746 ga, PC2 o'rtacha qiymat 0,637ni tashkil etadi. Bu **noyob holatdagi davlat yoki obyekt bo'lib, barcha guruhlardan keskin farq qiladi**. Juda **yuqori PC1 qiymati** bu davlat umumiy eksport hajmi, iqtisodiy salohiyati yoki tashqi savdo ko'rsatkichlari bo'yicha **ustunligini bildiradi**. Bu guruh **outlier** sifatida qaraladi va o'rganilayotgan tizimda **lider** sifatida tahlil qilinadi.



3-rasm. PCA komponentlari bo'yicha K-means klasterlash natijalari³

3-rasmda log-transformatsiya qilingan ma'lumotlar asosida K-means klasterlash natijalarini vizualizatsiya qiladi. Grafik ikki asosiy komponent bo'yicha davlatlarning proyeksiyalarini va ularning klasterlarga birlashtirilishini ko'rsatadi. **ko'p o'lchovli indikatorlarning strukturalarini soddalashtirilgan fazoda tushuntirish imkonini beradi** **Horizontal o'q**, birinchi komponentning skori, ya'ni ushbu komponent bo'yicha kuzatuvning vazni. Ushbu komponent odatda umumiy savdo hajmi yoki asosiy o'zgarishlar manbai bilan bog'liq bo'ladi. **Vertikal o'q**,

³ Muallif tomonidan stata panelida ishlangan.

ikkinchi komponentning skori, odatda komparativ ustunlik, eksport-import nisbatlari yoki boshqa differensial o'zgaruvchanlik bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

XULOSA

Eksport hajmining o'sishi bilan RCA indeksining ijobiy bog'liqligi O'zbekistonning ayrim tarmoqlarda nisbiy ustunlikka ega ekanliginiva import hajmining salbiy ekanligi iqtisodiyotning ayrim segmentlarida tashqi bozorlarga qaramlik mavjudligini bildiradi. Elbow mezoni asosida aniqlangan ikki asosiy komponent O'zbekiston tashqi savdo tuzilmasini soddalashtirilganligi, mamlakatning eksport diversifikatsiyasi va mintaqaviy integratsiya strategiyalarini ishlab chiqishda asosiy omillar sifatida qaralishi mumkin.

Ushbu guruhlar shuni ko'rsatadiki, O'zbekistonning tashqi savdo strategiyasini mintaqaviy darajada taqqoslash va moslashtirish uchun foydali asos yaratadi. Sun'iy intellektni ijobiy tomoni shundaki, K-means klasterlash natijalari indikatorlarning ko'p o'lchovli strukturasi ikki asosiy komponent fazosida soddalashtirilgan shaklda tasvirlash imkonini berdi. Bu yondashuv iqtisodiy o'zgaruvchilar o'rtasidagi yashirin aloqalarni aniqlash va savdo samaradorligini oshirish yo'nalishlarini belgilash uchun amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Klaster tahlili O'zbekistonning savdo tuzilmasi o'rtacha rivojlanish bosqichida ekanini aniqladi. Shu bilan birga, mamlakat uchun eksport diversifikatsiyasini kengaytirish, yuqori qo'shilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarish va import tarkibini optimallashtirish dolzarbligini bildiradi. PCA va klasterlash uslublarining qo'llanilishi tashqi savdo ko'rsatkichlarini umumiy baholash imkonini yaratadi va iqtisodiy siyosatni ilmiy asosda shakllantirishda muhim tahliliy vosita sifatida xizmat qiladi. O'zbekiston sharoitida sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish va ko'p o'lchovli tahlil kabi ilg'or analitik yondashuvlar va metodlardan foydalanish tashqi savdo jarayonlarini chuqurlashtirib o'rganish, resurslardan samarali foydalanish va savdo siyosatini takomillashtirish bo'yicha nazariy hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun muhim ilmiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Du-Harpur, X., Watt, F., Luscombe, N., & Lynch, M. (2020). What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology*, 183(3), 423–430.
2. Firt, E. (2023). Artificial understanding: A step toward robust AI. *AI & Society*, 39(4), 1653–1665.
3. Gewers, F. L., Ferreira, G. R., Arruda, H. F. D., Silva, F. N., Comin, C. H., Amancio, D. R., & Costa, L. D. F. (2021). Principal component analysis: A natural approach to data exploration. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(4), 1–34.
4. Jakubik, A., Rotunno, L., & Saini, A. (2025, June 26). Foresee the unseen: Evaluating the impact of artificial intelligence on international trade. *International Monetary Fund; University of Illinois Chicago*.
5. Jolliffe, I. T. (2002). *Principal component analysis for special types of data* (pp. 338–372). Springer.
6. Korir, E. K. (2024). Comparative clustering and visualization of socioeconomic and health indicators: A case of Kenya. *Socio-Economic Planning Sciences*, 95, 101961.

7. Ozturk, O. (2024). The impact of AI on international trade: Opportunities and challenges. *Economies*, 12(11), 298. <https://doi.org/10.3390/economies12110298>
8. Salem, N., & Hussein, S. (2019). Data dimensional reduction and principal components analysis. *Procedia Computer Science*, 163, 292–299.
9. Wei, P. (n.d.). A study of principal component analysis on classifiers using histogram of gradients features [Final report]. Carnegie Mellon University. Retrieved from <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~pwei/papers/FinalReport.pdf>
10. World Trade Organization (WTO). (2024). World trade report 2024. Geneva: WTO Publications.

