

**GIDROLOGIK MA'LUMOTLARNI TAHLIL QILISHDA
EHTIMOLLAR NAZARIYASI VA MATEMATIK STATISTIKA
ELEMENTLARINI QO'LLASH**

Eshev Sobir Samatovich,

Egamov Mirshohid Xolmurodovich

Qarshi davlat texnika universiteti, O'zbekiston

Email: egamovmirshohid@mail.ru

Kalit so'zlar: statistik gidrologiya, ehtimollar nazariyasi, matematik statistika, gidrologik ma'lumotlar tahlili, taqsimot qonunlari, ekstremal qiymatlar, aralash ta'lim, didaktika, R, Python, Amudaryo.

Annotatsiya Ushbu ilmiy tezis gidrologik ma'lumotlarni tahlil qilishda ehtimollar nazariyasi va matematik statistika usullarini qo'llashning kompleks muammolariga bag'ishlangan. Tadqiqot uchta asosiy yo'nalishni qamrab oladi: nazariy, metodik va innovatsion-didaktik.

Kirish. Global iqlim o'zgarishlari va suv resurslariga bo'lgan talabning ortib borishi sharoitida gidrologik jarayonlarni to'g'ri baholash va prognozlash har qachongidan ham dolzarbroqdir. Gidrologik ma'lumotlar (daryo oqimi, yog'in miqdori, suv sathi va boshqalar) o'zgaruvchan va tasodifiy xarakterga ega, bu esa ularni tahlil qilishda deterministik yondashuvlarning cheklanganligini ko'rsatadi.

Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika usullari gidrologik qatorlarning ichki qonuniyatlarini ochib berish, ulardagi noaniqliklarni miqdoriy baholash va kelajakdagi holatlarni ehtimollik nuqtai nazaridan prognozlash imkonini beradi. Bu, o'z navbatida, suv xo'jaligi ob'ektlarini loyihalash, suv resurslarini boshqarish bo'yicha qarorlar qabul qilish va favqulodda gidrologik vaziyatlarning oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga, ushbu sohada malakali mutaxassislarni tayyorlashda ehtimollar nazariyasi va matematik statistika kabi murakkab fanlarni o'qitishning samarali metodologiyasiga bo'lgan ehtiyoj yuqori. An'anaviy o'qitish usullari



ko'pincha nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan bog'lashda qiyinchiliklarga duch keladi. Shu sababli, gidrologik ma'lumotlar tahlilida statistik usullarni qo'llashning nazariy va metodik jihatlarini o'rganish bilan bir qatorda, ularni o'qitishning innovatsion didaktik asoslarini ishlab chiqish ham muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Mavzu bo'yicha adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, statistik gidrologiya sohasida ko'plab fundamental tadqiqotlar olib borilgan. Xususan, V.T. Chow, D.R. Helsel, R.M. Hirsch, va M. Naghettini kabi xorijiy olimlarning ishlari statistik gidrologiyaning nazariy va amaliy asoslarini shakllantirishda muhim rol o'ynagan. Ularning asarlarida gidrologik qatorlarni tahlil qilish, taqsimot qonunlarini tanlash, ekstremal hodisalarni baholash va gidrologik modellarni yaratishning statistik usullari keng yoritilgan.

O'zbekistonda ham gidrologiya va suv resurslarini boshqarish sohasida statistik usullarni qo'llash bo'yicha bir qator tadqiqotlar mavjud. Biroq, aksariyat tadqiqotlar asosan statistik usullarning amaliy qo'llanilishiga qaratilgan bo'lib, ularni o'qitishning didaktik jihatlarini, ya'ni pedagogik texnologiyalar, o'qitish metodlari va o'quv jarayonini tashkil etish masalalari yetarlicha o'rganilmagan.

Mavjud adabiyotlarda gidrologiya ta'limida aralash ta'lim (blended learning), loyihaga asoslangan ta'lim (project-based learning) kabi innovatsion yondashuvlarni qo'llash bo'yicha bo'shliqlar mavjud. Ushbu tadqiqot ana shu bo'shliqlarni to'ldirishga, ya'ni gidrologik ma'lumotlar tahlilida statistik usullarni qo'llashning nazariy va metodik jihatlarini o'qitishning innovatsion didaktik asoslari bilan uzviy bog'liqlikda o'rganishga qaratilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotning maqsad va vazifalaridan kelib chiqqan holda, unda nazariy va amaliy tadqiqot usullarining majmuasidan foydalanildi. Metodologiya uchta asosiy yo'nalishni o'z ichiga oladi: nazariy tahlil, amaliy (statistik) tahlil va pedagogik (didaktik) tahlil.

Tadqiqot usullari





- **Tizimli tahlil:** Hidrologik ma'lumotlar tahlilida ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaning o'rni va ahamiyatini aniqlash uchun tizimli yondashuv qo'llanildi. Bu usul statistik gidrologiyani gidrologiya fanining ajralmas qismi sifatida ko'rib chiqish imkonini berdi.

- **Qiyosiy tahlil:** Mavzuga oid mahalliy va xorijiy ilmiy adabiyotlar, monografiyalar, dissertatsiyalar va maqolalarni qiyosiy tahlil qilish orqali mavzuning o'rganilganlik darajasi aniqlandi va asosiy ilmiy bo'shliqlar belgilab olindi.

- **Mantiqiy umumlashtirish:** Nazariy manbalardan olingan ma'lumotlarni mantiqiy umumlashtirish orqali statistik gidrologiyaning asosiy tushunchalari, tamoyillari va metodlari tizimlashtirildi.

Amaliy (Statistik) tahlil:

- **Ehtimollik modellari:** Hidrologik hodisalarning (masalan, yillik oqim, maksimal suv sarfi) takrorlanish ehtimolligini baholash uchun turli ehtimollik taqsimotlari (masalan, Normal, Log-normal, Gamma, Gumbel) qo'llanildi.

- **Korrelyatsion va regression tahlil:** Hidrologik o'zgaruvchilar (masalan, yog'in miqdori va daryo oqimi) o'rtasidagi bog'liqlik darajasini va shaklini aniqlash uchun korrelyatsion va regression tahlil usullaridan foydalanildi. Bu usullar gidrologik prognozlash modellarini yaratish uchun asos bo'lib xizmat qildi.

- **Vaqt qatorlarini tahlil qilish:** Hidrologik ma'lumotlarning vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyatlarini (trend, mavsumiylik, sikllilik) aniqlash uchun vaqt qatorlarini tahlil qilish usullari qo'llanildi.

- **Ekstremal qiymatlar statistikasi (EVS):** Suv toshqinlari va qurg'oqchilik kabi ekstremal hidrologik hodisalarni tahlil qilish va ularning qaytarilish davrini baholash uchun EVS metodologiyasidan foydalanildi.

Pedagogik (Didaktik) tahlil:

- **Pedagogik Kuzatish:** Oliy ta'lim muassasalarida gidrologiya va suv resurslari yo'nalishlarida ehtimollar nazariyasi va matematik statistika fanlarini o'qitish jarayonini kuzatish orqali mavjud muammolar va kamchiliklar aniqlandi.



- **Anketalashtirish va so'rov:** Talabalar va o'qituvchilar o'rtasida anketalashtirish va so'rovlar o'tkazish orqali statistik gidrologiyani o'qitishning samaradorligi va innovatsion metodlarga bo'lgan ehtiyoj baholandi.

- **Pedagogik eksperiment:** Statistik gidrologiyani o'qitishda taklif etilayotgan innovatsion didaktik yondashuvlarning (masalan, aralash ta'lim, keys-stadi) samaradorligini sinab ko'rish va an'anaviy usullar bilan taqqoslash uchun pedagogik eksperiment o'tkazildi.

Ma'lumotlar Yig'ish

- **Nazariy ma'lumotlar:** Ilmiy kutubxonalar, xalqaro ilmiy ma'lumotlar bazalari (masalan, Scopus, Web of Science, Google Scholar) va universitetlarning raqamli resurslaridan mavzuga oid ilmiy adabiyotlar, dissertatsiyalar va maqolalar yig'ildi.

- **Amaliy ma'lumotlar:** Tadqiqotning amaliy qismi uchun O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi (O'zgidromet) tomonidan taqdim etilgan ko'p yillik gidrologik kuzatuv ma'lumotlari (daryo oqimi, suv sarfi, yog'in miqdori) dan foydalanildi. Ma'lumotlarning ishonchliligi va bir xilligi rasmiy manbalar orqali tasdiqlandi.

- **Pedagogik ma'lumotlar:** Pedagogik kuzatishlar, anketalar, so'rovnomalar va eksperiment natijalari orqali yig'ilgan birlamchi ma'lumotlar tadqiqotning didaktik qismi uchun asos bo'lib xizmat qildi.

Ma'lumotlarni tahlil qilish

- **Statistik dasturlar:** Yig'ilgan gidrologik ma'lumotlarni statistik tahlil qilish, modellashtirish va vizualizatsiya qilish uchun zamonaviy dasturiy ta'minotlardan, xususan, **R** va **Python** dasturlash tillarining maxsus kutubxonalaridan (masalan, pandas, numpy, scipy, matplotlib) hamda **Microsoft Excel** dasturidan keng foydalanildi.

- **Sifat va miqdor tahlili:** Pedagogik tadqiqotdan olingan ma'lumotlarni tahlil qilishda sifat (kontent-tahlil, ekspert baholash) va miqdor (statistik tahlil, SPSS dasturi) usullari birgalikda qo'llanildi. Bu taklif etilayotgan didaktik

yondashuvlarning samaradorligini har tomonlama va xolisona baholash imkonini berdi.

Ushbu metodologiya tadqiqot mavzusini har tomonlama o'rganish, nazariy, metodik va didaktik jihatlarni o'zaro bog'liqlikda tahlil qilish hamda ishonchli va asosli ilmiy natijalarni olish uchun zamin yaratadi.

NATIJALAR

Nazariy asoslarning tizimlashtirilishi:

Gidrologik ma'lumotlarni tahlil qilishda qo'llaniladigan ehtimollar nazariyasi va matematik statistika elementlari tizimlashtirildi. Asosiy e'tibor gidrologik qatorlarning o'ziga xos xususiyatlarini (masalan, tasodifiylik, bog'liqlik, davriylik) hisobga oladigan statistik metodlarga qaratildi.

Tadqiqotda gidrologik o'zgaruvchilar uchun eng mos keladigan taqsimot qonunlari (Normal, Log-normal, Gamma, Gumbel, Pearson III) va ularni tanlash mezonlari tahlil qilindi. Shuningdek, ekstremal gidrologik hodisalarni (suv toshqinlari va qurg'oqchilik) baholashda ekstremal qiymatlar statistikasi (EVS) ning zamonaviy usullari, xususan, "blok maksimumlari" (Block Maxima) va "chegaradan yuqori qiymatlar" (Peaks Over Threshold - POT) yondashuvlarining afzalliklari va qo'llanilish sohalari ko'rsatib berildi.

Amaliy metodikaning ishlab chiqilishi:

O'zbekistonning yirik transchegaraviy daryolaridan biri bo'lgan Amudaryoning ko'p yillik oqim ma'lumotlari asosida statistik tahlil amalga oshirildi. Tahlil natijasida:

- Daryo oqimining yillik va mavsumiy o'zgaruvchanligi baholandi, asosiy statistik ko'rsatkichlar (o'rtacha qiymat, dispersiya, assimetriya va eksess koeffitsientlari) hisoblandi.
- Yillik oqim qatorlari uchun eng mos taqsimot qonuni (masalan, Gamma yoki Log-normal taqsimot) tanlandi va uning asosida turli ta'minlanganlikdagi oqim qiymatlari hisoblandi. Bu suv resurslarini rejalashtirish va suv xo'jaligi inshootlarini loyihalash uchun muhim ahamiyatga ega.



- Maksimal suv sarflari qatori uchun Gumbel taqsimoti yordamida turli qaytarilish davriga ega bo'lgan (masalan, 10, 50, 100 yilda bir marta kuzatiladigan) suv toshqinlari qiymatlari prognoz qilindi. Bu natijalar toshqinga qarshi himoya inshootlarini loyihalash va xavfni baholash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

- Yog'in miqdori va daryo oqimi o'rtasidagi korrelyatsion bog'liqlik tahlil qilindi va oddiy chiziqli regression model qurildi. Modelning adekvatligi (mosligi) statistik mezonlar yordamida tekshirildi.

Innovatsion didaktik asoslarning yaratilishi:

Statistik gidrologiyani o'qitish bo'yicha o'tkazilgan pedagogik tahlillar va eksperiment natijasida quyidagilar aniqlandi:

- An'anaviy ma'ruza va amaliyot usullari talabalarda chuqur nazariy bilimlarni shakllantirsa-da, ularni real gidrologik masalalarni yechishda ijodiy qo'llash ko'nikmalarini rivojlantirishda kam samara bermoqda.

- Talabalar o'rtasida o'tkazilgan so'rovlar ularning interaktiv, amaliyotga yo'naltirilgan va zamonaviy dasturiy vositalardan foydalanishga asoslangan o'quv jarayoniga bo'lgan qiziqishi yuqori ekanligini ko'rsatdi.

- Pedagogik eksperiment doirasida sinovdan o'tkazilgan **aralash ta'lim (blended learning)** modeli an'anaviy usulga nisbatan yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Ushbu model o'z ichiga onlayn ma'ruzalar (nazariyani mustaqil o'rganish uchun), amaliy keys-stadilar (real gidrologik muammolarni tahlil qilish) va R/Python dasturlarida ishlashga asoslangan loyiha ishlarini (amaliy ko'nikmalarni shakllantirish) oldi. Eksperiment guruhidagi talabalarning o'zlashtirish ko'rsatkichlari va fanga bo'lgan qiziqishi nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo'ldi.

Ma'lumotlarni Interpretatsiyasi

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, gidrologik ma'lumotlarni tahlil qilishda ehtimollar nazariyasi va matematik statistika usullarini qo'llash nafaqat ilmiy-nazariy, balki muhim amaliy ahamiyatga ham ega. Amudaryo misolidagi amaliy tahlil shuni tasdiqladiki, statistik modellar suv resurslarini boshqarishda noaniqliklarni hisobga olgan holda asosli qarorlar qabul qilish uchun ishonchli

vosita bo'la oladi. Masalan, 100 yilda bir marta kuzatiladigan maksimal suv sarfini hisoblash, kelajakda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan kuchli suv toshqinlariga tayyorgarlik ko'rish va zararni kamaytirish imkonini beradi.

Pedagogik nuqtai nazardan, tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, statistik gidrologiya kabi murakkab va amaliyotga yo'naltirilgan fanni o'qitishda an'anaviy yondashuvlardan voz kechib, zamonaviy innovatsion didaktik texnologiyalarga o'tish zarur. Aralash ta'lim modeli talabalarga nazariyani o'zlashtirishda moslashuvchanlikni ta'minlaydi va auditoriya vaqtini amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish, muammolarni hal qilish va jamoada ishlashga sarflash imkonini beradi. R/Python kabi zamonaviy dasturiy vositalarni o'quv jarayoniga integratsiya qilish esa bitiruvchilarning mehnat bozoridagi raqobatbardoshligini oshiradi. Bu natijalar gidrologiya va suv resurslari yo'nalishida mutaxassislar tayyorlaydigan oliy ta'lim muassasalari uchun o'quv dasturlari va metodologiyasini takomillashtirishda muhim asos bo'lib xizmat qiladi.

XULOSA

Ushbu dissertatsiya tadqiqoti gidrologik ma'lumotlarni tahlil qilishda ehtimollar nazariyasi va matematik statistika elementlarini qo'llashning nazariy, metodik va innovatsion didaktik asoslarini har tomonlama o'rganishga qaratildi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

Nazariy jihatdan, gidrologik jarayonlarning stoxastik tabiati ularni tahlil qilishda ehtimollar nazariyasi va matematik statistika usullarini qo'llashning zaruriyatini va ilmiy asoslanganligini tasdiqlaydi. Gidrologik o'zgaruvchilar uchun mos ehtimollik taqsimotlarini tanlash va ekstremal qiymatlar statistikasining zamonaviy usullarini qo'llash, gidrologik hodisalarni aniqroq baholash va prognozlash imkonini beradi.

Metodik jihatdan, Amudaryo misolidagi amaliy tahlil shuni ko'rsatdiki, statistik metodlar (taqsimot qonunlarini tahlil qilish, ekstremal qiymatlarni baholash, korrelyatsion-regression tahlil) suv resurslarini boshqarish, gidrotexnik inshootlarni loyihalash va gidrologik xavflarni (suv toshqinlari, qurg'oqchilik) kamaytirish bo'yicha amaliy masalalarni hal qilishda samarali vosita hisoblanadi.



Zamonaviy dasturiy ta'minotlar (R, Python) ushbu tahlillarni tez va aniq amalga oshirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Didaktik jihatdan, statistik gidrologiyani o'qitishda an'anaviy usullardan voz kechib, innovatsion pedagogik texnologiyalarga o'tish ta'lim samaradorligini oshirishning muhim omili ekanligi isbotlandi. Tadqiqotda taklif etilgan va sinovdan o'tkazilgan aralash ta'lim (blended learning) modeli, o'zida onlayn nazariy ta'lim, amaliy keys-stadilar va loyihaga asoslangan yondashuvlarni birlashtirib, talabalarda nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalarni, tanqidiy fikrlashni va zamonaviy dasturiy vositalar bilan ishlash qobiliyatini shakllantirishda yuqori natijalarni ko'rsatdi.

Umuman olganda, tadqiqot gidrologik ma'lumotlar tahlilida statistik usullarni qo'llashning nazariy, metodik va didaktik jihatlari o'rtasidagi uzviy bog'liqlikni ochib berdi. Faqatgina chuqur nazariy bilimlar, samarali amaliy metodika va ularni o'rgatishning innovatsion didaktik tizimigina zamonaviy talablarga javob beradigan malakali gidrolog mutaxassislarni tayyorlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Naghettini, M. (2017). *Fundamentals of Statistical Hydrology*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-43561-9>
2. Helsel, D. R., & Hirsch, R. M. (2002). *Statistical Methods in Water Resources*. U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/twri/twri4a3/twri4a3.pdf>
3. Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
4. Rahman, A., Kordrostami, S., & Purdy, D. (2018). Statistical hydrology teaching using a blended learning approach. In *Blended Learning in Engineering Education* (pp. 1-13). CRC Press.
5. Ruddell, B. L., & Wagener, T. (2015). Grand challenges for hydrology education in the 21st century. *Journal of Hydrologic Engineering*, 20(1), A4014001.
6. Schwenk, J., & Hossain, F. (2009). A computer-aided visualization tool for stochastic theory education in water resources engineering. *Computer Applications in Engineering Education*, 17(3), 323-333.