



UDK: 550.834.4

Rahim TURSUNMETOV,
"GIDROINGEO instituti" DM katta ilmiy xodimi
Baxtiyor ISMOILOV,
"GIDROINGEO instituti" DM katta ilmiy xodimi
Timur GAFUROV,
"GIDROINGEO instituti" DM laboratoriya mudiri
E-mail: timur-02151980@mail.ru
Odiljon URUNBAYEV,
"GIDROINGEO instituti" DM kichik ilmiy xodim
Xasan XASANBAYEV,
"GIDROINGEO instituti" DM tajriba orttiruvchi tadqiqotchi
Mirjalol AXMATQULOV,
"GIDROINGEO instituti" DM tajriba orttiruvchi tadqiqotchi
Akmal YALLAQOBILOV,
"O'zbekgidrogeologiya" DM yetakchi geolog

H.M. Abdullayev nomidagi "Geologiya va Geofizika instituti" DM "Mintaqaviy geofizika laboratoriyasi" boshlig'i, f.-m.-f.n B.S. Nurtayev taqrizi asosida

TOG' MASSIVNING DARZLIKLAR RIVOJLANGAN QATLAMLARIDA ELEKTROMAGNIT USULLARI MAJMUALARI ASOSIDA YER OSTI SUV MANBALARINI QIDIRISH

Annotatsiya

Mazkur maqolada tog' massivlarida, xususan, tog' massivining darzliklar rivojlangan qatlamlarida elektromagnit usullari majmualari asosida yer osti suvlarini qidirish usullari tahlil qilinadi. Suv qatlamlarini aniqlashda qo'llaniladigan zamonaviy elektrotomografiya hamda yo'naltirilgan elektromagnit zondlash usullari umumlashtirilib, ularning samaradorligi tahlil qilindi. Mavjud geologik va gidrogeologik sharoitlarni o'rganish asosida yer osti suvlarini aniqlashga yo'naltirilgan qidirish mexanizmi ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: gidrogeologiya, toza yer osti suvlari, suv qatlami, zamonaviy elektrotomografiya, anizotropiya koeffitsiyenti, yer osti suvlari harakati strukturasida.

ПОИСК ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ТРЕЩИНОВАТЫХ СЛОЯХ ГОРНОГО МАССИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕТОДОВ

Аннотация

В данной статье анализируются методы поиска подземных вод в горных массивах, в частности, в трещиноватых слоях горного массива, на основе комплексов электромагнитных методов. При этом обобщены и проанализированы с точки зрения эффективности современные методы электротомографии и направленного электромагнитного зондирования, применяемые для определения водоносных горизонтов. На основе изучения существующих геологических и гидрогеологических условий разработан механизм поиска, направленный на выявление подземных вод.

Ключевые слова: гидрогеология, пресные подземные воды, водоносный горизонт, современная электротомография, коэффициент анизотропии, структура движения подземных вод.

SEARCH FOR GROUNDWATER IN FRACTURED LAYERS OF ROCK MASSIFS USING A COMPLEX OF ELECTROMAGNETIC METHODS

Annotation

This article analyses methods of searching for groundwater in rock massifs, in particular, in fractured layers of rock massifs, based on complexes of electromagnetic methods. Modern methods of electrotomography and directional electromagnetic sounding used to identify aquifers are summarized and analyzed in terms of efficiency. Based on the study of existing geological and hydrogeological conditions, a search mechanism to identify groundwater has been developed.

Key words: hydrogeology, fresh groundwater, groundwater aquifer, modern electrotomography, anisotropy coefficient, groundwater movement structure.

Kirish. Hozirgi davrda yer osti suvlariga bo'lgan talabning keskin ortishi global ekologik va ijtimoiy muammolar qatorida alohida o'rin egallamoqda. Ayniqsa, toza ichimlik va xo'jalik ehtiyojlari uchun suv resurslarini aniqlash, muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanish masalalari rivojlanayotgan mamlakatlar uchun strategik ahamiyat kasb etmoqda. O'zbekiston sharoitida esa ko'plab aholi punktlari, xususan, tog' va tog' oldi hududlardagi aholi punktlarini yer osti suv hisobiga markazlashmagan yer osti suv inshootlari bilan ta'minlash maqsadga muvofiqdir. Bu esa murakkab geologik-tektonik va gidrogeologik sharoitlarda yuqori samaradorlikka ega bo'lgan suv qidirish texnologiyalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish zaruratini yuzaga keltirmoqda.

Adabiyotlar tahlili. Tog' massivida yer osti suvlarini ajratish hozirgi kunning dolzarb muammosidir. Chunki ular chegirilgan maydonlarda tarqalgan bo'lganligi sababli ularni qidirib topish katta harajatni va vaqtni talab qiladi. Shu bilan birga yer osti suvlarining paydo bo'lish manbalari har doim ham aniqlanavermaydi. Bundan tashqari ularning tarqalish jarayoni maydon bo'yicha rivojlanishi aniq bir chegaralarga ega emasdir. Umuman aytganda tog' massivida yer osti suvlarining darzliklarda paydo bo'lish mexanizmi amaliyotda yetarli darajada o'rganilmagan. Hidrogeologik tadqiqotlar bilan birga an'anaviy elektr qidiruv usullar Vertikal Elektr Zondlash (VEZ) va uning aylanma uslubiyati qo'llanilgan [4]. Ularni o'tkazish natijasida asosan tektonik yoriqlar hamda sifatli jihatdan darzliklar va litologik tarkiblar o'rganilgan. Biroq bu natijalar yer osti suvi qatlamlarini ajratishda ma'lumotlar yetarli emasligi aniqlandi. Chunki ushbu vaziyatda yer osti suvlarining darzliklarda paydo bo'lish mexanizmi modeli amaliyotga nisbatan ishlab chiqilmagan. Boshqa elektro qidiruv usullardan biri undalgan qutblanish usuli darzliklarni filtrasion hususiyatini o'rganishga jalb qilindi va tuyulma qarshilik, undalgan qutblanish hamkor o'zgarishi asosida yer osti suv qatlamini filtratsion hususiyatlarini o'rganishda foydalanildi [4]. Bulardan tashqari masofadan yerni zondlash usulida turli xil yo'nalishdagi tektonik yoriqlar o'rganildi [1,2]. Olingan natijalar geofizik usullar ma'lumotlarini gidrogeologik jihatdan talqin qilishda foydalanildi [4]. Shunday qilib tog' massivida yer osti suvlarini ajratish maqsadida asosiy parametrlar sifatida suvli gorizontlarning solishtirma elektr qarshiligidan foydalaniladi. Ammo bunday yondashish yer osti suvlarini ajratishda yagona yechimga ega emas. Chunki solishtirma elektr qarshilik qiymati ko'p omillar ta'sirida bo'lganligi sababli yagona yechimga olib kelmaydi [6].

Tadqiqot metodologiyasi. Shunday qilib tog' massivida yer osti suv qatlamlarini ajratish maqsadida quyidagi masalalarni yechish maqsadga muvofiqdir:

1. Tog' massivida yer osti suvlarini paydo bo'lish mexanizmini ishlab chiqish.
2. Darzliklarda suvli qatlamlarni ajratish.
3. Darzliklarda turli darajadagi suvli qatlamni ajratish.

1. Ta'kidlaganimizdek yer osti suvlari asosan o'tkazuvchan tektonik yoriqlarda tarqaladi va doimo harakatda bo'ladi. Ammo tog' massivida darzliklarni hosil bo'lishi o'ziga hos qonuniyatlarga amal qiladi. Ko'p yillik kuzatuvlar asosida tog' massivida soylarning rivojlanishi e'tirof etiladi, aynan uning yo'nalishi meridional yo'nalishga to'g'ri keladi. Buning asosiy sababi doimiy ravishda tashqi tektonik kuchlanish ta'sirini meridional yo'nalishdagi tektonik kuchlanishning mavjudligidan kelib chiqqan [1,2]. O'z o'rnida aytish lozimki soylar asosan tektonik yoriq va darzliklarda rivojlangan maydonlarda joylashgan bo'ladi. Ularning paydo bo'lishida tektonik maydonlarni ahamiyati katta. Shuning bilan birga soylar bo'yicha darzliklarning rivojlanishi qayd etiladi, ular chuqurlik bo'yicha so'nib borishi kuzatiladi, bundan tashqari tog' massivining paydo bo'lishi katta chuqurlikda joylashgan tektonik yoriqlarning rivojlanishi bilan bevosita bog'liq bo'lib, ko'pincha ushbu tektonik yoriqlar kenglik yo'nalishida rivojlanadi. Ushbu chuqurlikda joylashgan tektonik yoriqlar yer yuzasiga yaqinlashgan sari yoyilib kichik tektonik yoriq va darzliklardan iborat bo'ladi.

Demak tog' massivida suvlarning jamlanish rezervuarlarda tektonik yoriqlarning kesishgan maydonlarida vujudga keladi. Ta'kidlash lozimki meridional yo'nalishdagi o'tkazuvchanlik tektonik yoriqlarni nafaqat yer osti suvlarining jamlanishida balki artezian suv havzalarning pastki qatlamlariga ham yer osti suvlari tarqalishiga moyillik yaratadi. Ham meridional ham kenglik yo'nalishdagi tektonik kuchlanishlar ta'sirida pog'onasimon geologik strukturalar vujudga keladi, shu bilan birga, har bir pog'ona o'zining suv yig'uvchi rezervuari bilan ajralib turadi. Har bir pog'ona geomorfologik xususiyatlari bilan ajralib turadi, yani har bir pog'onaning rel'efi yassi maydonchalardan iborat bo'ladi. Ushbu maydonchalarni hajmi qancha keng bo'lsa shuncha rezervuarining hajmi katta bo'ladi. Demak asosiy maqsad, masala o'rganilayotgan hududda yer osti suvlarini qidirishda tog' massivida pog'onasimon yassi maydonchalarni topishdan iborat, bundan tashqari pog'onalar orasida darzliklar rivojlanishi tufayli rezervuarining suvli zonalarini ajralib turishi mumkin.

2. Tog' massivlarida yer osti suvlarini aniqlashda elektrotomografiya va yo'naltirilgan elektromagnit zondlash usullari samarali qo'llanilmoqda. Oxirgi yillarda dunyo tajribasi tahlilidan kelib chiqib, xususan Kanada, Rossiya va Fransiya kabi davlatlarda elektrotomografiya usuli keng tadbir etib kelinmoqda. Bu usul suvli qatlamlarni aniqlash, geologik strukturalarni chegaralash hamda tektonik yoriqlarni tadqiq etishda yuqori sezgirlikka ega bo'lib, uning natijalari aniq va ishonchli hisoblanadi. Yo'naltirilgan elektromagnit zondlash (YEMZ) usuli esa geologik muhitning elektr xususiyatlari ham gorizonttal, ham vertikal yo'nalishda uzluksiz o'zgarib borishini hisobga oladi. Bu maqsadda har bir aniq masofada yerga tutashtiruvchi elektrodlar o'rnatiladi. Elektrodlar bir vaqtning o'zida ham tok manbai (beruvchi), ham qabul qiluvchi vazifasini bajarishi mumkin. Ta'kidlash lozimki, ushbu usulda o'lchov jarayonidan tortib, ma'lumotlarni qayta ishlashgacha bo'lgan barcha bosqichlar maxsus dasturiy ta'minotlar orqali amalga oshiriladi. Natijalarni tahlil qilish ikki asosiy bosqichda bajariladi:

1. Birinchi bosqichda psevdoksim tuziladi, ya'ni muhitning shartli profili chiziladi.
2. Ikkinchi bosqichda esa maxsus inversiya dasturlari orqali ma'lumotlar qayta ishlanadi va geologik-litologik kesimlarga ajratish amalga oshiriladi.

Elektrotomografiya usulida quyidagi turdagi qurilmalardan foydalaniladi:

- Simmetrik qurilma – asosan geologik kesimning gorizonttal chegaralarni aniqlashda samarali hisoblanadi.
- Dipolli qurilma – past elektr qarshilikka ega tektonik zonalar, ayniqsa suvli darzliklar va zonalarini aniqlashda yuqori sezgirlikka ega.
- Elektr maydonining o'rta gradientini o'lchovchi qurilma – katta elektr qarshiligiga ega tik geologik jismlarni ajratishda qo'llaniladi [9].

3. Yuqoridagi talab va gidrogeologik sharoitlarni inobatga olgan holda, "GIDROINGEO instituti" mutaxassislari tomonidan geologik xaritalash maqsadida yo'naltirilgan elektromagnit zondlash (YEMZ) usuli yaratildi. Ushbu uslubiy yondashuvda metodikada yer yuzasi bilan to'g'ridan-to'g'ri tutashtirilmagan kabellar orqali geologik muhitda elektromagnit maydoni hosil qilinadi. Mazkur maydonning past chastotali komponentlarida elektr maydonlarda kabelda paydo bo'ladigan elektr zaryadlari oqimi geologik muhitning fizik xususiyatlari bilan bevosita bog'liq ekanini ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Ta'kidlash lozimki, kabeldagi zaryad oqimining intensivligi yer osti suv qatlamlarining elektr qarshiligiga bog'liq bo'lib, bu bog'liqlik amaliy eksperimental orqali tasdiqlangan. Umuman olganda, kabel orqali yaratilgan elektromagnit maydonning markazdan uzoqlashgan nuqtadagi elektr maydoni intensivligi chuqurlik bilan bog'liq ekanligi aniqlangan. Demak, kabel uzunligi oshgan sari chuqurroq qatlamlarni o'rganish imkonini ortib boradi. Shu bilan birga dala sharoitida kabelning elektromagnit nurlanish qarshiligi o'lchanadi va ularning o'zgarishi bo'yicha geologik muhitdan yer osti suv oqimlari bilan bog'liq bo'lgan elektr parametrlar o'lchanadi.

Yo'naltirilgan elektromagnit zondlash usuli yer osti muhitining elektr anizotropiyasini o'rganish maqsadida takomillashtirildi va ushbu takomillashtirilgan usul asosida eksperimental dala ishlari amalga oshirildi [8]. Tadqiqotlar natijasida yer osti suvlari to'g'risida muhim ma'lumotlar olindi. Xususan, takomillashtirilgan qurilma yordamida tanlangan yo'nalishda suvli qatlamning elektr anizotropiya koeffitsienti aniqlanishiga erishildi. Bu esa o'z navbatida yer osti suv oqimini mavjudligi to'g'risida ma'lumot beradi.

Tahlil va natijalar. Quruqsoy maydonining geologiyasi va gidrogeoelektr xususiyatlari

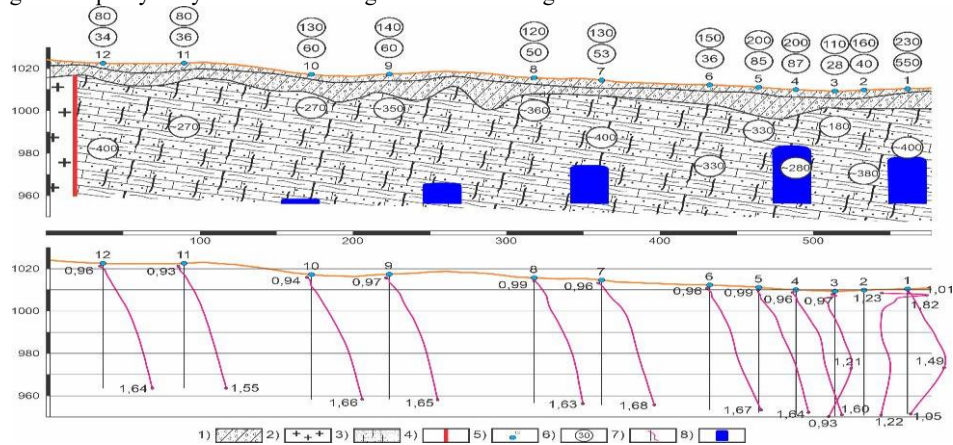
Quruqsoy maydoni Nurota tog' tizmasining Shimoliy yonbag'rida joylashgan bo'lib, uning geologik tuzilishi asosan proterozoy davri yotqiziqlariga tegishli slanestlar va magmatik tog' jinslardan iborat. Magmatik tog' jinslar, asosan, maydonning Janubiy qismida uchraydi. Maydondagi to'rtlamchi davr yotqiziqlari mayda qumtoshlar va suglinkalardan tashkil topgan bo'lib, quyi qismlarda ularning qalinligi 1,5-2 metrga yetadi. Quruqsoy geologik kesimida asosan darzliklangan slanestlar rivojlangan. Darzliklar chuqurlikka qarab mikrodarzliklarga aylanadi. Geologik sharoitlarni hisobga olgan holda maydonni shartli ravishda uchta zonaga qismga bo'lish mumkin:

1. Janubiy zona - granadioritlar tarqalgan, bu yerda burg'i suv quduqlari qazilgan va ulardan suv olish uchun foydalanilmoqda.

2. Markaziy zona - darzliklar orqali suvli qatlamlar qayd etilgan.

3. Quyi zona (1-3 piketlar orasida) - past elektr qarshilikli slanestlar bilan ifodalangan va tektonik yoriq bilan ajratilgan.

Ushbu maydonda olib borilgan tik elektrozonlash (TEZ) tadqiqotlarga ko'ra, darzlikli slanestlarning elektr qarshiligi 300-400 Om·m oralig'ida, maydonning quyi qismida esa 180-280 Om·m gacha pasaygan. Bu pasayish, ayniqsa 2-3 piketlar atrofida, yer osti suvlarining minerallashuv darajasini ortishi bilan bog'liq. Masalan, o'rta qismda suvni minerallashuv darajasi 1 g/l atrofida bo'lsa, quyi qismda 1,5 g/l dan ortib ketgan. 3-piketda geoelektr qarshilik 180 Om·m ni tashkil etib, bu yerda tektonik yoriq mavjudligi qayd etilgan. Elektr qarshilikdagi o'zgarishlar suvlik darajasi yuqori bo'lgan darzlik va qatlamlarga mos kelishi bilan tavsiflanadi. Shu sababli, bu zonalarida burg'u quduqlarini joylashtirish samarali hisoblanadi. Elektrotomografiya va yo'naltirilgan elektromagnit zondlash (YEMZ) usullari natijalari tahlil qilindi. Quruqsoy maydoni bo'yicha olingan solishtirma qarshilik kesimi (Abdullayev Sh.X., 2023) elektrotomografiya bilan chuqurlikdagi past qarshilikli zonalarini aniqlashga imkon berdi. Bu past qarshiliklar yer osti suvlarining minerallashuvi darajasi yuqori bo'lgan qatlamlariga to'g'ri keladi. Chuchuk yer osti suvlari bilan bog'liq zonalar, asosan, elektr anizotropiya koeffitsienti orqali aniqlanadi. Ko'p yillik tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, suv minerallashuvi darajasi kamaygan sari, suvli gorizontlarning elektr anizotropiyasi ortib boradi. Kesimlar bo'yicha chuqurlikka qarab anizotropiya qiymatlari 0.93 dan 1.68 gacha bo'lgan intervalda o'zgarimoqda. Xususan, 7-8 piketlar atrofida suvli darzliklarning elektr anizotropiyasi yuqori bo'lib, suvli gorizontlar aniq ajratilgan. Shunga qo'shimcha ravishda, 3-piketda anizotropiyaning keskin pasayishi yer osti suvlarining tik harakati borligini ko'rsatadi.



Quruqsoy maydoni bo'yicha geologik-geofizik kesim.

1 - tuproqlar va g'ovak bo'lakli moddalar; 2 - granitlar jinslar; 3 - kam yoriqlangan slanestlar; 4 - granadioritlarning Shimoliy tarqalish chegarasi; 5 - o'lchov piketlari; 6 - umumiy (spesifik) elektr qarshiligi, Om·m; 7 - elektr anizotropiya koeffitsientining o'zgarish grafiqi; 8 - elektrotomografiya ma'lumotlariga ko'ra past qarshilikli zonalar (Abdullayev Sh.X., 2023).

Xulosa. Shunday qilib, tog' massivida yer osti suvlarini o'rganish natijasida hamda elektrotomografiya va YEMZ usullari majmuasi asosida darzliklardagi yuqori suvli qatlamlarni aniqlash mumkin. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

Tog' massivining darzliklar rivojlangan zonasida yer osti suv qatlamlarini paydo bo'lish mexanizmi asoslandi. An'anaviy (VEZ) usuli natijalarida yer osti suvlari minerallashuvi sifat jihatdan baholash mumkin. Boshqacha qilib aytganda, (VEZ) ma'lumotlari suv mavjudligi haqida umumiy tasavvurni beradi, lekin ularning chuqurlik bo'yicha tarkibini va aniq lokalizatsiyasini ko'rsatmaydi. Bu yetishmovchilikni bartaraf etish maqsadida dipol qurilmalariga asoslangan elektrotomografiya usullari qo'llanildi. Ushbu usul yordamida past elektr qarshilik bilan ifodalangan suvli darzlik zonalarini aniq ajratib berildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, darzliklarda joylashgan yuqori suvli qatlamlar, odatda, elektr anizotropiya koeffitsientining katta qiymatlari bilan tavsiflanadi. Elektr anizotropiyasi - geoelektr muhitning strukturaviy xususiyatlarini chuqur baholash imkonini beradi va suvli gorizontlarni aniqlashda muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Taqdim etilgan elektrotomografiya va yo'naltirilgan elektromagnit zondlash (YEMZ) kabi zamonaviy geofizik usullar majmuasi nafaqat Quruqsoy maydonida, balki respublikani boshqa tog' va tog' oldi hududlarda ham yer osti suv qatlamlarini aniqlashda samarali qo'llanilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Костенко Н.П. Развитие складчатых и разрывных деформаций в орогенном рельефе. М., "Недра" 1972, 320 с
2. Николаев П.Н. Методика тектонодинамического анализа / Под ред. Н.И. Николаева. - М.: Недра, 1992. - 295 с.: ил.

3. П.Н.Николоев Методика тектонодинамического анализа.
4. Основы инженерной геофизики: учебник для вузов по спец. "Гидрогеология и инженерная геология" / А. А. Огильви; под ред. В. А. Богословского. - Москва : Недра, 1990. - 501 с.
5. Турсунметов Р.А. Методика высокоразрешающего комплекса электромагнитных исследований при выявлении пресных подземных вод локального распространения // Материалы международной научно-практической конференции «Питьевые подземные воды «Изучение, использование и информационные технологии». Ч. 2. – Московская обл., 2011. - С. 94-104.
6. Турсунметов Р.А., Исмаилов Б.Ж., Гафуров Т.А., Хасанбаев Х.Ф. К перспективе разработки комплекса электромагнитных методов высокого разрешения при поисках месторождений пресных подземных вод / Материалы XI Международ. науч. конференции «Новые идеи в науках о Земле» в 9 т. // Т. 1: Геофизика, Геоинформатика, Математическое Моделирование И Искусственный Интеллект в недропользовании / ред. коллегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. - М.: Издательство МГРИ, 2025 – С. 163-166.
7. Интерпретация результатов геофизических методов разведки при гидрогеологических исследованиях в узбекистане / К.Р.Умурзаков, А.В.Корянов -Ташкент, изд-во “Фан” УзССР 1982.
8. Хамраев Дж.Ф., Турсунметов Р.А., Ахмедов И.А. Возможности метода направленного электромагнитного зондирования (НЭМЗ) при геокартировании рудных полей // Материалы научной конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». – Ташкент, 2015. - С. 318-321.
9. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей. Том I / под редакцией проф. И.Н. Модина и доц. А.Г. Яковлева – 2-е изд., переработанная и дополненная. – Тверь: «ПолиПРЕСС», 2018. – 274 с.
10. Абдуллаев Ш.Х., Сергеева Е.В., Мингбоев К.Р. Современный подход поиску подземных вод спорадического распространения в предгорных областях // Республика илмий амалий анжуман “Ўзбекистон республикасининг барқарор ривожланишида геологик муаммоларнинг Фундаментал, амалий ва Инновацион ечимлари” – Тошкент, 2024. – 228- 236 бет.