

## YER OSTI SUVLARI ZAXIRALARIDAN OQILONA FOYDALANISH VA ULARNI ANTROPOGEN IFLOSLANISHDAN MUHOFAZA QILISHNING ILMIY-AMALIY ASOSLARI

Abatova Fotima Amirilloevna

Geologiya fanlar universiteti , Hidrogeologiya va muhandislik  
geologiyasi mutaxassisligi magistratura 1- bosqich talabasi

e-mail: abatovafotima12@gmail.com

Tel: +998974036316

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20378967>

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada global iqlim o'zgarishi, daryolar oqimining trans-chegaraviy kamayishi va intensiv urbanizatsiya sharoitida yer osti suvlari zaxiralaridan oqilona foydalanish hamda ularni ekologik va kimyoviy ifloslanishdan muhofaza qilish muammolari o'rganilgan. Yer osti suvlari ekspluatatsion zaxiralarini gidrodinamik va balans usullarida baholash mezonlari o'rganilib, quduqlar atrofida sanitariya muhofazasi zonalarini (SMZ) loyihalashning matematik modellari tahlil qilingan.

**Kalit so'zlar:** Yer osti suvlari, oqilona foydalanish, Darsi qonuni, sanitariya muhofazasi zonalarini, depressiya voronkasi, sun'iy to'ldirish (MAR), gidrogeologik balans.

**Annotation.** This paper examines the challenges of sustainable groundwater resource management and its protection against environmental and chemical degradation under the pressures of global climate change, transboundary river runoff reduction, and rapid urbanization. Deterministic and hydrodynamic criteria for evaluating exploitable groundwater reserves using balance and analytical methods are evaluated. Furthermore, mathematical modeling approaches for delineating Source Protection Zones (SPZs) around wells are analyzed.

**Keywords:** groundwater, rational use, Darcy's law, source protection zones, cone of depression, managed aquifer recharge (MAR), hydrogeological balance.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются проблемы рационального использования запасов подземных вод и их защиты от экологического и химического загрязнения в условиях глобального изменения климата, трансграничного сокращения речного стока и интенсивной урбанизации. Изучены критерии оценки эксплуатационных запасов подземных вод гидродинамическим и балансовым методами, а также проанализированы математические модели проектирования зон санитарной охраны (ЗСО) вокруг скважин.

**Ключевые слова:** подземные воды, рациональное использование, закон Дарси, зоны санитарной охраны, депрессионная воронка, искусственное восполнение (MAR), гидрогеологический баланс.

**Kirish:** Chuchuk yer osti suvlari insoniyat hayoti, sanoat va qishloq xo'jaligi uchun eng yuqori sifatli va strategik jihatdan muhim tabiiy resurs hisoblanadi. Yer usti suv manbalaridan (daryolar, ko'llar va suv omborlari) farqli o'laroq, yer osti suvlari tabiiy filtratsiya (tozalanish) xususiyatiga ega bo'lganligi sababli tashqi biologik va kimyoviy ta'sirlardan yaxshiroq himoyalangan. Biroq, XXI asrda yuzaga kelgan global iqlim isishi, arid (quruq) zonalarda qurg'oqchilik davrlarining uzayishi va aholi sonining keskin ortishi yer osti suvlariga bo'lgan bosimni misli ko'rilmagan darajada oshirdi. Yer osti suvlaridan tartibsiz va rejasiz foydalanish nafaqat suv zaxiralarining tugashiga (suvsizlanishga), balki konlarning gidrodinamik rejimining buzilishiga, regional miqyosda

depressiya voronkalarining kengayishiga va yer qatlamlarining cho‘kishiga olib kelmoqda [1]. Shuningdek, sanoat oqovalari, qishloq xo‘jaligida kimyoviy o‘g‘itlardan me‘yordan ortiq foydalanish yer osti gorizontlarining zaharli moddalar bilan ifloslanish xavfini tug‘dirmoqda. Shu bois, yer osti suvlari zaxiralarini oqilona boshqarish va ularni muhofaza qilishning ilmiy asoslarini takomillashtirish bugungi kunning kechiktirib bo‘lmaydigan ekologik va gidrogeologik vazifasidir.

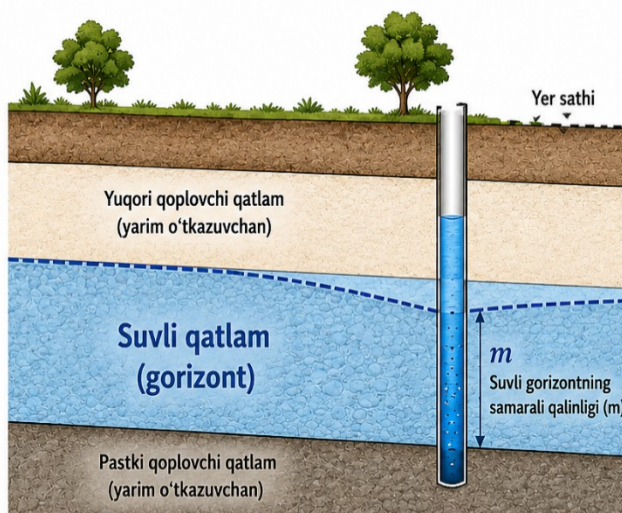
Asosiy qism: Yer osti suvlari zaxiralaridan oqilona foydalanish ko‘rsatkichlarini aniqlash va muhofaza zonalarini hisoblashda quyidagi fundamental gidrogeologik metodlardan foydalanildi:

1. *Gidrodinamik usul*: Suvli qatlam ichidagi quduqlar guruhining o‘zaro ta‘sirini (interferensiyani) va statsionar bo‘lmagan filtratsiya jarayonlarini chiziqli sizish qonuni (Darsi qonuni) asosida hisoblash.
2. *Gidrogeologik balans usuli*: Suvli gorizontga kirayotgan (oziqlanish) va undan chiqib ketayotgan (sarf) suv hajmlarini solishtirish.
3. *Analitik va matematik modellashtirish*: Sanitariya muhofazasi zonalarini chegaralarini mikroorganizmlar va kimyoviy moddalarning jinslar orasida ko‘chish (migratsiya) vaqti va tezligiga asosan prognozlash [2].

**Suvli qatlamning o‘tkazuvchanlik xususiyatini ifodalovchi transmissivlik koeffitsiyenti ( $T$ ) va sizish tezligi formulasi**

$$T = K_f \cdot m$$

Bu yerda:  
 $K_f$  – jinslarning filtratsiya koeffitsiyenti (m/sutka),  
 $m$  – suvli gorizontning samarali qalinligi (m).



**Sizish tezligi formulasi (Darcy qonuni):**

$$v = \frac{K_f i}{n_e}$$

Bu yerda:  
 $v$  – sizish tezligi (m/sutka),  
 $K_f$  – filtratsiya koeffitsiyenti (m/sutka),  
 $i$  – gidravlik gradient (o‘lchamsiz),  
 $n_e$  – samarali g‘ovaklik (o‘lchamsiz).

➔

$T$  – transmissivlik koeffitsiyenti (m<sup>2</sup>/sutka)  
 $K_f$  – filtratsiya koeffitsiyenti (m/sutka)  
 $m$  – suvli gorizontning samarali qalinligi (m)  
 $v$  – sizish tezligi (m/sutka)  
 $i$  – gidravlik gradient (o‘lchamsiz)  
 $n_e$  – samarali g‘ovaklik (o‘lchamsiz)

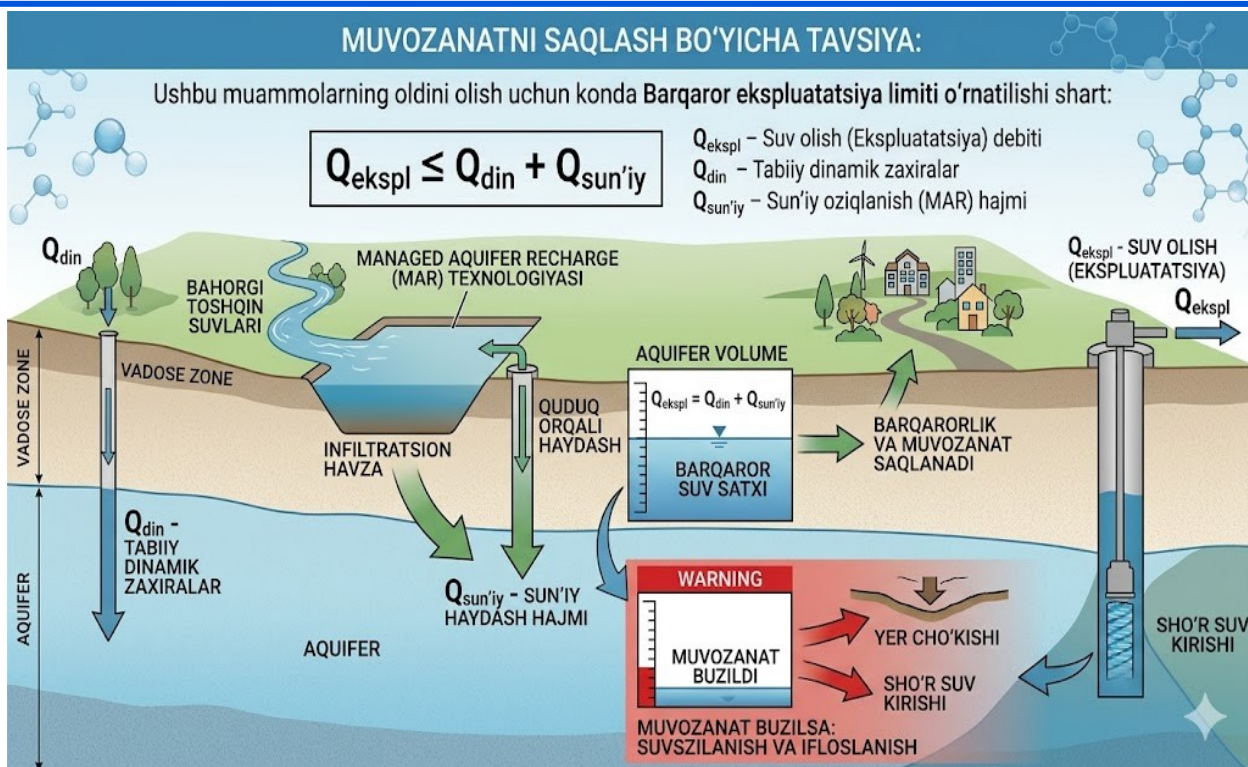
**1-rasm.** Tadqiqotning nazariy asosi sifatida suvli qatlamning o‘tkazuvchanlik xususiyatini ifodalovchi transmissivlik koeffitsiyenti

**Yer osti suvlarining me‘yordan ortiq olinishi natijasida yuzaga keladigan ekologik muammolar zanjiri**

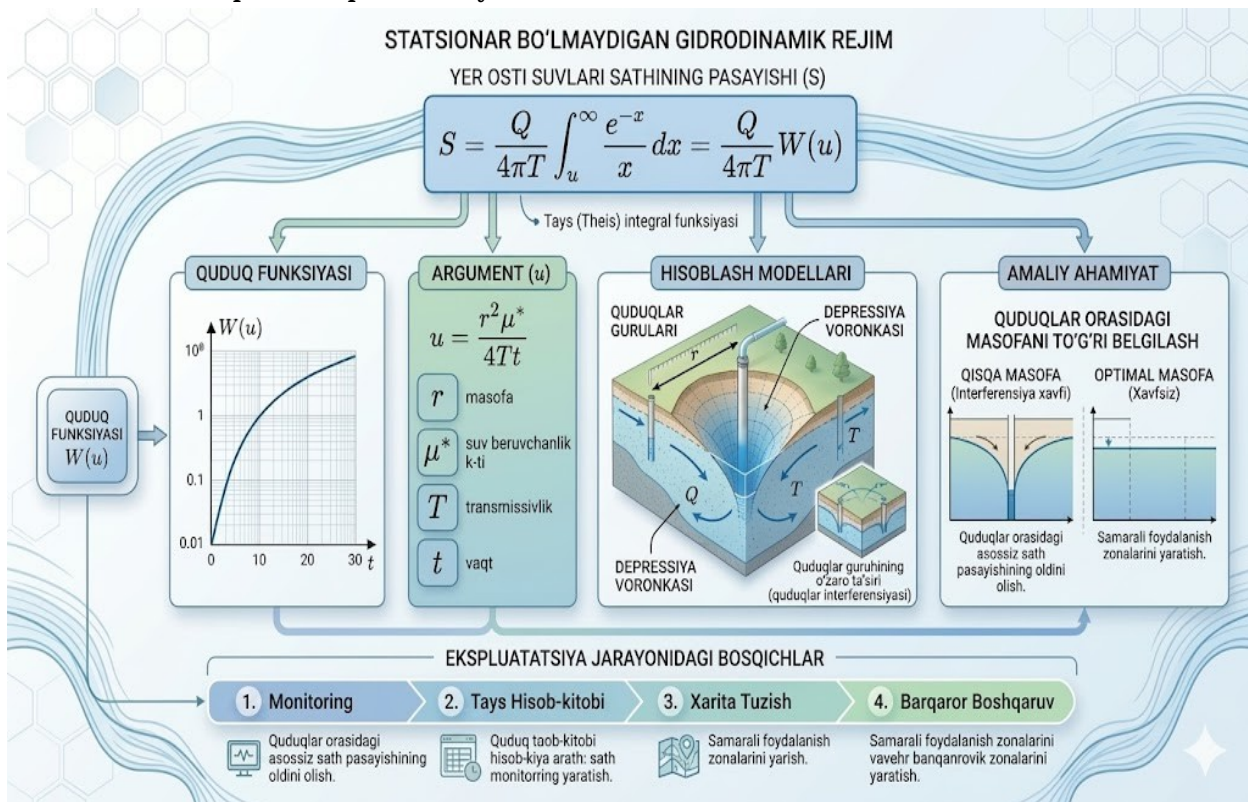
Bo sqi ch	Muammo va jarayon nomi	Gidrogeologik mohiyati va tavsifi	Atrof-muhit va xo‘jalikka salbiy ta‘siri
1	<b>Depressiya voronkasining asossiz</b>	Quduqlardan suv olish tezligi tabiiy oziqlanish tezligidan oshib ketadi. Pyezezometrik	Qo‘shni xususiy va qishloq xo‘jaligi quduqlari qurib qoladi. Suv olish uchun kattaroq chuqurlikdan

	<b>kengayishi</b>	sath keskin pasayib, voronkasimon botiqlik radiusi kengayadi.	burg'lash va kuchliroq nasoslar o'rnatish talab etiladi (energiya sarfi ortadi).
<b>2</b>	<b>"Asriy" (statik) zaxiralarning sarflanishi</b>	Konning qayta tiklanadigan dinamik manbalari tugab, ming yillar davomida shakllangan fundamental gidrogeologik zaxiralar kamayishni boshlaydi.	Suv resursining qayta tiklanmas darajada tugashi boshlanadi. Kelajak avlodlar uchun strategik zaxira hisoblangan chuchuk suv manbai yo'qoladi.
<b>3</b>	<b>Gidrodinamik inversiya va suvlarning interferensiyasi</b>	Chuchuk suvli qatlamdagi bosimning pasayishi natijasida, unga tutash bo'lgan sho'r, achchiq yoki sanoat oqovalari bilan ifloslangan gorizontlardan suv sizib o'tadi.	Suv tarkibidagi tuzlar (minerallashuv), sulfatlar va og'ir metallar miqdori keskin ortadi. Suv ichishga va hatto sug'orishga ham yaroqsiz holga keladi.
<b>4</b>	<b>Suvli qatlam g'ovaklarining deformatsiyasi (Kompresiya)</b>	Jinslar orasidagi gidrostatik bosimning kamayishi natijasida qum-shag'al va gil qatlamlari o'z og'irligi ostida zichlashadi (g'ovaklik hajmi kichrayadi).	Suvli qatlamning sig'imi doimiyga kamayadi (keyinchalik MAR usuli bilan ham to'ldirib bo'lmaydi). Yer ustidagi binolar, muhandislik tarmoqlari va yo'llar cho'kib, avariya holatiga keladi.
<b>5</b>	<b>Regional ekologik inqiroz (Aridizatsiya)</b>	Yer osti suvlari sathining chuqurlashishi sababli sizot suvlari bilan oziqlanuvchi o'simliklar (gipsofit va gidrofitlar) ildiz tizimi suvsiz qoladi.	Hududda cho'llanish jarayoni tezlashadi, tabiiy o'simlik qoplami quriydi va tuproqning yuqori qatlami sho'rlanib, eroziyaga uchraydi.

**1-jadval.** Yer osti suvlarining me'yordan ortiq olinishi natijasida yuzaga keladigan ekologik muammolar zanjiri [3].



2-rasm. Barqaror ekspluatatsiy limiti



3-rasm. Statsionar bo'lmaydigan gidradinamik rejim

Yer osti suvlarini kimyoviy va bakterial ifloslanishdan saqlashning eng samarali usuli bu – Sanitariya muhofazasi zonalarini (SMZ) to'g'ri tashkil etishdir. SMZ 3 ta mintaqadan iborat bo'lib, ularning har biri uchun qat'iy gidrogeologik va huquqiy cheklovlar o'rnatiladi:

Mintaqa (Zona)	Geometrik o'lchami va hisoblash asosi	Ruxsat etilmaydigan faoliyat turlari
<b>I Mintaqa (Qat'iy tartibli)</b>	Quduq markazidan radiusi 30 m	Har qanday begona

<i>zona)</i>	dan 50 m gacha bo'lgan doira (suvli qatlamning himoyalanganligiga qarab).	shaxslarning kirishi, qurilish ishlari, o'g'it qo'llash, chorvachilik. Hudud to'liq devor bilan o'raladi.
<b>II Mintaqa</b> ( <i>Bakterial/Mikrobiologik muhofaza</i> )	Patogen mikroorganizmlarning quduqqacha yetib kelish va nobud bo'lish vaqtiga ( $tb = 100-400$ sutka) asosan gidrodinamik hisoblanadi.	Qabristonlar, molxonalar, go'ngxona va silos chuqurlari, kanalizatsiya tarmoqlari qurish taqiqlanadi.
<b>III Mintaqa</b> ( <i>Kimyoviy muhofaza</i> )	Barqaror kimyoviy ifloslantiruvchilarning quduqqa yetib kelish vaqtiga asosan (loyihaviy foydalanish muddati $tk = 25-50$ yil hisoblanadi).	Kimyoviy o'g'it va zaharli ximikat omborlari, sanoat chiqindixonalari, neft mahsulotlari saqlash joylari barpo etish.

Kon zaxiralari tugab qolishdan asrashning eng ilg'or usullaridan biri *MAR (Managed Aquifer Recharge)* - yer osti suvlarini sun'iy to'ldirish tizimidir. Bahorgi toshqin va daryolardagi ortiqcha suv oqimi maxsus infiltratsion havzalar yoki haydovchi quduqlar orqali yer osti suvli qatlamlariga yuboriladi. Bu esa gidravlik bosimni barqaror saqlaydi [4].

**Xulosa:** O'tkazilgan tadqiqotlar va gidrogeologik tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Yer osti suvlaridan oqilona foydalanish faqatgina statik zaxiralarga tayanmasligi, balki iqlimiy o'zgarishlarni hisobga oluvchi dinamik modellar (masalan, MODFLOW dasturi) asosida muntazam qayta baholab borilishi shart.
2. Yer osti suvlarining ifloslanishini oldini olish maqsadida respublikadagi barcha ekspluatatsion quduqlarda analitik hisoblangan II va III sanitariya muhofazasi mintaqalari chegaralari qonuniy ravishda yer kadastriga kiritilishi va qat'iy nazorat qilinishi lozim.
3. Suv taqchilligi sezilayotgan hududlarda yer osti suvlarini sun'iy to'ldirish (MAR) inshootlarini barpo etish va quduqlarga "aqlli" suv hisoblagichlar o'rnatish orqali yer osti suvlarini muhofaza qilishning milliy raqamli monitoring platformasini yaratish zarur [5].

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. O'zbekiston Respublikasining "Yer osti boyliklari to'g'risida"gi Qonuni. Toshkent.
2. Mavlonov N.G'. O'zbekiston gidrogeologiyasi va regional dinamikasi. -Toshkent: Fan, 2021. — 240 b.
3. Shestakov V.M. Gidrodinamika podzemnix vod. — M.: MGU, 2009. — 368 s.
4. Theis, C.V. (1935). The relation between the lowering of the Piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage. *Transactions, American Geophysical Union*, 16, 519-524.
5. Dillon, P. (2005). Future trends in managed aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, 13(1), 313-316.