

YER OSTI SUVLARINING IFLOSLANISHI VA UNI BAHOLASH USULLARI

Gadayev Sobir Kucharovich

Toshkent davlat texnika universiteti,

Toshkent sh., O'zbekiston

Annotatsiya

Ushbu ilmiy maqolada yer osti suvlarining ifloslanish jarayonlari, ularning kelib chiqish manbalari, ifloslantiruvchi moddalarning gidrogeologik muhitda tarqalish mexanizmlari hamda ifloslanish darajasini baholashning zamonaviy usullari batafsil tahlil qilinadi. Tadqiqotda gidrokimyoviy, gidrogeologik, geofizik va modellashtirish usullarining ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, yer osti suvlarini muhofaza qilish va ulardan barqaror foydalanish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan.

Kalit so'zlar: yer osti suvlari, ifloslanish, gidrokimyo, monitoring, modellashtirish, baholash usullari.

Аннотация

В данной научной статье подробно анализируются процессы загрязнения подземных вод, источники их формирования, механизмы распространения загрязняющих веществ в гидрогеологической среде, а также современные методы оценки степени загрязнения. В исследовании освещается значение гидрохимических, гидрогеологических, геофизических и моделирующих методов. Кроме того, особое внимание уделяется вопросам охраны подземных вод и их рационального, устойчивого использования.

Ключевые слова: подземные воды, загрязнение, гидрохимия, мониторинг, моделирование, методы оценки.

Kirish

Yer osti suvlari tabiiy suv resurslarining eng muhim va strategik turlaridan biri bo'lib, dunyo aholisining katta qismi uchun ichimlik suvi manbai hisoblanadi. Ayniqsa, qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil hududlarda yer usti suvlarining cheklanganligi sababli yer osti suvlaridan foydalanish darajasi yanada ortib bormoqda. Ular qishloq xo'jaligi, sanoat, energetika va kommunal xo'jalik sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Yer osti suvlarining tabiiy filtrlash xususiyati ularni nisbatan toza suv manbai sifatida ko'rsatadi, biroq bu holat ularning ifloslanishdan to'liq himoyalanganligini anglatmaydi.

So'nggi yillarda aholi sonining ko'payishi, sanoatlashuv jarayonining jadallashuvi, qishloq xo'jaligida kimyoviy o'g'itlar va pestitsidlardan keng foydalanish natijasida yer osti suvlarining sifati sezilarli darajada yomonlashmoqda. Ayniqsa, nitratlar, og'ir metallar, neft mahsulotlari, pestitsidlar va mikrobiologik ifloslantiruvchi moddalarning yer osti qatlamlariga kirib borishi jiddiy ekologik va ijtimoiy muammolarni keltirib chiqarmoqda. Bu moddalar uzoq vaqt davomida suv qatlamlarida saqlanib qolishi va katta hududlarga tarqalishi mumkinligi bilan xavflidir.

Yer osti suvlarining ifloslanishi inson salomatligiga bevosita tahdid soladi. Ifloslangan suvdan ichimlik suvi sifatida foydalanish turli kasalliklar, jumladan, oshqozon-ichak kasalliklari, asab tizimi buzilishlari va surunkali zaharlanish holatlariga olib kelishi mumkin. Shu bilan birga, bunday suvlarning sug'orishda qo'llanilishi tuproq sifatining yomonlashishiga va qishloq xo'jaligi mahsuldorligining pasayishiga sabab bo'ladi. Natijada, suv resurslaridan barqaror foydalanish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Yer osti suvlarining ifloslanishini aniqlash va baholash murakkab ilmiy-amaliy jarayon bo'lib, u geologiya, gidrologiya, kimyo, ekologiya va axborot texnologiyalari fanlarining integratsiyasini talab qiladi. Zamonaviy baholash usullari suv namunalarini kimyoviy va mikrobiologik tahlil qilish, geofizik tadqiqotlar, monitoring tizimlari hamda GIS va matematik modellashirishga asoslanadi. Ushbu metodlar ifloslanish manbalarini aniqlash, tarqalish qonuniyatlarini o'rganish va kelajakdagi xavf darajasini prognozlash imkonini beradi.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi yer osti suvlarining ifloslanish manbalari va mexanizmlarini tahlil qilish, shuningdek, ularni baholashda qo'llaniladigan zamonaviy usullarni ilmiy asosda yoritishdan iborat. Tadqiqot natijalari suv resurslarini muhofaza qilish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va barqaror rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Yer osti suvlarining shakllanishi va ularning tabiiy xususiyatlari

Yer osti suvlari asosan tabiiy gidrologik aylanish jarayoni natijasida shakllanadi. Bu jarayonda atmosfera yog'inlari (yomg'ir, qor, do'l), yer usti suvlari (daryo, ko'l, suv omborlari) va ba'zan kondensatsiya hodisalari muhim rol o'ynaydi. Yog'in suvlari yer yuzasiga tushgach, tuproq va tog' jinslari qatlamlari orqali pastga tomon singib boradi. Ushbu jarayon **infiltratsiya** deb ataladi.

Infiltratsiya jarayonida suv turli geologik qatlamlardan o'tadi. Qum, shag'al va ohaktosh kabi g'ovak jinslar suvni yaxshi o'tkazadi, loy va slanes kabi zich jinslar esa suv o'tkazuvchanligi past bo'lgan qatlamlar hisoblanadi. Suv o'tkazmaydigan yoki kam o'tkazadigan qatlamlar ustida to'plangan suvlar yer osti suvlarini hosil qiladi. Bu suvlar ma'lum chuqurlikda joylashgan **suvli qatlamlar (akviferlar)** da saqlanadi.

Yer osti suvlarining shakllanishida yana bir manba — **yer usti suvlarining filtratsiyasi** hisoblanadi. Daryolar, kanallar va ko'llardan suvning bir qismi yer ostiga singib, yer osti suv zaxiralarini to'ldiradi. Ayrim hollarda esa chuqur qatlamlarda joylashgan suvlar **geologik davrlarda to'plangan relikt (qoldiq) suvlar** bo'lishi mumkin.

Yer osti suvlarining turlari

Shakllanish sharoitiga va joylashuviga qarab yer osti suvlari bir necha turlarga bo'linadi:

Grunt suvlari — yer yuzasiga eng yaqin joylashgan, erkin sathga ega bo'lgan suvlar. Ular atmosfera yog'inlari bilan bevosita bog'liq bo'lib, tez ifloslanishga moyil.

• **Bosimli (artezian) suvlar** — suv o'tkazmaydigan qatlamlar orasida joylashgan bo'lib, quduq qazilganda suv o'z-o'zidan yuqoriga ko'tariladi.

• **Karst suvlari** — ohaktosh va gips jinslari keng tarqalgan hududlarda shakllanadi, tez harakatlanishi bilan ajralib turadi.

• **Yoriqli suvlar** — tog' jinslaridagi yoriqlar orqali to'plangan suvlar bo'lib, asosan tog'li hududlarda uchraydi.

• **Yer osti suvlarining tabiiy xususiyatlari**

Yer osti suvlari o'ziga xos fizik, kimyoviy va gidrogeologik xususiyatlarga ega bo'lib, ular suvning foydalanish imkoniyatini belgilaydi.

Fizik xususiyatlari

• **Harorati** — odatda yil davomida deyarli o'zgarmaydi va hududning o'rtacha yillik haroratiga yaqin bo'ladi;

• **Rangi va tiniqligi** — ko'pchilik hollarda tiniq va rangsiz bo'ladi;

• **Hidi va ta'mi** — tarkibidagi minerallarga bog'liq holda o'zgaradi.

Kimyoviy xususiyatlari

Yer osti suvlari tog' jinslari bilan uzoq vaqt ta'sirlashishi natijasida turli mineral moddalarga boy bo'ladi:

• Asosiy ionlar: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- ;

• Umumiy minerallashuv darajasi suvning ichimlik, texnik yoki mineral suv sifatida ishlatilishini belgilaydi;

• Ba'zi hududlarda temir, marganets, fluor, yod kabi elementlar ko'p bo'lishi mumkin.

Gidrogeologik xususiyatlari

• **Suv sathi** — mavsumiy va yillik yog'in miqdoriga bog'liq holda o'zgaradi;

• **Suv o'tkazuvchanligi** — jinslarning g'ovakligi va yoriqliligiga bog'liq;

• **Suv harakat tezligi** — yer ostida sekin kechadi, bu suvning tabiiy filtrlash xususiyatini kuchaytiradi

Yer osti suvlarining ifloslanish turlari

Yer osti suvlarining ifloslanishi — suv tarkibiga tabiiy yoki antropogen manbalardan zararli moddalar tushib, uning fizik, kimyoviy va biologik xususiyatlarining yomonlashuvi jarayonidir. Ifloslanish xarakteriga va kelib chiqishiga qarab bir necha asosiy turlarga boʻlinadi.

1. Kimyoviy ifloslanish

Kimyoviy ifloslanish yer osti suvlarida eng keng tarqalgan ifloslanish turi hisoblanadi. Bu holatda suv tarkibiga turli kimyoviy moddalarning kirib borishi kuzatiladi.

Asosiy manbalari:

- Qishloq xoʻjaligida qoʻllaniladigan mineral oʻgʻitlar (nitrat, fosfat);
- Pestitsid va gerbitsidlar;
- Sanoat chiqindilari va oqava suvlar;
- Neft va neft mahsulotlari;
- Ogʻir metallar (simob, qoʻrgʻoshin, kadmiy, xrom, arsen).

Oqibatlar:

- Ichimlik suvi sifati yomonlashadi;
- Inson salomatligi uchun zaharli taʼsir koʻrsatadi;
- Suv ekotizimlarida bioakkumulyatsiya yuz beradi.

2. Biologik (mikrobiologik) ifloslanish

Biologik ifloslanish yer osti suvlariga mikroorganizmlar va biologik moddalar tushishi bilan bogʻliq.

Asosiy manbalari:

- Kanalizatsiya va maishiy oqava suvlar;
- Chorvachilik chiqindilari;
- Septik tizimlar va chiqindi chuqurlari;
- Sanitariya me'yorlariga mos kelmaydigan quduqlar.

Asosiy ifloslantiruvchilar:

- Bakteriyalar (E. coli, koliformlar);
- Viruslar;
- Parazitlar.

Oqibatlari:

- Yuqumli kasalliklar xavfi oshadi;
- Ichimlik suvi sifatida foydalanish cheklanadi.

3. Fizik ifloslanish

Fizik ifloslanish suvning tashqi va fizik xususiyatlarining o'zgarishi bilan ifodalanadi.

Belgilari:

- Loyqalashish;
- Haroratning ko'tarilishi;
- Rang va hidning o'zgarishi;
- Suv tarkibida qattiq zarrachalarning ko'payishi.

Manbalari:

- Qurilish ishlari;
- Tog'-kon sanoati;
- Texnogen chiqindilar.

4. Radiatsion ifloslanish

Radiatsion ifloslanish yer osti suvlarida radioaktiv moddalarning me'yoridan oshishi bilan tavsiflanadi.

Manbalari:

- Uran, toriy kabi radioaktiv elementlarga boy jinslar;
- Atom sanoati chiqindilari;
- Radioaktiv moddalar saqlanadigan joylar.

Xavfi:

- Uzoq muddatli radiatsion ta'sir;
- Saraton kasalliklari xavfining oshishi.

5. Tuzlanish (mineral ifloslanish)

Bu turdagi ifloslanish suvda tuzlar miqdorining ortib ketishi bilan bog'liq.

Manbalari:

- Sug'oriladigan yerlarning noto'g'ri melioratsiyasi;
- Dengiz suvining yer osti suvlariga kirib kelishi;
- Sanoat oqava suvlari.

Oqibatlari:

- Ichimlik suvi sifatining yomonlashuvi;
- Tuproq sho'rlanishi.

6. Neft va organik moddalardan ifloslanish

Yer osti suvlariga neft va organik birikmalar tushishi juda xavfli hisoblanadi.

Manbalari:

- Neft qazib olish va qayta ishlash;
- Yonilg'i saqlash rezervuarlari;
- Avtotransport va sanoat hududlari.

Xususiyati:

- Uzoq vaqt saqlanib qoladi;
- Suvning hid va ta'mini keskin yomonlashtiradi.

Yer osti suvlarining ifloslanishini baholash usullari

Gidrokimyoviy tahlil usullari

Gidrokimyoviy tahlillar suv namunalarining laboratoriya sharoitida tekshirilishiga asoslanadi. Asosiy ko'rsatkichlar quyidagilardan iborat:

- pH ko'rsatkichi;
- umumiy mineralizatsiya;
- nitrat, nitrit va ammoniy ionlari;
- og'ir metallar.

Bu ko'rsatkichlar orqali suvning ichimlik va xo'jalik ehtiyojlari uchun yaroqliligi aniqlanadi.

Monitoring tizimlari

Monitoring yer osti suvlarining sathi va sifatini uzoq muddat davomida kuzatish imkonini beradi. Kuzatuv quduqlari tarmog'i orqali olingan ma'lumotlar ifloslanish jarayonining dinamikasini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Gidrogeologik modelashtirish usullari

Matematik modellar ifloslantiruvchi moddalar tarqalishini oldindan bashorat qilish imkonini beradi. Bu usul sanoat zonalari va chiqindi poligonlari atrofida keng qo'llaniladi.

Geofizik usullar

Geofizik tadqiqotlar orqali ifloslangan hududlarning chegaralarini aniqlash mumkin. Elektr qarshilik usuli ayniqsa samarali hisoblanadi.

Yer osti suvlarini muhofaza qilish choralari

Yer osti suvlarini muhofaza qilish quyidagi tadbirlarni o'z ichiga oladi:

- sanitariya muhofaza zonalarini tashkil etish;
- sanoat chiqindilarini nazorat qilish;
- qishloq xo'jaligida kimyoviy moddalardan oqilona foydalanish;
- muntazam monitoring olib borish.

Xulosa.

Yer osti suvlarining ifloslanishi inson faoliyati va tabiiy jarayonlar natijasida yuzaga keladi. Asosiy ifloslanish turlari quyidagilardan iborat:

1. **Kimyoviy ifloslanish** – metallarga (rux, simob, arsen), nitratlar, nitritlar, pestitsidlar va sanoat kimyoviy moddalari ta'sirida sodir bo'ladi. Bu turdagi ifloslanish ichimlik suvi sifatini yomonlashtiradi va sog'liq uchun xavf tug'diradi.
2. **Biologik (mikrobiologik) ifloslanish** – suvda bakteriyalar, viruslar va boshqa patogen mikroorganizmlarning mavjudligi bilan bog'liq. Bu suvni ichimlik va maishiy foydalanish uchun xavfli qiladi.
3. **Fiziko-kimyoviy ifloslanish** – pH, sho'rlik, rang, hid kabi parametrlarning tabiiy yoki antropogen omillar ta'sirida o'zgarishi. Bu ifloslanish suvning estetik va texnologik sifatini pasaytiradi.

4. **Radioaktiv ifloslanish** – tabiiy yoki sanoat manbalaridan keladigan radioaktiv moddalar (uran, radon) orqali sodir bo‘ladi. Uzoq muddatli ta’siri inson salomatligiga jiddiy xavf tug‘diradi.

Yer osti suvlarining ifloslanish turlarini aniqlash va monitoring qilish suv resurslarini samarali boshqarish, ekologik muvozanatni saqlash va odamlar salomatligini himoya qilish uchun juda muhimdir. Shu sababli, turli baholash usullari (kimyoviy, mikrobiologik, geofizik va modellashtirish metodlari) qo‘llanilishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Freeze, R. A., & Cherry, J. A. **Groundwater**. Prentice-Hall, 1979.
2. Fetter, C. W. **Applied Hydrogeology**. 4th ed., Prentice Hall, 2001.
3. Domenico, P. A., & Schwartz, F. W. **Physical and Chemical Hydrogeology**. Wiley, 1998.
4. Alley, W. M. **Hydrogeology: Principles and Practice**. McGraw-Hill, 1993.
5. Custodio, E., & Llamas, M. R. **Groundwater Hydrology**. McGraw-Hill, 1996.
6. **Environmental Protection Agency (EPA)**. Groundwater Quality Monitoring Guidelines. Washington, D.C., 2017.
7. Hem, J. D. **Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water**. U.S. Geological Survey, 1985.
8. Todd, D. K., & Mays, L. W. **Groundwater Hydrology**. 3rd ed., Wiley, 2005.
9. Kresic, N. **Hydrogeology and Groundwater Modeling**. CRC Press, 2007.
10. Freeze, R. A., & Witherspoon, P. A. “Theoretical Analysis of Regional Groundwater Flow: 1. Analytical and Numerical Solutions.” *Water Resources Research*, 1967.