



Eldor YADIGOROV,

G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, PhD

E-mail: boxodirm@mail.ru

Asilbek RAHMATOV,

G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, PhD

Jonibek BOZOROV,

G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, PhD

Musurmonqul QODIROV,

G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti katta ilmiy xodimi

Asilbek QODIRBOYEV,

G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti yetakchi muhandisi

O'zbekiston Milliy universiteti katta o'qituvchisi, PhD B.Meliboyev taqrizi asosida

TERMIZ SHAHRI HUDUDIDA QUYQALANISH JARAYONIGA MOYIL GRUNT QATLAMLARNI SOLISHTIRMA ELEKTR QARSHILIK ASOSIDA BAHOLASH

Annotsatsiya

Mazkur maqolada VEZ (Vertikal Elektr Zondlash) geofizik usuli yordamida grunt qatlamlarining tarkibi, tuzilishi va suv bilan to'yinganlik darajasi o'rganilgan. Tadqiqot 7 ta nuqtada Shlumbergi elektrodlar sxemasi asosida 30–35 m chuqurlikkacha o'tkazildi. Olingan dala ma'lumotlari IPI2Win dasturi yordamida qayta ishlanib, grunt qatlamlarining solishtirma elektr qarshilik qiymatlari aniqlandi. Natijalar tahlili asosida hududda quruq va nam lyoss qatlamlari hamda suvga to'yingan qum qatlamlari mavjudligi aniqlandi. Ayrim nuqtalarda elektr qarshilik qiymatlarining keskin kamayishi yer osti suvlarining yer yuzasiga yaqin joylashganligini ko'rsatdi. Shuningdek, ayrim zonalarda gorizontol (quyqalanish) belgilari aniqlanib, bu holat gruntlarning fizik-mexanik xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligi qayd etildi. Tadqiqot natijalari qurilish poydevorlarini loyihalashda va seysmik xavf baholashda VEZ usulining samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: grunt, VEZ, solishtirma elektr qarshilik, lyoss, quyqalanish.

EVALUATION OF SILTATION-PRONE SOIL LAYERS IN THE TERMEZ CITY AREA BASED ON SPECIFIC ELECTRICAL RESISTIVITY

Annotation

In this article, the composition, structure, and degree of water saturation of soil layers were investigated using the VES (Vertical Electrical Sounding) geophysical method. The study was conducted at seven points using the Schlumberger electrode configuration, reaching depths of 30–35 m. The field data obtained were processed using the IPI2Win software, and the apparent electrical resistivity values of the soil layers were determined. Based on the analysis of the results, the presence of dry and moist loess layers as well as water-saturated sand layers in the study area was identified. In some locations, a sharp decrease in electrical resistivity values indicates that groundwater is located close to the ground surface. In addition, signs of horizontal displacement (creep) were detected in certain zones, which may negatively affect the physical and mechanical properties of the soils. The results of the study confirm the effectiveness of the VES method in the design of building foundations and in seismic hazard assessment.

Keywords: soil, VES, apparent electrical resistivity, loess, creep.

Kirish. Hozirgi vaqtda qurilish ishlari hajmining ortishi, infratuzilma obyektlarining murakkablashuvi hamda seysmik faol hududlarda barqaror poydevorlar loyihalash zaruriyati gruntlarning muhandis-geologik xususiyatlarini chuqur o'rganishni talab etmoqda [1,2]. Ayniqsa, yer osti suvlarining tarqalishi, grunt qatlamlarining tarkibi va ularning fizik holati qurilish xavfsizligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi[4]. Geofizik tadqiqot usullari ichida VEZ (Vertikal Elektr Zondlash) usuli grunt qatlamlarining vertikal kesimi bo'yicha solishtirma elektr qarshiliklarini aniqlash imkonini berishi bilan ajralib turadi. Ushbu usul gruntlarning litologik tarkibi, suv bilan to'yinganlik darajasi hamda qatlamlararo chegaralarni aniqlashda keng qo'llaniladi[5,6]. Elektr qarshilik qiymatlarining o'zgarishi gruntlarning namligi, g'ovakligi va suv tarkibiga bevosita bog'liq bo'lib, yer osti suvlarini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Quyqalanish grunt qatlamlarining litologik tarkibi, namligi va zichligining gorizontol va vertikal yo'nalishda notekis o'zgarishi bilan tavsiflanadi. Bunday holatlar ko'pincha tektonik buzilishlar, suvli zonalarning notekis tarqalishi, cho'kish jarayonlari hamda zilzila ta'siri natijasida yuzaga keladi. Quyqalanish mavjud hududlarda gruntlarning fizik-mexanik xossalari keskin o'zgarib, qurilish uchun xavf tug'diradi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Gruntlarning muhandis-geologik xususiyatlarini aniqlashda geofizik usullardan foydalanish keng rivojlanmoqda. Ayniqsa, yer osti suvlarining tarqalishi, grunt qatlamlarining suv bilan to'yinganlik darajasini baholashda elektrorazvedka usuli yuqori samaradorlikka ega ekanligi ko'plab tadqiqotlarda qayd etilgan [4,5].

Shuningdek, seysmik faol hududlarda gruntlarning holatini baholashda VEZ usulining qo'llanilishi alohida ahamiyatga ega. Tadqiqotlarda zilzila ta'sirida grunt zichligining kamayishi, qatlamlarning siljishi va yangi suvli zonalarning shakllanishi elektr qarshilik qiymatlarining o'zgarishi orqali aniqlanishi mumkinligi ko'rsatilgan. Shu sababli VEZ natijalari muhandislik-geologik va seysmik xavfni baholash masalalarida muhim axborot manbai hisoblanadi. VEZ usuli grunt qatlamlarining solishtirma elektr

qarshiligini aniqlashga asoslanadi. Elektr toki grunt orqali o'tganda, hosil bo'lgan potentsiallar farqi va tok kuchi qiymatlari o'lchanadi so'ngra solishtirma elektr qarshilik (ρ_k) qiymati hisoblanadi[5]:

$$\rho_k = \frac{K\Delta U}{I}$$

bu yerda:

ρ_k – solishtirma elektr qarshilik

I – tok kuchi

ΔU – potentsiallar farqi (kuchlanish)

K – moslama ko'ffisienti $K = \frac{0,1 \pi AMAN}{MN}$ to'rt elektrodli moslama uchun.

Quyqalanish darajasini baholashda eng ko'p qo'llaniladigan ko'rsatkichlardan biri - solishtirma elektr qarshilikning lateral o'zgaruvchanlik koeffitsienti hisoblanadi

$$K_{lat} = \frac{|\rho_i - \rho_i + 1|}{\rho_{o'rt}}$$

$\rho_i - \rho_i + 1$ – bir xil chuqurlikdagi qo'shni nuqtalardagi solishtirma elektr qarshiliklar.

$\rho_{o'rt} = 2\rho_i + \rho_i + 1$ – o'rtacha qarshilik qiymati.

$K_{lat} < 0,2$ -grunt qatlamlari nisbatan bir jinsli, quyqalanish belgilari kuzatilmaydi.

$0,2 \leq K_{lat} < 0,4$ -gruntlarda o'rtacha darajadagi quyqalanish mavjud.

$K_{lat} \geq 0,4$ -kuchli quyqalanish va grunt qatlamlarining fizik va litologik xossalarning makon bo'yicha notekis o'zgarish zonalarini rivojlangan [5,6].

Ushbu ko'rsatkichlar gruntlarning litologik tarkibi, fizik-mexanik, fizik xossalarni aniqlashda va muhandis-geologik xavfni baholashda muhim ahamiyatga ega.



Tadqiqot davomida tok elektrodlarining oralig'i (AB) bosqichma-bosqich kengaytirilib, zondlash chuqurligi oshirildi. Elektrodlarining oralig'i (MN) esa minimal darajada o'zgartirildi. Har bir chuqurlikda tok kuchi va potentsiallar farqi o'lchanib, solishtirma elektr qarshilik qiymatlari hisoblab chiqildi. Olingan dala ma'lumotlari IPI2Win dasturi yordamida qayta ishlanib, VEZ egri chiziqlari qurildi va egri chiziqlar qayta ishlandi. Mazkur metodika grunt qatlamlarining vertikal tuzilishini aniqlash, gorizontal va quyqalanish zonalarini baholash hamda qurilish poydevorlarini loyihalashda, muhandis-geologik asos yaratish uchun qo'llaniladi. Grunt qatlamlarining litologik tarkibi va suv bilan to'yinganlik darajasi solishtirma elektr qarshilik qiymatlarining diapazonlari asosida baholandi[4,5]. Quruq lyoss qatlamlari uchun 30–80 Om·m, nam va suvga to'yingan lyoss qatlamlari uchun 10–25 Om·m, suvga to'yingan qum qatlamlari uchun esa 5-20 Om·m qiymatlar qabul qilindi. Elektr qarshilik qiymatlarining keskin kamayishi yer osti suvlarining mavjudligi va suvli qatlamlar bilan bog'landi[6].

1-rasm. VEZ usuli ishlari o'tqizilgan nuqtalar (Termiz shahri).

VEZ usuli va zilzila natijasidagi quyqalanish bog'liqligi.

Tablitsa 1.

Zilzila ta'siri	Elektr qarshilik ortadi
Suvli qatlamlarda suyuqlanish	Qarshilik keskin kamayadi (ρ past bo'ladi)
Qatlamlarning joyidan siljishi	Qatlam qalinligi va ρ qiymatlari o'zgaradi
Yangi suvli zonalarining paydo bo'lishi	Yangi past qarshilikli qatlamlar aniqlanadi

Gruntlarning elektr qarshilik qiymatlar.

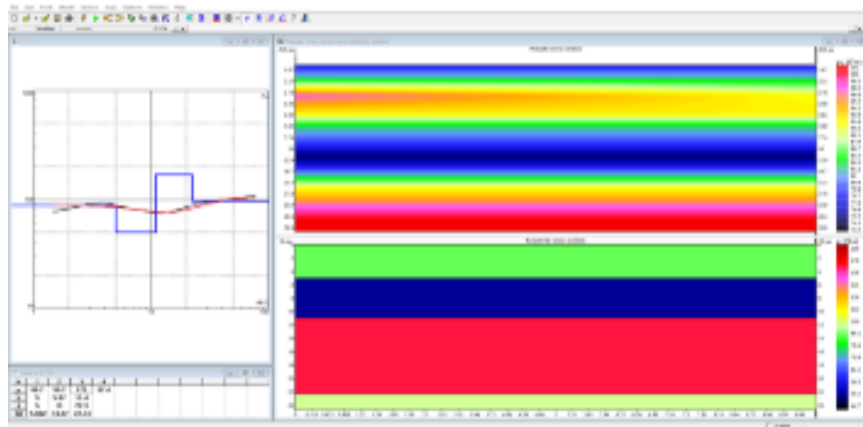
Tablitsa 2.

	Qatlam	Qatlam hususiyati	Elektr qarshiligi (ρ , Om·m)
1.	Lyoss (quruq)	Quruq	30-80
2.	Lyoss (nam)	Suvga to'yingan	10-25
3.	Qum (nam)	Suvga to'yingan	5-20

[6].

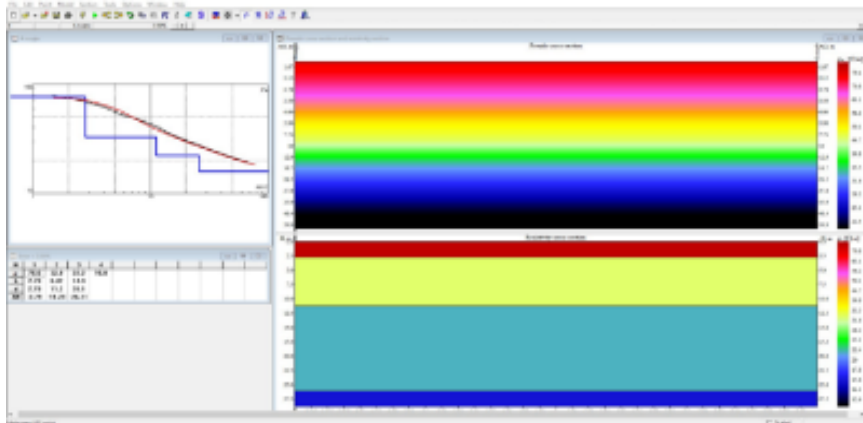
Tahlil natijalari.

2 - 4 tadqiqot nuqtasida olingan ma'lumotlarni Ipi2win dasturi yordamida qayta ishlashdan olingan natija.. Ushbu tadqiqot 2-nuqtasidagi gruntlarda solishtirma elektr qarshiliklar shuni ko'rishimiz mumkinki bu hududda yer osti suvlar harakati nisbatan chuqurroq joylashgan. Bunday xulosaga kelishimizga sabab shundaki VEZ egri chiziqlari to'rt qatlamli bo'lib ikkinchi qatlamda ρ_k qiymatlarida kamayishni $\rho_k=50$ Om m va uchinchi qatlamda esa oshishni $\rho_k=170$ Om m kuzatish mumkin.. Ikkinchi qatlamdagi qiymatlar kamayishi yer osti suvlariga to'yingan qatlam qarshiligi chegarasiga yetib bormagan. Ya'ni lyoss qatlamlari qalinligi ikkinchi va to'rtinchi tadqiqot nuqtalarida nisbatan katta qalinlikga ega.



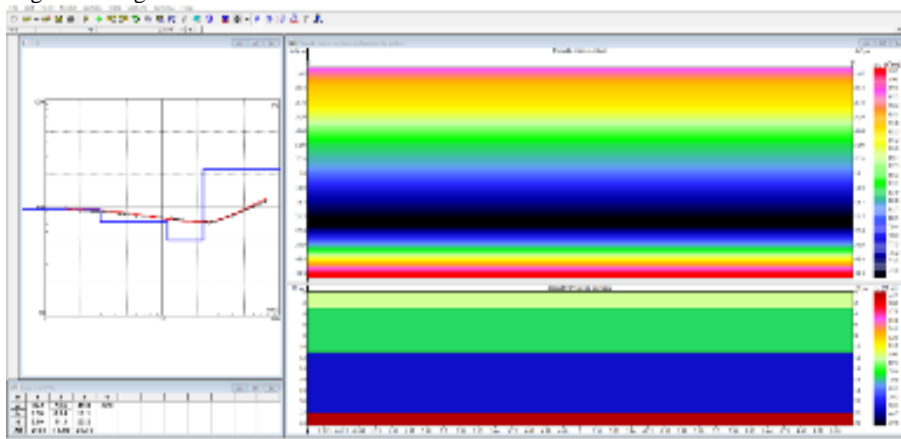
2-rasm. 2-nuqta geoelektrik kesimi.

1-3 tadqiqot nuqtasida gruntlarda yer osti suvlari yer yuzasiga yaqin joylashagan. Solishtirma elektr qarshiliklar cheksiz kamayuvchi harakterga ega bo'lib VEZ egri chiziqlarining $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ (Q) turiga xosligini ko'rishimiz mumkin. Asosan kam chuqurliklarda (30 m gacha) bunday turdagi egri chiziqlar yer osti suvlari mavjud bo'lgan qatlamlarda kuzatiladi. Chuqurliklar bo'yicha 20-25 m chuqurlikda ρ_k qiymatlari 20-15 Omm oralig'ida o'zgargan. Bundan shuni hulosa qilish mumkinki gruntlar tarkibidagi suv sho'rlanish darajasi yuqori emas.



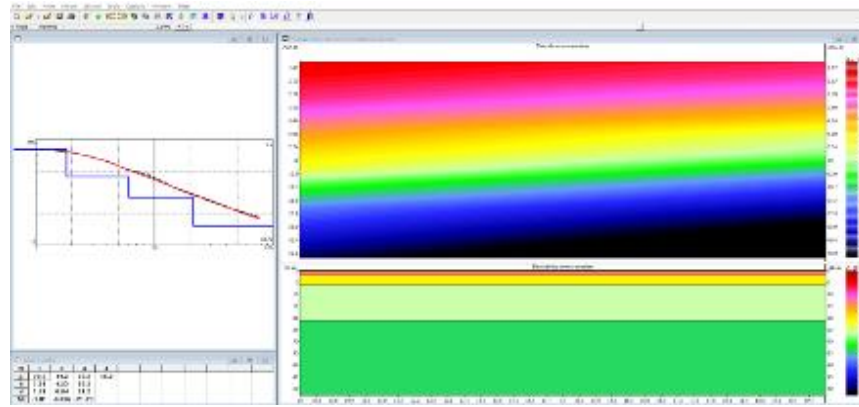
3-rasm. 1-nuqta geoelektrik kesimi

5-tadqiqot nuqtasidagi ma'lumotlar asosida geoelektrik kesimdan shuni ko'rishimiz mumkinki 10-12 m chuqurlikda ρ_k qiymati kamayigan. Lekin keyingi qatlamda ρ_k qiymati oshishini ko'rish mumkin. Bu VEZ egri chiziqlarining $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ (A) turiga to'g'ri keladi. Lekin shuni hisobga olish kerakki ikkinchi qatlamdagi $\rho_k = 49$ Om m ni tashkil etadi. Bu esa qatlam suv bilan qisman to'yingan degan xulosaga kelish mumkin.



4-rasm. 5-nuqta geoelektrik kesimi.

6-tadqiqot nuqtasidagi olingan ma'lumotlarni qayta ishlash natijasida hisoblangan ρ_k qiymatlari VEZ egri chiziqlarining $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ (Q) turiga xos bo'lib cheksiz kamayish harakteriga ega. Ushbu nuqtada yer osti suvlariga to'yingan qatlam yuzasi 10-12 m chuqurlikda joylashgan degan xulosaga kelish mumkin.



5-rasm.6-nuqta geoelektrik kesimi.

Asosiy natijalar.

Nuqta 2-4: Qatlamlar ancha barqaror, qarshiliklar har bir qatlamda normal diapazonda joylashgan. Quyqalanish belgilari kam.

Nuqta 1-3: 7-8 m oralig'ida keskin qarshilik pasayishi kuzatildi - bu yerda suvli qatlam kuchli rivojlangan, qum qatlamiga o'tish aniqlangan.

Nuqta 5: Yuqori lyoss qatlami ostida qo'shimcha past qarshilikli qatlam aniqlangan - bu yerda lokal namlik yoki ko'milgan grunt mavjud bo'lishi mumkin.

Nuqta 6: Suvli qatlam chuqurroq joylashgan (10-12 m), bu yerda tarkibiy o'zgarishlar borligi aniqlangan, gruntlarda muhitining litologik tarkibi, fizik-mexanik va fizik xossalari (zichlik, g'ovaklik, namlik, suv bilan to'yinganlik darajasi hamda elektr xossalari) vertikal va gorizontal yo'nalishlarda notekis taqsimlanishi mavjud.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda VEZ (Vertikal Elektr Zondlash) geofizik usuli yordamida grunt qatlamlarining tarkibi, tuzilishi va suv bilan to'yinganlik darajasi o'rganildi. Tahlil natijalariga ko'ra, tadqiqot hududida asosan quruq lyoss, nam lyoss va suvga to'yingan qum qatlamlari tarqalganligi aniqlandi. Solishtirma elektr qarshilik qiymatlarining chuqurlik bo'yicha o'zgarishi yer osti suvlarining joylashuv chuqurliklari hudud bo'yicha bir xil emasligini ko'rsatdi. Ayrim nuqtalarda suvli qatlamlar yer yuzasiga nisbatan yaqin joylashgan bo'lsa, boshqa nuqtalarda ular chuqurroq qatlamlarda aniqlangan. VEZ egri chiziqlarining A- va Q-tiplariga xos shakllari grunt qatlamlarida fizik va litologik xossalari makon bo'yicha notekis o'zgarishi va qo'yqalanish zonalarining mavjudligini ko'rsatdi. Ayniqsa, 1-, 3- va 6-tadqiqot nuqtalari oralig'ida elektr qarshilik qiymatlarining keskin o'zgarishi gruntlarning tarkibiy jihatdan notekisligini tasdiqlaydi. Bu holat qurilish ishlari uchun muhim muhandis-geologik omil hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, quruq lyoss qatlamlari qurilish uchun nisbatan qulay bo'lsa-da, namlangan lyoss va suvga to'yingan qum qatlamlari potentsial xavf zonalarini tashkil etadi. Ushbu qatlamlar zilzila ta'siri ostida gruntlarning cho'kishi va suyuqlanish jarayonlarini kuchaytirishi mumkin. Umuman olganda, VEZ usuli grunt qatlamlarining vertikal tuzilishini aniqlash, yer osti suvlarining tarqalishini baholash hamda muhandislik-geologik va seysmik xavflarni oldindan aniqlashda samarali geofizik metod ekanligi tasdiqlandi. Olingan natijalar qurilish poydevorlarini loyihalashda va hududning muhandis-geologik sharoitlarini baholashda amaliy ahamiyatga ega:

Tadqiqot hududida ko'proq VEZ o'lchov nuqtalarini qo'shish orqali grunt qatlamlarining makon bo'yicha notekisliklarini yanada batafsil xaritalash tavsiya etiladi. Tadqiqot natijalari asosida Termiz shahridagi qurilish va infratuzilma loyihalarida muhandis-geologik tavsiyalarni ishlab chiqish va suvga to'yingan qum qatlamlari mavjud hududlarda barqaror poydevor texnologiyalarini qo'llash zarur.

Bu ilmiy ish Innovatsion rivojlantirish agentligining loyihalari AL-8924073454 "Zamin poydevor gruntlarning seysmik mustaxkamligini oshirgan xolda, qurilish maydonining seysmik jadalligini va seysmik tebranish parametrlarini kamaytirish usullarini ishlab chikish va tayajriba sinovlaridan o'gkazish." va AL-8924073457 "Kuchli zilzilalarda epitsentral zonalarida bino inshootlarni shikastlanishini makroseysmik ma'lumotlar bazasi platformasini ishlab chiqish", shuningdek O'zRFAning fundamental mavzusi bo'lgan "Kuchli zilzilalarda dispers gruntlarning quyqalanish xususiyatini laboratoriya va dala sharoitida tadqiq qilish hamda uning tasnifini ishlab chiqish" grantlarining moliyaviy ko'magi yordamida amalga oshirildi.

ADABIYOTLAR

1. O'zR FA G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Yadigorov E. M. Muhandislik seysmologiyasi va gruntlar mexanikasi – Termiz, 2018.
2. O'zR FA G'.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti ilmiy hisobotlari, 2015–2022
3. IPI2Win User Guide. Software for 1D Inversion of Vertical Electrical Sounding Data. – 2009, France.
4. Алимов Ш.Х., Muhandis-geologik tadqiqotlar metodlari. Toshkent: Fan, 2010.
5. Хашимов С.М., Абдуллаев, Ж.А. Geofizika va seysmologiyada elektr tadqiqotlar. Toshkent: O'zbekiston FA Nashriyoti, 2015.
6. Юсупов А.А., Каримов Б.С. Электроразведка усуллари ва уларнинг мухандислик-геологик тадқиқотларда қўлланилиши. - Тошкент: Fan, 2012.
7. Al - Khalidy, A. A. – Determining Soil Properties Using Vertical Electrical Sounding: Case Study (Iraq).
8. Application of Vertical Electrical Sounding to Explore Groundwater in Errachidia Basin, Morocco.