



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Gənc Alim və Tədqiqatçıların 5-ci qrant müsabiqəsinin
(EIF-GAT-5-2020-3(37)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDƏ
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **Cənubi Xəzər Hövzəsinin Neft-qaz yataqlarında qalıq lay sularının duzluluğunun xəritələşdirilməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Orxan Namiq oğlu**

Qrantın məbləği: **35 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/05/4-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **11 iyun 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyul 2021-ci il – 01 iyul 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

Layihə çərçivəsində görülmüş işlər əsasən neft-qaz hasilatının artırılması, ehtiyatların daha dəqiq hesablanması, yeni quyu planlanması və qiymətləndirilməsi istiqamətində təkmilləşdirici məqsədləri əhatə edir. Araşdırma zamanı lay sularının duzluluğunun təyini üçün müxtəlif metodlarının müqayisəsi olunub və nəticədə ultra-dispers hissəciklərin təsirinə görə "Brine Chemistry" metodunun üstünlüyü müəyyən olunub. Hesabatda qeyd olunmuş bu mövzu üzrə digər araşdırmalar ilə müqayisədə, xəritələrin hazırlanması üçün süni intellekt sistemlərindən istifadə olunub. Alınmış nəticələr müqavimət karotajını daha dəqiq interpretasiyasına yol verir. Hazırlanmış metodologiya universal şəkildə digər neft-qaz yataqlarına da tətbiq oluna bilər.

2 Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sisteminə tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

(burada doldurmalı)

1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1 Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Tədqiqat neft-qaz axtarış, kəşfiyyat və hasilat sahəsində tətbiqi xarakter daşıyır. Layihənin perspektivliyi hasilatın artırılması üçün müqavimət karotajından çıxan nəticələri təkmilləşdirərək ehtiyatların daha dəqiq qiymətləndirilməsini nəzərdə tutur. Müqavimət karotajına tətbiq olunmuş lay suyun duzluluğunun korreksiyasının nəticəsi gələcək araşdırmalarda təhlil oluna bilər. Əlavə olaraq, ultra-dispers hissəciklərin duzluluğunun təyininə təsirini fundamental kimya-fizika sahəsində araşdırma potensialına malikdir.

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Orxan Namiq oğlu

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Gənc Alim və Tədqiqatçıların 5-ci qrant müsabiqəsinin
(EIF-GAT-5-2020-3(37)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: **Cənubi Xəzər Hövzəsinin Neft-qaz yataqlarında qalıt lay sularının duzluluğunun xəritələşdirilməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Orxan Namiq oğlu**

Qrantın məbləği: **35 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/05/4-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **11 iyun 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyul 2021-ci il – 01 iyul 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Tamlıq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
1.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
2.	Məqalələr			1
	həmçinin xarici nəşrlərdə			

3.	Konfrans materiallarında məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında			
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda			
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

2. İxtira və patentlər (sayı)

Nö	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.				
2.				
3.				

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

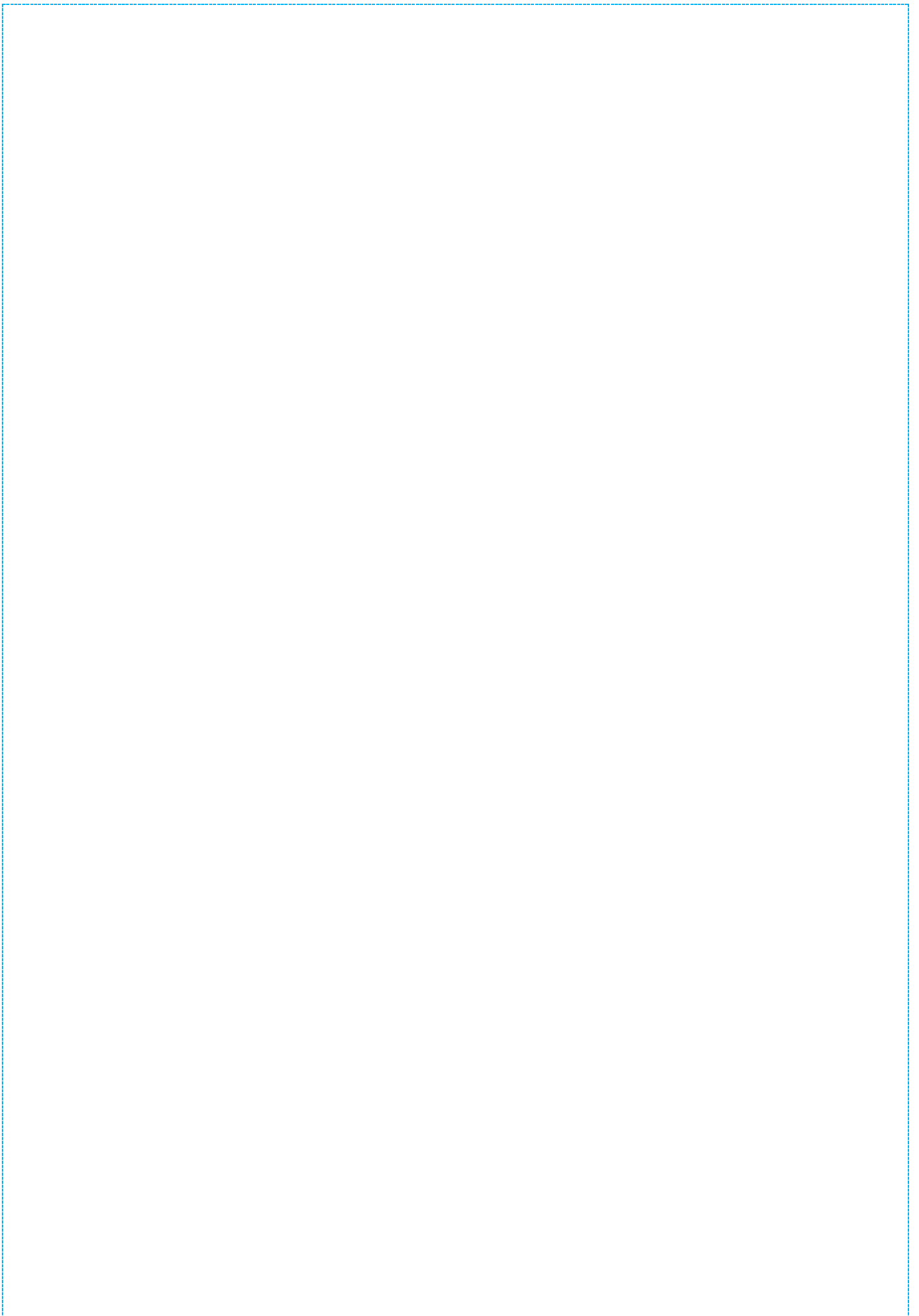
İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Orxan Namiq oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il





AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Gənc Alim və Tədqiqatçıların 5-ci qrant müsabiqəsinin
(EIF-GAT-5-2020-3(37)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Cənubi Xəzər Hövzəsinin Neft-qaz yataqlarında qalıq lay sularının duzluluğunun xəritələşdirilməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Orxan Namiq oğlu**

Qrantın məbləği: 35 000 manat

Layihənin nömrəsi: **EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/05/4-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **11 iyun 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyul 2021-ci il – 01 iyul 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

1. Ədəbiyyat araşdırması.

Dünyadakı hövzələrdə su duzluluğunun paylanması və dəyişkənliyini başa düşmək üçün ətraflı ədəbiyyat araşdırmaları aparılıb. Bir çox hallar, məsələn, "Prudhoe Bay" sahəsi (D.D. McCoy 1998), Şimal dənizindəki sahələr (Knut Bjorlykke 1992), Braziliya (Kiang Chang 1999) və Texas körfəzi sahilləri (Hung Kiang Sahilləri) nəzərdən keçirilmişdir. Mümkün səbəblər qırılmaların gətirdiyi duzlu sular, evaporitlərin olması, duzların əriməsi, smektit-illit transformasiyası, mineral dehidratasiya və s. Aşağıda əsas sənədləri ümumiləşdirilmişdir.

Cheng Feng, Zhiqiang Mao et al., 2016, Origin of Formation Water Salinity Variation and Its Geological Significance in Chang 9 Stratum, Jiyuan Oilfield

Tədqiqatçılar yüksək duzluluq sahəsində lay arası tuf gillərinin böyüdüklərini təsbit ediblər. Tufun dəyişmə prosesi zamanı əmələ gələn suya çoxlu ionlar buraxılır ki, bu da montmorillonitin kətonları selektiv mənimsəməsinə və daha sonra suyun duzluluğunun artmasına səbəb olan diagenetik prosesə səbəb olur. Məsələnin digər aspekti yuxarı az

duzluluğu olan qalıq lay sularının birləşməsinə şərait yaradan qırılmalar və çatların formalaşmasıdır. Və bu, aşağı duzluluğun əsas səbəbidir

Cheng Feng and Zhiqiang Mao et al., 2015, Research on Evaluation of Formation Water Salinity and Origin of Its Big Variation in Ultra-Low Permeability Clastic Reservoir

Bu sənəd, meydana gələn su duzluluğunu qiymətləndirmək üçün iki üsulu ümumiləşdirir və inkişaf etdirir:

İlkin olaraq, neft-su və su təbəqələri üçün hövzənin müqavimət-məsaməlilik kross-plot üsulu tətbiq olunur. Spesifik olaraq, yatağa aid olan müqavimət və məsaməlilik karotaj məlumatları kross-plota əlavə olunub. Koordinatların mənşəyinə ən yaxın olan məlumat nöqtələri, su təbəqəsi kimi seçilir. Sonra, qalıq su duzluluğu Archie formula vasitəsilə hesablanır. İkincisi, şist su duzluluğu təxminən qalıq su duzluluğu kimi qəbul edilir. Şist sularının duzluluğunun proqnozu kiçik nümunə setləri olan qeyri-xətti bir problemdir və hesablamaq üçün nəzəri tənliyi yoxdur. "Least Squares Support Vector Machine (LSSVM)" metodu şist su duzluluğunun proqnozu üçün istifadə olunur.

Qalıq su duzluluğunun dəyişməsinin bir mümkün mənşəyi təklif olunur. Yüksək duzlu su neft ilə birlikdə hövzələrə ana süxurdan hərəkət edir, bu da öz növbəsində qalıq sularında yüksək duzluluğa gətirib çıxarır. Bundan əlavə, aşağı keçiriciliyi olan neft laylarına səbəb olan neftli layların qalıq su duzluluq səviyyəsi daha yüksək olur.

Stefan Bachu, 1997, Flow of Formation Waters, Aquifer Characteristics, and Their Relation to Hydrocarbon Accumulations, Northern Alberta Basin

Bitişik laylarda suya duz və anhidritin həlli prosesinin hələ də baş verdiyi yerdə qalıq lay sularının duzluluğu dərinliyə uyğun olaraq 15 g/L-dən 250 g/L-ə qədər dəyişir. Bütün sulu laylarda nisbətən şirin meteorik sularla yenidən dolma və qarışma müşahidə olunur. Həmçinin, şirin meteorik su ilə birbaşa qatılma və qarışma baş verir.

Simon Clinch, John Shafer et al., 2011, Determining Formation Water Salinity in the Hydrocarbon Leg Using Cores and Logs

Bu tədqiqatda iki laboratoriya metod və karotaj əsaslı üsul istifadə üçün təklif olunur: "Dean Stark crush-and-leach" üsulu, ultra sentrifüj üsulu və neytron qamma spektroskopiyaya üsulu (NMR).

Əsas təhlil proseduru testlərdən, "Dean Stark crush-and-leach", ultra sentrifüj texnikasından daha çox hər ölçüdə daha böyük bir qeyri-müəyyənliyə malikdir. Lakin, 5 və ya daha çox nümunə ortalamada Dean Stark crush-and-leach metodu ultra sentrifüj üsulundan müəyyən qədər daha çox etibarlı duzluluq səviyyəsi müəyyənləşdirir.

Ultra sentrifüj protokolunda üç əsas səhv mənbəyi var. Kern nümunəsindən çox kiçik həcmə su hasil olunur. Bu o deməkdir ki, buxarlanmanın kiçik miqdarı qiymətləndirilmiş duzluluğa əhəmiyyətli təsir göstərir. Hasil edilən suyun çox kiçik həcmi o deməkdir ki, nümunələr analizdən əvvəl əhəmiyyətli dərəcədə seyreltilməlidir və istifadə edilən qatılma əmsalı çox dəqiq müəyyən edilməlidir. Seyreltilmiş suyun bu nümunələri neft yataqlarında adi su nümunələrindən qat-qat şirindir, suyun analizi laboratoriyalarının heç də hamısı bu tip sınaq növlərini təhlil etmək üçün yaradılmayıb.

Neytron-qamma spektroskopiyası vasitəsilə layda duzluluğun proqnozlaşdırılması layın suyun böyük həcmə (məsaməliliyə) malik olması, lay suyunun isə nisbətən duzlu olması ilə işləyir. Bu üsul tətbiq edildikdə, nəticələr olduqca dəqiqdir. Quyuların karotajına əsaslanan üsullar tətbiq edilmədikdə (Yüksək məsaməli şirin su mühitləri və ya təmiz qumlar), Kern əsaslı metodlardan istifadə etmək lazımdır.

C. G. Dodd, F. R. Conley et al., 1954, Clay Minerals in Petroleum Reservoir Sands and Water Sensitivity Effects

Donnanın osmotik və membran effektləri baxımından, hissəciklərin içərisində şişməyə tətbiq

olunmaqla, süxur-kollektor məsamələrini örtən gil hissəciklərin şişməsinin mümkün mexanizmi müzakirə edilir. Nisbətən şirin su ilə təmasda gil mineralların genişlənən hissəciklərinin şişməsi neft hasilatı zamanı yaranan suya qarşı həssaslığın ən ümumi səbəbi hesab edilir. Şişmiş hissəciklər süxurların effektiv məsaməliyini məhdudlaşdırır, genişlənmiş lamellər qırılaraq məsamənin içindəki suda yayılır və axını məhdudlaşdırır. Genişlənməyən gil mineral dənələri xüsusi olaraq su ilə qarşılıqlı təsir göstərir, lakin genişlənən mineralları özündə saxlayan dənəciklərlə eyni dərəcədə şişir və dağıla bilmir.

L. Tian, F. Zhang et al., 2018, A PGNAA Logging Method for Formation Water Salinity Determination and its Application

Burada tədqiqatçılar d-T neytron generatoru, He-3 istilik neytronlarının iki detektorunu və Gamma-Ray LaBr₃ detektorunu istifadə edərək duzluluğu müəyyən etmək üçün qamma-neytronların sürətli aktivləşdirilməsi (PGNAA) ilə quyuların karotaj sistemini təklif edirlər. Xlorun xarakterik qamma şüaları və lay məsaməlikləri əsasında duzluluq hesablanmışdır.

Bassey Daniel Kufre, Report, Application of Dielectric Logging Tool in Formation Evaluation

Duzluluğun geniş diapazonu üçün suda yayılma vaxtı praktik olaraq konstantdır və buna görə doymanın qiymətləndirilməsi lay suyunun xüsusi müqavimətinin ilkin biliyi olmadan edilə bilər. Açıq quyuların karotajının digər məlumatları mövcud olduqda, neft, qaz və suyu bilinməyən dəyişən su duzluluğu ilə ayırd etmək mümkündür. Beləliklə, dielektrik karotaj aləti suyun duzluluğundan asılı deyil və dielektrik keçiriciliyindən asılı olan məlumatlara görə layın doyma dərəcəsini müəyyən etmək üçün istifadə edilə bilər.

C. Pan, 2005, Determination of Connate Water Salinity from Core

Bu tədqiqatda laboratoriya təcrübələr xüsusi müqavimət ölçü və ya müxtəlif hasilatı üsulları əsasında kerne və ya duzluluq su xüsusi müqavimət hesablamaq mümkün olub-olmadığını tapmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Dörd metoddan istifadə edilmişdir: xüsusi müqavimət ölçülərindən R_w , ekstraksiya zamanı su axını, ekstraksiya zamanı metanol axını və torpaq nümunəsindən əsas duzların çıxarılması, qumdaşı nümunələri üçün kifayət qədər yaxşı nəticələr vermişdir.

Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, kern əsasında duzluluğun təyini kerdə həll olunan mineralların əhəmiyyətli həcmli olmadığı müddətcə etibarlıdır. Xloridin konsentrasiyası sabit idi və həll proseslərinə əhəmiyyətli təsir göstərmədi.

Lili Tian, Feng Zhang et al., 2019, Neutron-Induced Gamma-Ray Spectroscopy Logging Method for Determining Formation Water Salinity

Müəlliflər qalıq lay sularının şoranlığını müəyyən etmək üçün impulsu neytron-induksiya edilmiş qamma-spektroskopiya üsulu ilə karotaj üsulunu təklif ediblər. Xlor qamma şüalarının miqdarından istifadə edərək termal neytronlarının miqdarı, məsaməlilik, suyun duzluluğu hesablanır. Litologiya, məsaməlilik və quyu mayesinin duzluluğunun effektləri hesablama üsulu ilə korreksiya olunur. Sigma üsulu yüksək tutma qabiliyyəti elementi və ya litologiyadan təsirlənə bilər. Karotaj metodu layın duzluluğunun müəyyən edilməsi üçün neft yatağında tətbiq oluna bilər ki, bu da lay suyunun, mineralların və ya digər ətraf mühitin qiymətləndirilməsi üçün çox faydalıdır.

Lakin, tədqiqatçılar kollektorun məsaməliliyinin nisbətən aşağı olması şərtlərini nəzərə almadılar, çünki bu, impuls neytron metodundan istifadə edərək duzluluğun müəyyənləşdirilməsində əsas rol oynayır.

Xie Xinong, Jiao J. Jiu et al, 2003, Salinity variation of formation water and diagenesis reaction in abnormal pressure environments

Həddindən artıq və aşağı təzyiqli mühitləri daxil edən nisbətən qapalı sistemlərdə lay suyunun kimyəvi xüsusiyyətləri onun mənşəyi və təkamülü barədə məlumatları yaxşı müəyyən edir. Hidroressiya ilə qatlara nisbətən aşağı təzyiqli çöküntülərdə daha yüksək şoranlıq göstərir ki, dərin dəfn ilə çöküntülərdə məsaməli suyun kondensasiyası və su-süxur güclü qarşılıqlı təsiri baş verə bilər. Ca və Cl zənginləşməsi və Na azaldılması ilə CaCl₂-dominant suyun üstünlük təşkil olunduqda plagioklazların albitizasiya diagenezi üstünlük təşkil edən reaksiya olduğunu güman etməyə imkan verir.

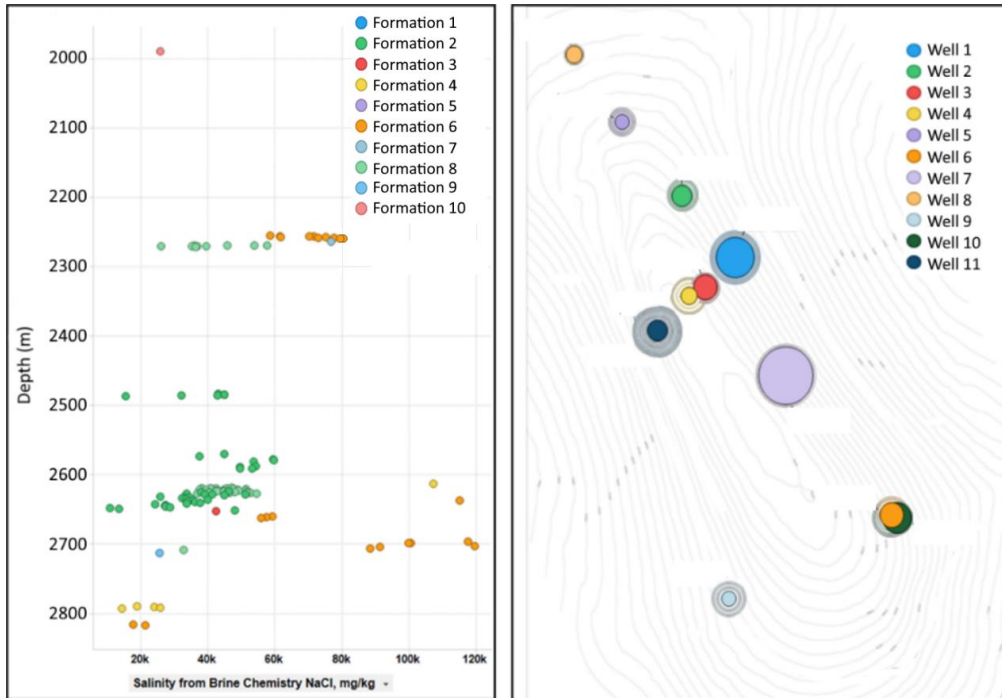
Tədqiqatçılar hədəfləri olan hövzədə yüksək təzyiqli layların aşağı duzluluğu olan NaCO₃-dominant suları olan laylarda o nəticəyə gəliblər ki məsamələrdə qalan dəniz qalıq lay suları gil transformasiya, məsələn smektitlərin illitasiya sayəsində əmələ gələn suların təsiri altında seyrəlib. Karbonatların həll edilməsi kimi diagenetik proseslərdə isə də lay suyunda ionların konsentrasiyasını dəyişə bilər. Lakin, bu tədqiqatda təklif olunan modelin məhdudiyyətləri aşağı temperatur rezervuarlarında artıq təzyiqlə malik diagenet reaksiya ehtimalını əhatə etməyə imkan vermir..

2. Məlumatların ilkin analizi.

Laylarda ionların paylanması.

Lay sularının mənşəyi bir çox təbii proseslərlə bağlıdır. Yeraltı suların ilkin çöküntülərlə əhatələnmiş sudan tərkibinə görə fərqlənməyə səbəb olan mexanizmlərə ion mübadiləsi, infiltrasiya suları, çöküntülərin qələviləşdirilməsi, mineralların çevrilməsi, sulfatların bərpası və gil-şist membranları vasitəsilə ultrabənövşəyi şüalar daxildir. Bu layihədə, əsasən, məsaməli suyun kimyəvi tərkibi ionların lay daxilində paylanmasını təhlil etmək və tərəddüdləri izah etmək üçün onların arasında müəyyən əlaqəni müəyyənləşdirmək üçün istifadə edilmişdir. Əlavə məlumat olaraq XRD/XRF məlumatları və MDT təzyiqlə mövcuddur.

İonların bölüşdürülməsini və məqsədli neft yatağı daxilində duzluluğun dəyişməsinə başa düşmək üçün yatağın hüdudlarında suyun duzluluğun dərinliyi və eninə istiqamətdə duzluluğun dəyişməsi təhlil edilmişdir (Şəkil 2-1 a və b).

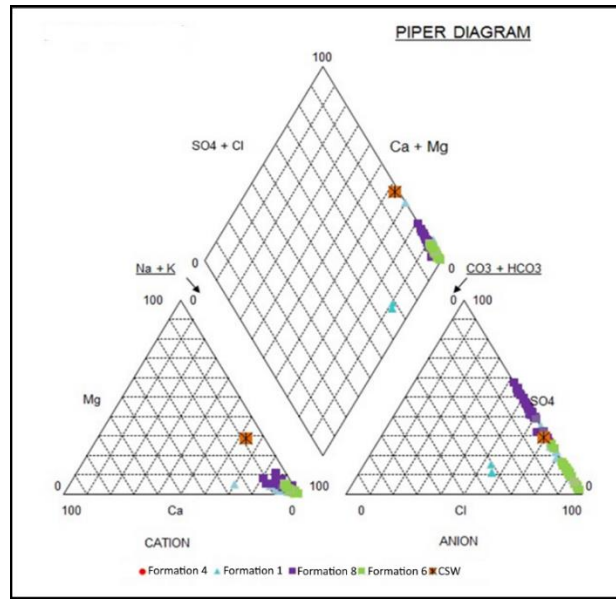


Şəkil 2-1. Lay suyunun dərinliyi (a) və eninə istiqamətdə (B) hədəflənən neft yatağı daxilində duzluluğun dəyişməsi.

Şəkil 2-1-də, duzluluq dərinliyin artması ilə necə dəyişdiyini görmək üçün cədvəlin nisbətən ümumi şaquli dərinliyinə tətbiq olunur. Rənglər müxtəlif birləşmələri təmsil edir. Aydın ki, dərinliyi ilə heç bir korrelyasiya hətta eyni qat daxilində mövcud deyil. Dairələrin ölçülərinin duzluluq dəyərlərini ifadə etdiyi bir quruluş xəritəsində eyni məlumatları nəzərdən keçirərkən, böyük dairələr yüksək duzluluq dəyərlərinə uyğundur. Duşluluğun azalması qazıtutan əlaqəsindən (H3 və H4 quyularından) aşağı olan quyularda müşahidə edilir.

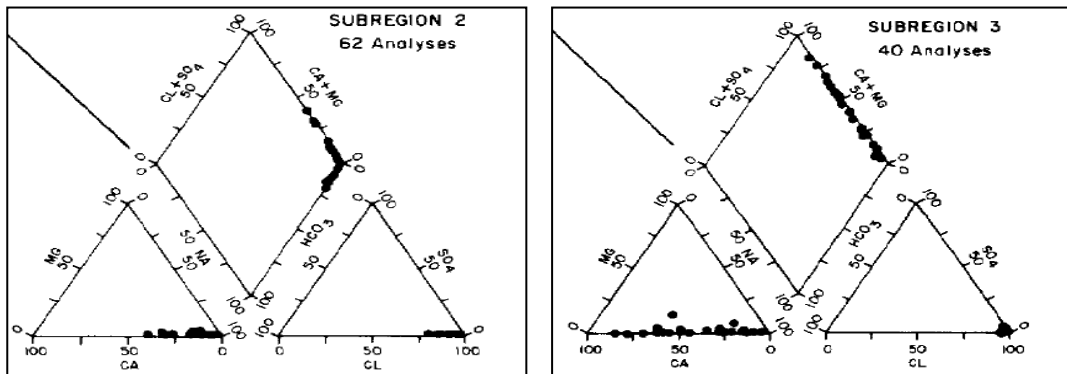
Buradan belə nəticə çıxara bilərik ki, duşluluq trendi nə dərinlikdə, nə də strukturun yerləşməsində müşahidə oluna bilməz ki, bu da müəyyən bir yerdə duşluluğun proqnozlaşdırılmasında, maye axınının dinamikasının anlaşılmasında və duşlu və ya şirin suların uçuğu üçün alətlərin kalibrlənməsində çətinliklər yaradır.

İonların paylanmasını daha yaxşı başa düşmək üçün, əsas ionlar 2-2 şəkilində göstərilən Piper diaqramından istifadə olunur.



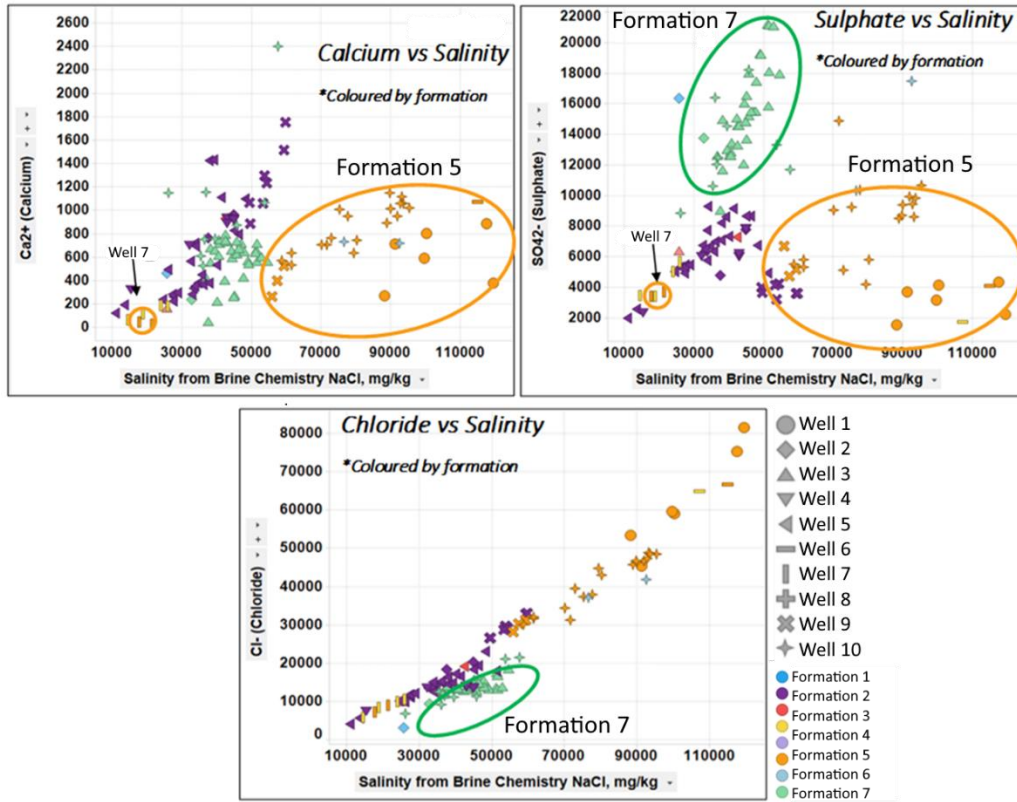
Şəkil 2-2. Əsas ionların piper diaqramı.

Piper diaqramı əsas kation və anionlarla təmsil olunur. Nöqtələr formasiyalara görə rənglə göstərilmişdir, Xəzər dənizinin suyunun tərkibi isə narıncı rənglə göstərilmişdir. Lay suyundan fərqli olduğunu görürük. Bənövşəyi rənglə göstərilən Formation 8 nümunələri digər formasiyalarla müqayisədə daha çox SO₄ və kalsit ehtiva edir. Xəzər hövzəsindəki suların digər hovuzlardan necə fərqləndiyini görmək üçün müqayisə üçün şəkil 2-3 (Morton 1987), Meksika körfəzi sahilindəki digər yataqdan piper sahələrini göstərir.



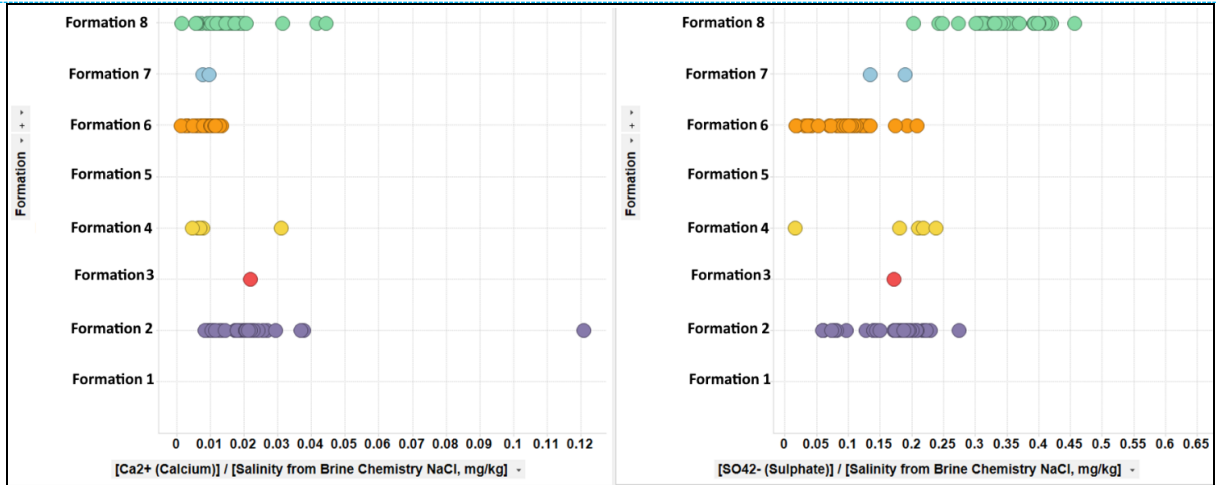
Şəkil 2-3. Gulf Coast Oligosen formasiyasının piper plotu

Bəzi ionların ümumi duzluluqdan asılılığı tədqiq edilmiş və 2-4 a şəkilində göstərilmişdir. Məlumatların əksəriyyəti karbohidrogen ilə doymuş laydan gəlir.



Şəkil 2-4. "Brine chemistry" metodundan alınmış duzluluğun Ca²⁺(A), SO₄²⁻(B) və Cl⁻(C) asılılığı.

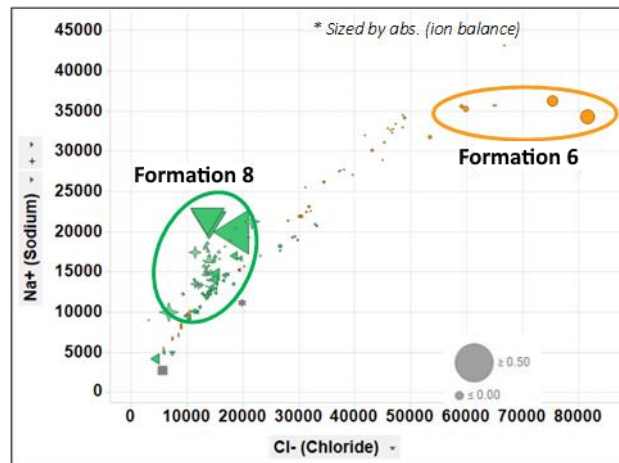
Şəkil 2-4-də (A) kalsium 'brine chemistry' metodundan alınmış duzluluğa qarşı çəkilir və bütün nöqtələr əmələ gəlməsinə görə rənglənir. Buradan görə bilirik ki, ən yüksək duzluluğa malik olan Formation 6 -də Ca miqdarı azdır. Bu müşahidə, (Ca⁺) konsentrasiyasının bu diapazonda (321 və 447 ppm) olduğu Formation 6 formasiyasından iki Modul Dinamik Tester (MDT) maye nümunəsi ilə də təsdiqlənir, lakin hər iki nümunə üçün duzluluq 25000 ppm civarındadır. Maraqlı bir məqam, Formation 6 formasiyasından iki MDT nümunəsinin də (SO₄⁻) konsentrasiyasına malik olmasıdır (orta hesabla 4180 ppm). Bununla birlikdə, bir quyuda nümunələr su ayağından olduğu üçün eyni Ca və SO₄ diapazonuna malikdir. Lakin, Formation 8 ən yüksək SO₄ konsentrasiyasına malikdir, (Cl⁻) konsentrasiyası artan duzluluqla daha hamar bir artım tendensiyasına malikdir. Formation 8-də (SO₄⁻) və aşağı (Cl⁻) yüksək konsentrasiyası şistlərdən atılan suyun olması ilə əlaqədardır. Suyun şistlərdən çıxarılması zamanı anhidritin əriməsi baş verə bilər və nəticədə Ca-zəngin və SO₄-lə zəngin olan şist suları əmələ gəlir. MDT nümunələrində 4137/24858 ppm və 4267/25648 ppm Ca/SO₄ var. SO₄ -ün artması gillərin arasında qalan suyunun buxarlanması nəticəsində ola bilər ki, bu da sonradan qumlarla sıxılmış şistlərdə gips çöküntüsü ilə nəticələndi.



Şəkil 2-5. Hər bir formalaşmada Ca / duzluluğunun paylanması.

2-5 şəkillərində Ca/duzluluğun (solda) nisbəti və hər bir təbəqədə SO4/duzluluğun (sağda) paylanması göstərilir. Ca və SO4 nisbəti müxtəlif təbəqələrə tətbiq edilir və bütün nöqtələr quyularla boyanır. Şəkil 2-5-dən, biz görürük ki, Fasil B-də Ca miqdarı aşağıdır, SO4 miqdarı nisbətən yüksəkdir. Ədəbiyyata əsasən, bu, yüksək konsentrasiya (SO4⁻) Xəzər dənizinin suyunun buxarlanması zamanı şistlərdə gipsin ilkin çökməsi zamanı baş verə bilər.

Galitin həll edilməsi ehtimal ki, yüksək duzluluğu olan sulara natrium (və xlorid) konsentrasiyasının artması üçün ən əhəmiyyətli mexanizmdir. Bununla birlikdə, Formation 8, Cl ilə müqayisədə Na-nin daha yüksək artımını göstərir, eyni zamanda quyulardan birində Cl konsentrasiyası artımı müşahidə olunur, lakin Na konsentrasiyası əhəmiyyətsiz olaraq dəyişir. Lakin, bu nümunələrin ion balansını yenidən hesabladığımız zaman, ion balansının 0,5-dən artıq olduğunu gördük, bu da ICP-analizin dəqiqliyi üçün qəbul edilməzdir. Zərrəciklərin üzərindəki nöqtələrin ölçüsündən görüldüyü kimi. Şəkil 2-6 (ion balansının ölçüsü), "off-trend" balları yüksək ion balansına malikdir, bu nümunələrdə ionların konsentrasiyası ehtimal ki, yanlış ölçülür. Kiçik nöqtələr sıfıra yaxın ion balansına malikdir.



Şəkil 2-6. Ümumi Na + sayı ümumi Cl sayı ilə müqayisədə. (Dairə ölçüsü ion balansını göstərir).

3. İzotop analizləri.

Hər iki rezervuar üçün mövcud Sr87/Sr86 izotop nisbəti məlumatları təhlil edilmişdir. Tədqiqat üçün ümumilikdə 69 nümunə təqdim edilib. Bununla belə, integrasiya olunmuş təhlil aşağıdakı

səbəblərə görə ikimənali nəticələr göstərdi:

1. Mövcud stronsium məlumatları laylar və quyular arasında seyrəkdir və qəti mühakimə yürütməyə imkan vermir.

2. Stronsium izotop ölçmələri olan nümunələrin böyük əksəriyyətində müvafiq duzluluq ölçmələri yoxdur.

3. Mümkün müşahidələrdən biri Forties rezervuarı (Şimali dəniz) üçün təsvir edilən metodun tətbiqi ola bilər. Tədqiqatda müəlliflər R_w funksiyasını onun $Sr87/Sr86$ izotop nisbəti ilə əlaqəsindən çıxara bildilər. İzotop məlumatlarının böyük əhatəsinə görə, Forties rezervuarının dərinlik ilə $Sr87/Sr86$ izotop nisbətinin aydın tendensiyaları müşahidə edilmişdir.

4. Maraqlı müşahidələrdən biri stronsium nisbəti ilə süxur mineralogiyası arasındakı əlaqə ola bilər. Bununla belə, XRD mineralogiya məlumatlarının və yaxın olan nümunələrdə ölçülmüş stronsium izotop məlumatlarının olmaması da böyük problem olaraq qalır ki, bu da mövcud nümunələri bir-biri ilə korrelyasiyasını çətinləşdirir. Bu problem hər iki yataqda mövcuddur.

Məlumatlarda əvvəllər qeyd olunan məsələlərin olmasına baxmayaraq, mövcud izotop məlumatlarının hərtərəfli təhlili aparılmışdır. Formation 6, Formation 8 və Formation 4 formasiyaları üçün maraqlı tendensiya müşahidə edilmişdir ki, bu da lay suyunun duzluluğunun artması ilə $Sr87/Sr86$ izotop nisbətinin artmasıdır. Bu mövzuda mövcud olan akademik ədəbiyyata görə, müşahidə olunan tendensiya formasiya daxilində üstünlük təşkil edən potensial tarazlığın əlaməti kimi qəbul edilir və bu, aşağıdakı fenomenin tək və/və ya birləşmiş təsiri nəticəsində yarana bilər: su-süxur arasında qarşılıqlı təsiri, gil şişməsi, diagenetik reaksiyalar, ionların çökməsi və həlli, hidrodinamik sulu təbəqə və s.

Su-süxur əlaqəsinin qarşılıqlı təsirinin və ya gil mövcudluğunun duzluluq uyğunsuzluğuna təsir edib-etmədiyini anlamaq üçün 11B (bor) izotop analizinin əldə edilməsi çox tövsiyə olunur. Dəniz suyu, lay suları, sulu təbəqə və lay sularında 11B izotop konsentrasiyasındakı bariz fərq yatağın tükənməsi zamanı bordan təbii izləyici kimi istifadə etmək, həmçinin yataqda üstünlük təşkil edən mineraloji prosesləri müəyyən etmək üçün vasitələr təmin edir. 11B izotoplarının mövcudluğu lay sularında borun mənbəyini müəyyən etmək üçün də faydalı olacaqdır.

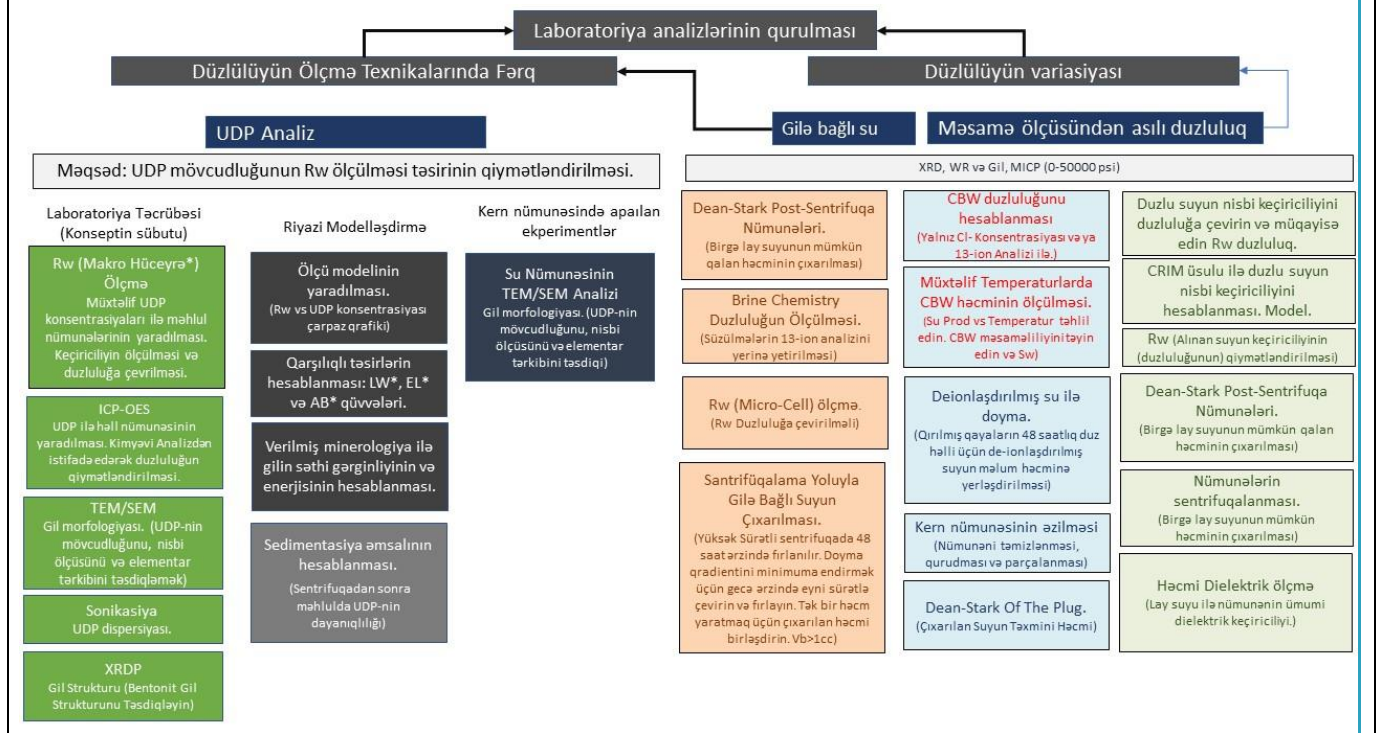
Bir sıra tədqiqatlar borun mümkün mineraloji mənşəyini göstərir (A. Deyhle, et al., 2015). Üstəlik, məlumdur ki, palçıq vulkanlarında Maykop yataqlarından və aşağıda (hədəf strukturdan 5,5 km aşağıda) klastlar ola bilər ki, onlar yuxarıya doğru palçıq vulkanların aktivliyi nəticəsində daha dayaz dərinliklərə köçürülə bilərdi.

4. Laboratoriya analizlərinin inteqrasiyası.

Bu layihədə iki əsas istiqamət var. Onlar (1) iki müxtəlif duzluluğun ölçülməsi texnikası arasındakı fərqi və (2) Cənubi Xəzər hövzəsi daxilindəki su anbarları üçün duzluluğun dəyişməsi və xəritələşdirilməsinin təhlilinə və anlaşılmasına həsr olunub. Mövcud məlumatlara və sahənin mövcud anlayışına əsaslanaraq, yuxarıda qeyd olunan problemləri həll edə biləcək müəyyən laboratoriya ölçmələri təklif edilmişdir. İstiqamətin (1) əsas ideyası lay sularında (UDP) ultra-dispers hissəciklərin olması ideyasına əsaslanır. UDP-nin olması iki ölçmə texnikası arasında fərqə səbəb ola bilər, çünki bu hissəciklər bəzi ionları suda tuta bilər və onların tutma qabiliyyəti bir neçə faktordan (hissəciklərin ölçüsü, səth enerjisi, temperatur və s.) asılıdır.

Laboratoriya ölçmələrinin planı Şəkil 4-1 -də təklif olunur. Birincisi, məsələ suyunda UDP-nin olması məsələ suyunun təhlili ilə sübut edilməlidir. Bu araşdırmanın digər mühüm hissəsi UDP-nin ölçmə üsullarına təsirinin kəmiyyətini müəyyən etməkdir. Şəkilin sol hissəsində üç sütun BDU-da həyata keçirilməsi planlaşdırılan bu konsepsiyanın sübutu haqqındadır. Bu məqsədlə bentonit distillə edilmiş su ilə qarışdırılacaq və gildən UDP əldə etmək üçün sonikləşdiriləcəkdir. Suda UDP varlığı TEM (Transmission Electron Microscope) və SEM (Scanning Electron Microscope) üsulları ilə araşdırılacaq. Bundan sonra bu qarışığa məlum duzluluğu olan duzlu su əlavə ediləcək və duzluluq sol yaşıl sütunda göstərildiyi kimi R_w və ICP-OES ilə iki müxtəlif üsulla ölçüləcək. Nəticədə, bu iki ölçmə texnikasının dəyərləri

arasındaki fərq UDP-nin “tutma qabiliyyətini” kəmiyyətə müəyyən etməyə kömək edəcəkdir.



Şəkil 4-1. İnteqrasiya edilmiş laboratoriya analiz proqramı.

İkinci sütun tutma prosesinin riyazi modelləşdirilməsi haqqındadır. UDP hissəciklərinin ölçü paylanması, səth enerjisi və digər xüsusiyyətləri və onların ionların tutulma prosesinə təsiri tədqiq edilmişdir.

Üçüncü sütun (mavi sütun) Şəkil 4-1 real kern nümunələri üzərində təcrübə ilə bağlıdır. Təəssüf ki, konservləşdirilmiş nümunələrdən çıxarılan su çıxarılma prosesi zamanı texniki çətinliklərə görə alınmadı. Əsas nümunələrdən çıxarılan məsamə suyunun SEM və TEM analizləri su nümunələrində UDP-nin mövcudluğunu sübut edə bilər.

5. R_w və ICP brine chemistry metodlardan alınmış düzluluqlar arasındakı fərq. Ultra-dispers hissəciklərin (UDP) mövcudluğu.

Gil mineralları, o cümlədən kaolinit, montmorillonit və illit, mikron və ya submikron miqyasında laylı strukturlara və kiçik ölçülərə malik sulu alüminium silikatlardır (Akhilesh K. Gaharwar et al., 2020). Yapışqan torpaqlar və ya yüksək gil mineral tərkibinə malik torpaqlar yapışma gücünə malikdir və nəm olduqda plastiklik nümayiş etdirir. Yapışqan qruntların əsas xassələri (məsələn, maye keçiriciliyi, eroziyaya davamlılığı, yapışqanlıq möhkəmliyi və s.) yapışmayan qruntlardan xeyli fərqlənir. Bu fərqlərin əsas səbəbi gil minerallarının kiçik yarpaqlı formasında və onları əhatə edən diffuz ikiqatlı quruluşdadır. DLVO (Derjaguin-Landau-Verwey-Overbeek) modelinə görə, elektrolitdəki iki yüklü kiçik hissəcik arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvələri əsasən iki hissədən ibarətdir: qısa mənzilli van der Waals cazibəsi və uzun mənzilli elektrostatik itələmə (H.H.Murray et al., 2000). Bu qüvvələrin ölçülməsi gil asqının əmələ gəlməsini anlamağa kömək edəcək və həmçinin müxtəlif gilli torpaqların müxtəlif davranışlarını izah edə bilər. Hamaker nəzəriyyəsi iki gil hissəcikləri arasında van der Waals qarşılıqlı təsirini izah etmək üçün istifadə edilə bilər və Hamaker sabiti gil mineralogiyasına əsaslanan Lifshitz modeli ilə dəqiq şəkildə yaxınlaşdırıla bilər. Bununla belə, elektrolitdəki gil mineralları arasındakı elektrostatik qüvvə daha mürəkkəbdir, çünki o, müxtəlif amillərlə, məsələn, hissəcik ölçüsü, gil mineralının səth potensialı, ətraf mühitin temperaturu, ion konsentrasiyası, ion valentliyi, elektrolitin dielektrik davamlılığı ilə idarə olunur. Təcrübələr göstərir ki, gil minerallarının səth yükü xassələri məhlulun pH dəyərində görə dəyişir və bunun müqabilində gil suspenziyasının laxtalanmasına təsir göstərir. Hissəciklər səviyyəsində gil mineralının

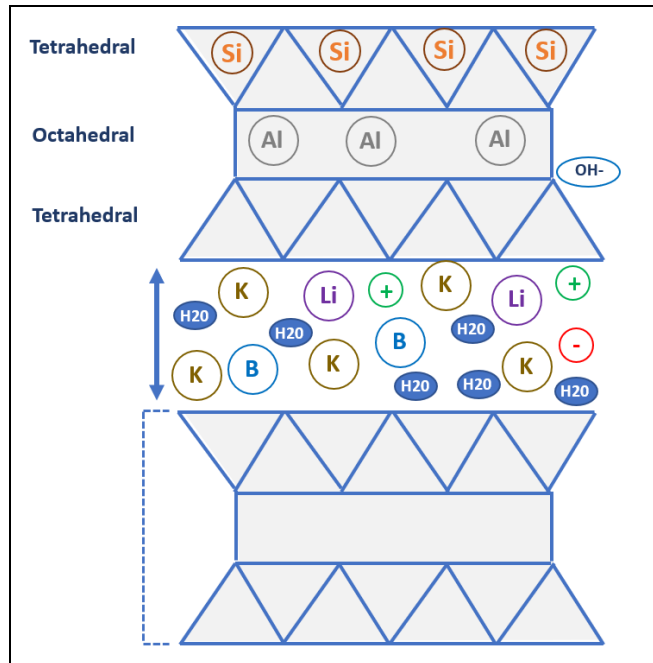
qarşılıqlı təsirini daha yaxşı təsvir etmək üçün gil minerallarının səthinin elektrik xüsusiyyətlərinin (yəni, səth potensialı və səth yükünün sıxlığı) daha dəqiq kalibrlənməsi tələb olunur.

Kolloid hissəciklərin zeta potensialı elektroforez təcrübəsi vasitəsilə ölçülə bilər. Bununla belə, səth potensialının birbaşa ölçülməsi hələ də çətindir. Atom Qüvvələri Mikroskopu (AFM) son zamanlarda substratda gil minerallarının səth topoqrafiyasını xarakterizə etmək üçün istifadə edilmişdir. Bu, ucun sərtliyinin düzgün kalibrlənməsi ilə göstərilir, elektrolitdəki uc və hissəciklər arasında kiçik qarşılıqlı təsir qüvvələri (adətən bir neçə nano Nyutonda) dəqiq ölçülə bilər. DLVO nəzəriyyəsinə əsaslanaraq, kolloid hissəciklərin səth potensialı və ya səthi yük sıxlığı riyazi reqressiya yolu ilə çıxarıla bilər və nəticələrin zeta potensialı ölçmələrinə, eləcə də eksperimental müşahidələrə uyğun olduğu aşkar edilmişdir.

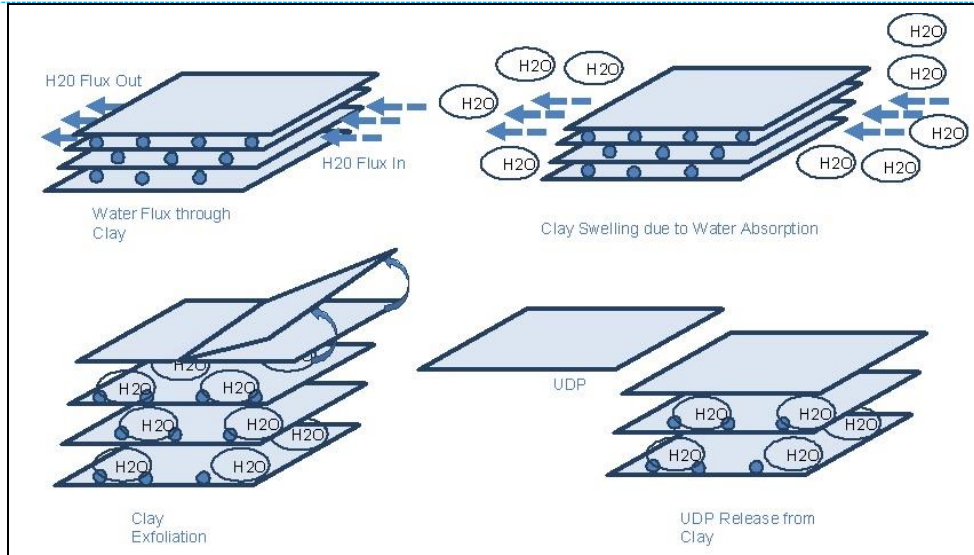
Bu layihədə aşınma prosesinə səbəb olan gil qabarma prosesi vasitəsilə ultra-dispers hissəciklərin əmələ gəlməsi araşdırılmış və əldə edilmiş UDP-nin ion tutulması (ion tutma) hesablanmışdır.

Əsas nümunələrdən əldə edilən XRD məlumatlarından məlumdur ki, süxurun tərkibində müxtəlif növ gillər, o cümlədən şişkin gillər (smektit və s.) mövcuddur. Bu gil minerallarının əksəriyyəti laylı quruluşa malikdir.

Ümumiyyətlə, ayrı-ayrı gil təbəqələri arasındakı interfasiyal sahə təxminən 20 Angstrom təşkil edir ki, bu da onların arasına suyun nüfuz etməsi üçün kifayətdir. Gil şişməsi prosesi ilə əlaqədar olaraq təbəqələr arasındakı məsafə müəyyən kritik nöqtəyə qədər artır, bu zaman təbəqələr arasındakı bağlar parçalanır və əsas gilin səthindən aşınmış təbəqələrə səbəb olur və ultra dispers hissəciklər əmələ gətirir. Ultra-dispers hissəciklər xüsusi səthi (bir neçə onlarla m^2/q -dan bir neçə yüz m^2/q -a qədər), hissəcik ölçüsü (10–100 nm), enerjisi və s. ilə xarakterizə olunur.



Şəkil 5-1. Smektitin laylı quruluşu.



Şəkil 5-2. Şişmə prosesi nəticəsində ultra-dispers hissəciklərin (UDP) əmələ gəlməsi.

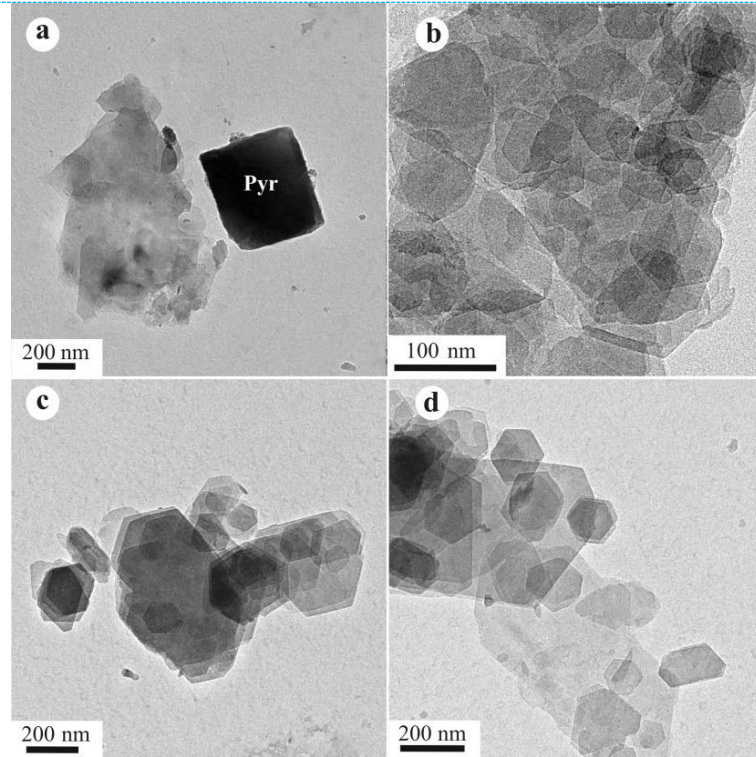
Nümunələrin çıxarılması prosesindən sonra kern nümunələri kəsilir və 15000 rpm-də 48 saat sentrifuqa borusuna yerləşdirilir. Adi sentrifuqalama şərtləri mövcud UDP hissəciklərini çökdürmək üçün qeyri-kafi hesab edilir və onlar prosesin sonunda çıxarılan su nümunəsində qala bilirlər. Alınan aşqıda (çıxarılan su) UDP hissəciklərinin sabit olduğunu sübut etmək üçün stabil vəziyyət üçün çökmə əmsalı aşağıdakı kimi hesablanmışdır:

$$S = \frac{dr}{dt} = \frac{M(1-\overline{vP})}{N_A f_t} = 0.00323 S$$

Tənlik 5-1

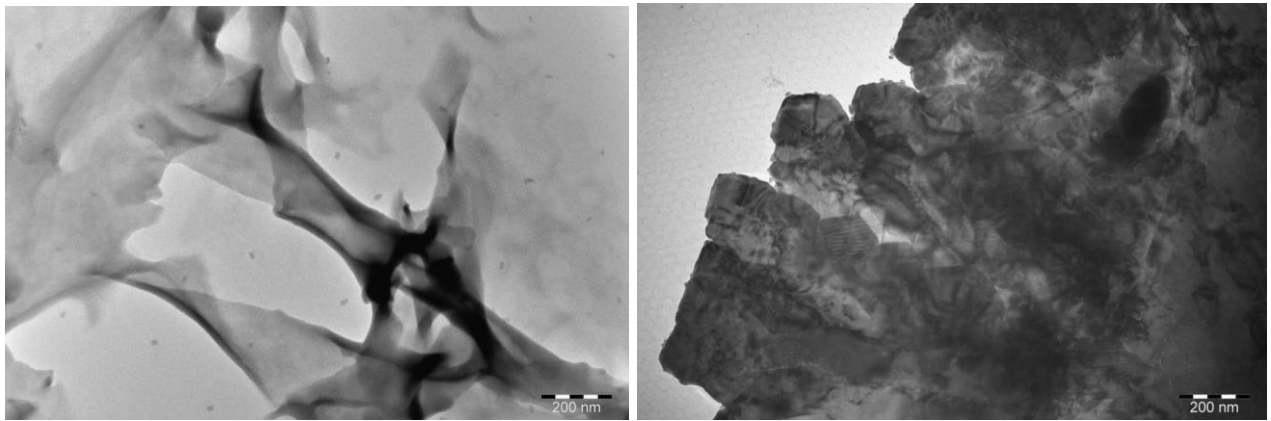
Burada $\omega^2 r f_t$ mərkəzdənqaçma sürətlənmə, M molekulyar çəki, f_t sürtünmə amilidir.

Əldə edilən nəticə göstərir ki, 1 nm diametrlı UDP hissəcikləri son dərəcə aşağı olan sentrifuqa prosesi zamanı məhlulda 0,00323 mikrometr keçəcək. Buradan belə nəticəyə gələ bilərik ki, UDP məhlulu sabit qalır və sentrifuqadan sonra çökmür. UDP hissəciklərinin təbii meydana gəlməsi müvafiq ədəbiyyatda da yaxşı sənədləşdirilmişdir (Bauluz et al., 2008).



Şəkil 5-3. Kaolinit (a,b) və illitin (c,d) ultra-dispers hissəciklərinin TEM şəkilləri. (Bauluz et al., 2008) İber Silsiləsindəki (İspaniya NE) Alb çöküntü yataqlarından kaolinitlərin genezisi: XRD, SEM və TEM ilə təhlil.)

Şəkil 5-3 kaolinitin ötürücü elektron mikroskop təsvirlərini nümayiş etdirir, burada müxtəlif tünd və şəffaf bölgələr müşahidə oluna bilər ki, bu da mövzu gillərinin tünd olanlardan daha nazik hesab edilən şəffaf təbəqələrə malik laylı strukturlara malik olduğunu təsdiqləyir. Üstəlik, Şəkil 5-4-də, CaCO_3 minerallarının TEM şəkilləri Ag nanohissəcikləri ilə modifikasiyadan əvvəl və sonra müşahidə edilə bilər.

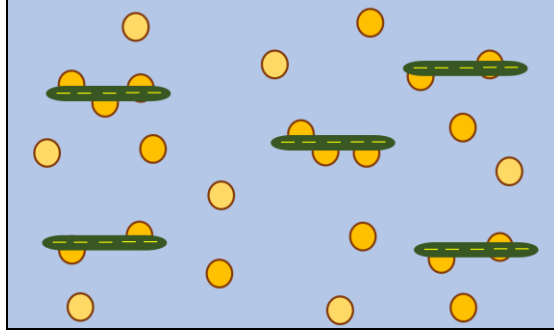


Şəkil 5-4. Bakı Dövlət Universitetində sintez edilmiş adsorbsiya edilmiş gümüş nanohissəcikləri ilə kalsium karbonatlı laylı UDP və kalsium karbonat laylı UDP-nin TEM şəkilləri.

Ultra-dispers dənəcikləri (UDP) ilə ion tutma.

Daha əvvəl qeyd edildiyi kimi, gil mineralları Şəkil 4.1-də göstərdiyi kimi strukturda kristal qəfəsə malikdir. Su ilə təmasda olduqda, kristal qəfəs daxilində müəyyən əvəzetmə prosesləri başlayır. Nümunə olaraq, Al^{3+} ionunu Mg^{2+} ionu ilə əvəz etmək olar ki, bu da strukturda mənfi

yükün əmələ gəlməsinə səbəb olur. Belə əvəzləmələr səbəbindən gillərin səthi ümumiyyətlə mənfi yüklü olur. Gil hissəciklərinin bu xüsusiyyəti onların səthində bəzi ionları udmağa kömək edir. Məhz buna görə də onlar duzsuzlaşdırma prosesində su filtrləri üçün təbii material kimi istifadə olunur. Qabıqlanmış UDP hissəcikləri həm də aşındırma prosesindən sonra xüsusi səth sahəsinin kəskin artması səbəbindən daha böyük səth enerjisi ilə kiçik gil hissəcikləridir və çıxarılan əsas suda ionların udulmasına/tutulmasına səbəb ola bilər.



Şəkil 5-5. Əsas su nümunələrində UDP-nin (yaşıl) ion (sarı) tutulması.

Çəkilməmiş suyun duzluluğunun qiymətləndirilməsi üçün sentrifüqasiya prosesindən çıxarılan su nümunələri duzluluğun ölçülməsi metodologiyasından asılı olaraq iki qrupa bölünür. Birinci qrup İnduktiv Qoşalaşmış Plazma (ICP) spektroskopiyasından, digər qrup isə Micro-Cell cihazından istifadə edərək Rw (müqavimət) qiymətləndirilməsindən keçir. ICP metodu üçün nümunənin hazırlanması zamanı nümunələrə xlorid turşusu (HCl) əlavə edilir, bu da UDP səthindən tutulmuş ionları soyur və bütün tutulan ionları UDP hissəcikləri ilə yenidən məhlula buraxır. Bununla belə, Rw qiymətləndirilməsində, ölçmədən əvvəl nümunənin turşu ilə ilkin müalicəsi aparılmır və tutulmuş ionlar UDP səthində qalır. Nəticədə, TDS-nin iki müxtəlif miqdarı (həll olunmuş bərk maddələrin ümumi sayı) kerndə eyni su nümunəsi (ICP-dən TDS) üçün iki fərqli müəyyən metoddan istifadə edərək əldə edilir.

Çöküntü və həll prosesi.

Hədəf sahəsində müşahidə edilən şaquli və yanal şoranlığın dəyişməsinə potensial olaraq töhfə verə biləcək tədqiq edilmiş istiqamətlərdən biri də nüvənin çıxarılması, tıxanması və saxlanması prosesləri zamanı temperatur və təzyiq şəraitinin sürətli düşməsi nəticəsində yaranan çöküntü və həll proseslərinin mümkünlüyü olmuşdur.

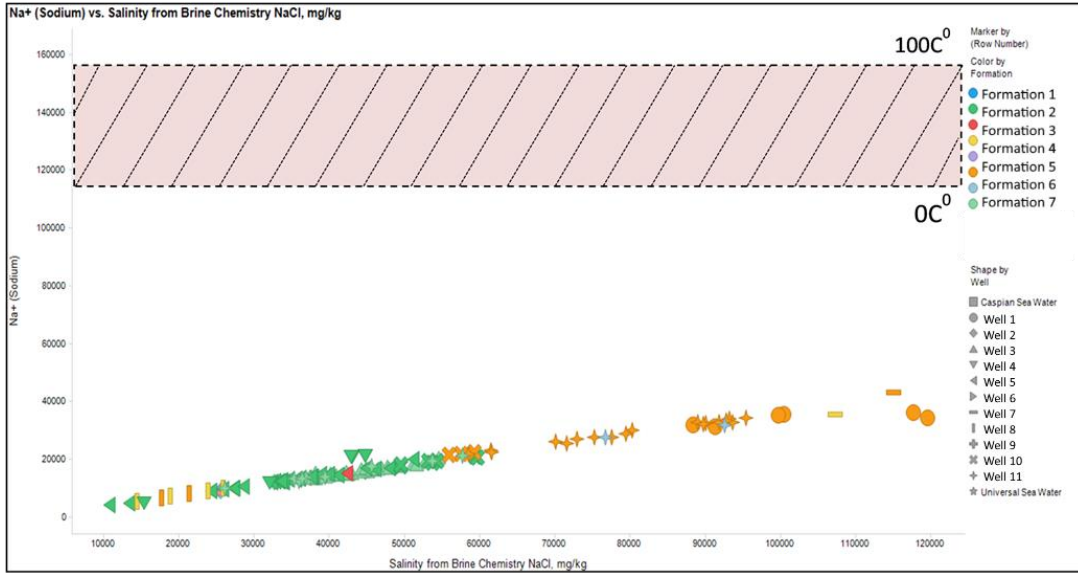
Əsas nümunənin çirklənmə göstəricilərinin (D20 konsentrasiyası, ion balansı və müxtəlif ion nisbətləri) təfərrüatlı təhlilindən sonra belə qənaətə gəldi ki, qazma prosesi zamanı müşahidə olunan duzluluğun dəyişməsi ilə nəticələnə biləcək əsas əsas suyun çirklənməsi baş verməyib. Bundan əlavə, cəlb olunmuş ekspertlərlə keçirilən bir neçə sessiyada hasilat, tıxacın bağlanması və konservasiya prosedurları müzakirə edilib ki, bu da prosedurlar zamanı əsas suyun çirklənməsi və ya buxarlanması ilə bağlı mümkün fikirləri azaldır. Yuxarıda göstərilən bütün keyfiyyət yoxlaması addımları əmin etdi ki, mövcud duzlu su kimyası analizləri real duzluluq dəyişkənliyini nümayiş etdirir. İonların çökməsinin və süxur minerallarının həllinin şoranlığa potensial təsirini aradan qaldırmaq üçün aşağıdakı analiz aparılmışdır.

Brine chemistry analizlərindən alınan məlumatlarından məlum olur ki, dominant kation və anion müvafiq olaraq natrium və xlorudur. Bu o deməkdir ki, duzluluğa əsasən bu ionlar təsir edir, ona görə də çox güman ki, onların çökməyi duzluluqda müşahidə olunan böyük dalğalanmalara səbəb ola bilər.

Çöküntünün modelləşdirilməsi üçün əsas kimi natrium seçilmişdir. Şəkil 5-6-da, Na duzlu su kimyasından şoranlığa qarşı qurulmuşdur, burada sarı qadağan zonası çöküntü zonasının Na konsentrasiyası sərhədlərini 0-dan 100°C-ə qədər vurğulayır. Başqa sözlə, bu vurğulanmış zonanın daxilində istənilən miqdarda Na (115 – 155 kppm) temperaturun düşməsi səbəbindən çökəcək və kristal NaCl əmələ gətirəcək. Hədəf sahəsi üçün Na konsentrasiyası da qrafikdə

göstərilmişdir və məhlulun içərisində mövcud Na konsentrasiyasının yağış üçün mövzu olmadığını müşahidə etmək olar, çünki qadağan zonadan çox aşağıdır, buna görə də məhlul tam doymuş deyil.

Yağışdan əlavə, sürətli depressurizasiya suda həll olunan karbonatların sayında bəzi dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Lakin, su nümunələrində karbonatların cüzi konsentrasiyası və əsas SEM təsvirlərində müşahidə olunan əsas karbonat çöküntülərinin olmaması karbonat çöküntülərinin duzluluğun dəyişməsinin potensial səbəbləri siyahısından çıxarır.

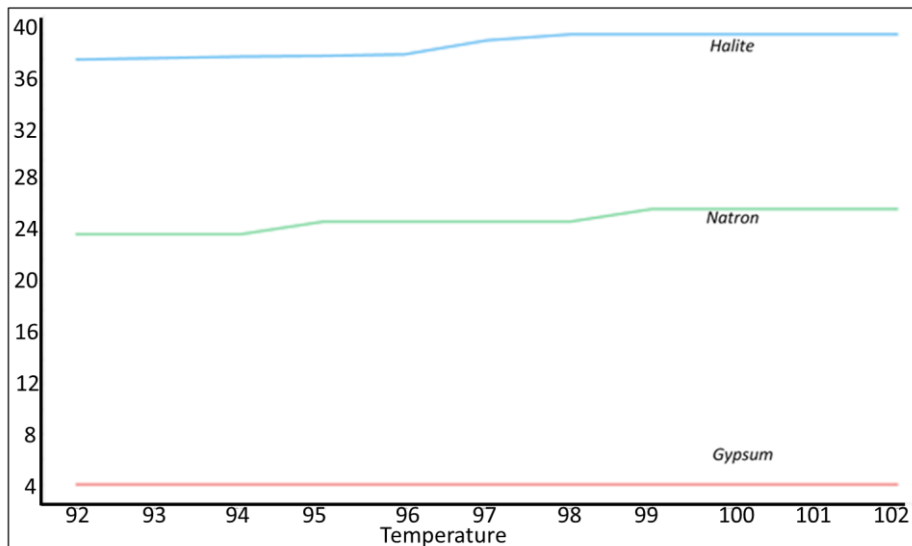


Şəkil 5-6. Müəyyən bir temperaturda NaCl kimi Na (natrium) çökmə həddi. (0-100°C)

Çöküntüyə paralel olaraq, bəzi süxur minerallarının əriməsi də duzluluğun dəyişməsinə səbəb ola bilər ki, bu da əsasən təzyiqdən cüzi asılılıq ilə temperatur tərəfindən idarə olunur.

Şəkil 5-7-də, həllolma qabiliyyətinin temperaturdan asılılığı hədəf sahəsinin işləmə temperaturu diapazonunda bəzi minerallar üçün qrafikə salınmışdır. Aydın şəkildə müşahidə oluna bilər ki, obyekt mineralları üçün həllolma qabiliyyətinin dəyişməsi əhəmiyyətsizdir, temperatur dəyişikliyinə görə heç bir əsas həll gözlənilməməlidir. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, müşahidə olunan duzluluğun dəyişməsi mineralın həlli ilə bağlı deyil.

Bu fəsilə aparılmış bütün əsas müşahidələri birləşdirərək belə nəticəyə gəlmək olar ki, rezervuarlarda müşahidə olunan əlaqəli su şoranlığının dəyişməsinin formalaşması üçün nə çöküntü, nə də həll nəzərə alınmamalıdır.

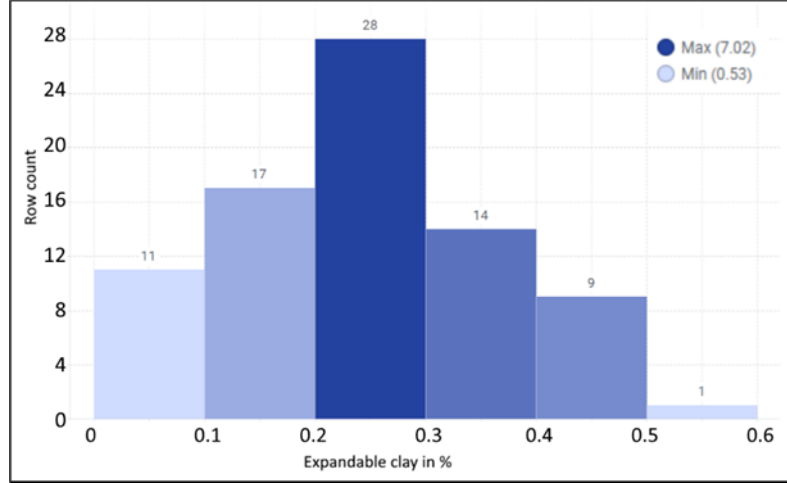


Şəkil 5-7. Temperaturdan asılı olaraq mineralların həll olması.

6. XRD mineralogiyası ilə lay suyunun duzluluğu arasında əlaqə.

Gil genişlənmə prosesinin analizi

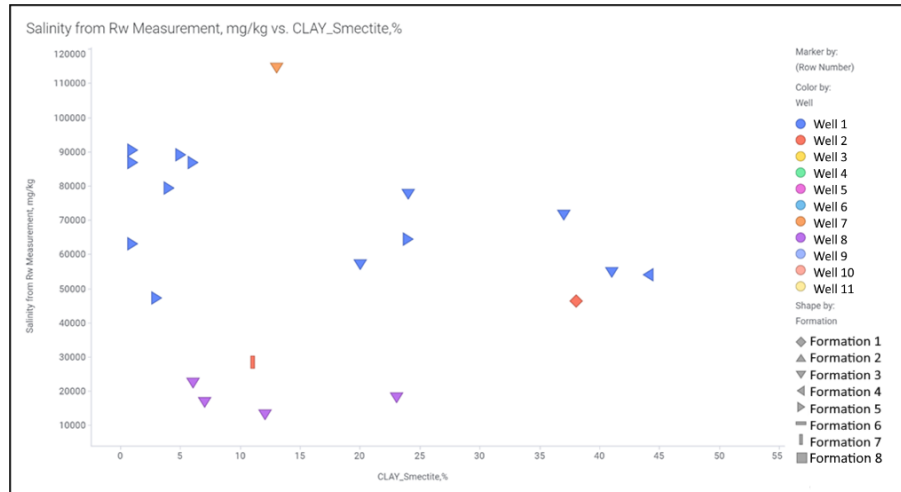
Mümkün duzluluğun dəyişməsi problemlərindən biri gillərin genişlənməsi ilə bağlı ola bilər. Bəzi gillər şirin suyu qabartmaq və genişlənmək qabiliyyətinə malikdir. Şirin su gil təbəqələrin arasına dolub, gil strukturunu şişirtməklə, qalıq məsamə suyu daha duzlu saxlayır. Buna görə də genişlənən gillər və duzluluq arasındakı əlaqə təhlil edilmişdir.



Şəkil 6-1. Ölçüsü 0,2 μm -dən az olan gillər içərisində genişlənən gil fraksiyaları

Göründüyü kimi Şəkil 6-1 genişlənən gil əsasən təhlil edilən nümunələrin bütün gillərinin 25-30%-ni təşkil edir.

Ən çox yayılmış genişlənən gil smektit gilləri qrupudur. Genişlənmə əmsalı kimi smektit minerallarının faizini götürdükdə, smektitin şişməsinin duzluluğun dəyişməsinə heç bir əsas təsiri olmadığı müəyyən edilmişdir (Şəkil 6-2).



Şəkil 6-2. Smektit gilləri % və Duzluluq.

Gil diagenез nümunələri

Gil minerallarının diagenезinin əsas xarakterini aşağıdakı kimi izah etmək olar: Yetişməmiş və

ya yaxın zamanda çökmüş gillərin tərkibində mənbə sahəsindən asılı olaraq smektit (montmorillonit), illit və kaolinit ola bilər.

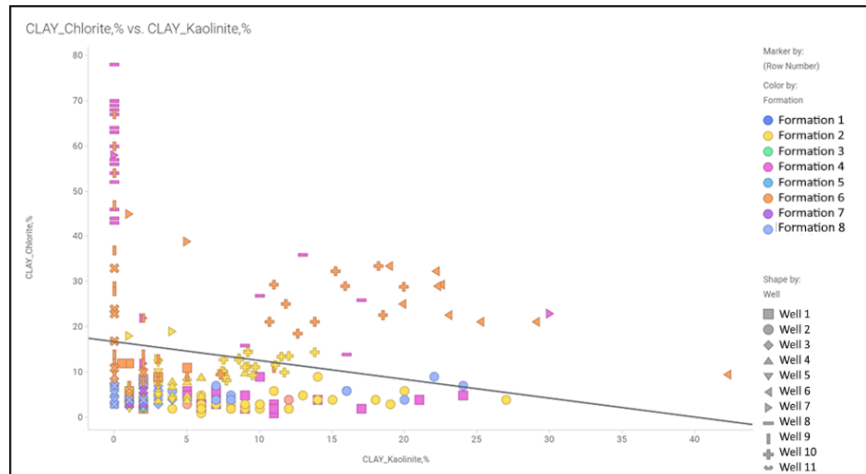
Çökmə ilə bu minerallar su tərkibini itirir və mineraloji çevrilmələrə məruz qalır. Smektit yağ əmələgəlmə temperaturu diapazonunda (60 - 150°C) illitə çevrilir. Bu diapazonun yuxarı həddinə yaxınlaşdıqda kaolinit və illit mikaya çevrilir; ətraf mühitdə ferromaqnezian minerallar varsa, bu minerallar əvəzinə xloritə çevrilirlər. (Davarcioglu et al, 2012)

Ədəbiyyat araşdırmasından məlum olub ki, diagenizin mümkün nəticələri aşağıdakı kimidir: smektitdən illitə, kaolinitdən xloritə (+ illit) və smektitdən xloritə çevrilmələr (Şəkil 6-3).

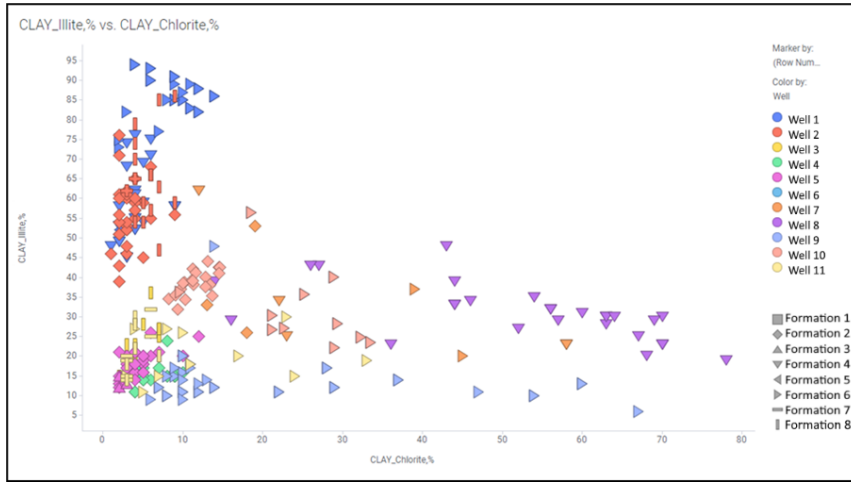


Şəkil 6-3. Gil minerallarının və neft əmələgəlmə zonalarının temperatur baxımından diagenizi (Weaver, 1960; Suchy et al., 2007 modellərinə əsaslanıb)

Gil kaolinitdən xloritə çevrilmə nümunələrini təhlil edərək belə nəticəyə gəldik ki, bu proses aşağı temperatur şəraitinə görə hədəf rezervuarda baş verməyib.

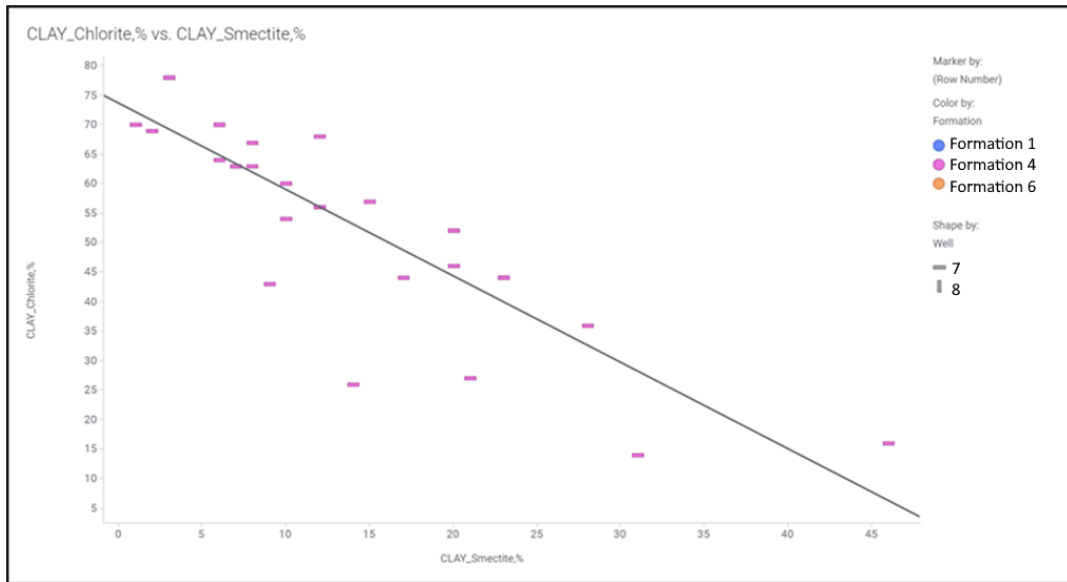


Şəkil 6-4. Kaolinit və xlorit



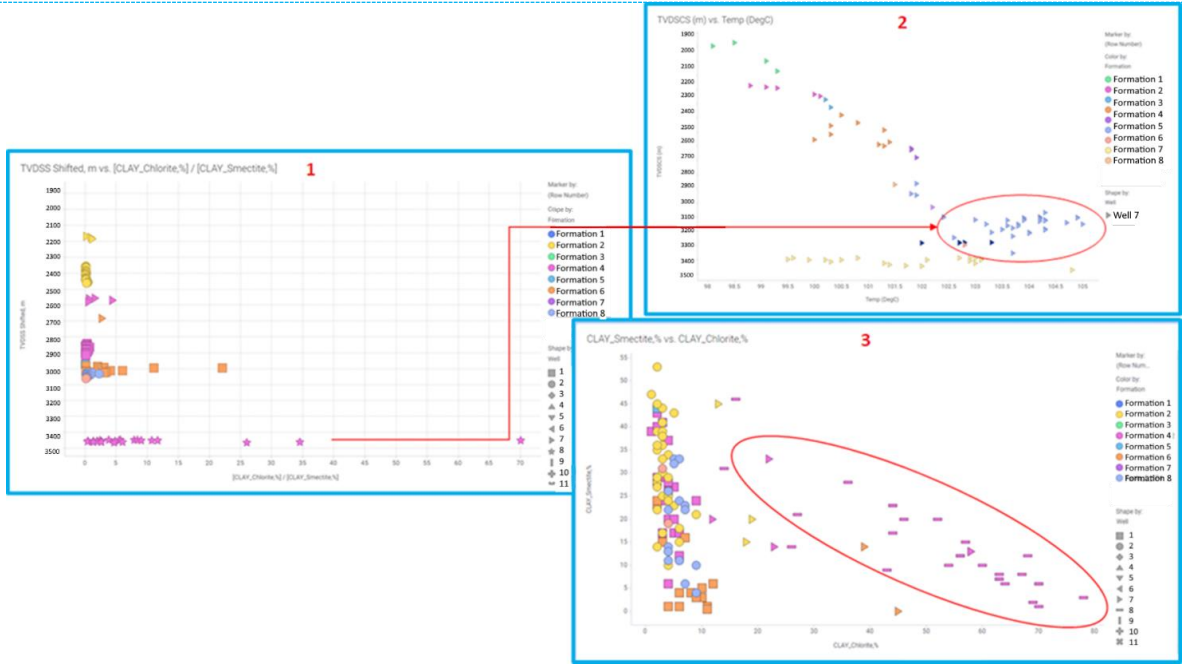
Şəkil 6-5. İllit və xlorit

Oxşar nəticə smektidən xloritə çevrilmədə də baş verir. Əlavə olaraq, smektitin sulu qatdakı WELL 7 quyusunda xloritə çevrilməsi baş verdiyi də məlum olub (Şəkil 6-6) .



Şəkil 6-6. WELL 7 quyusunda gil smektit və gil

Smektitin xloritə belə fasiləsiz çevrilməsi, ehtimal ki, müxtəlif geoloji mühitdə ümumi əlaqədir və istilik metamorfizmi səbəbindən baş verə bilər. Sulu təbəqədə temperaturun bir qədər yüksəldiyi müşahidə olunur (Şəkil 6-7). Çoxqatlı xlorit-smektidən ibarət olan mineral korrensit kimi tanınır (Şəkil 6-3).



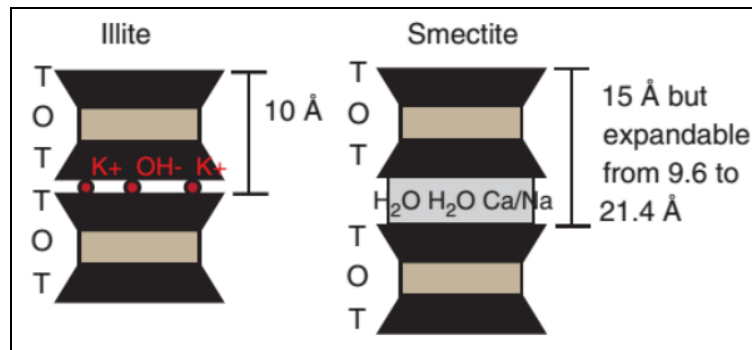
Şəkil 6-7. 1 – TVDSS və Gil xlorit/Gil smektitin nisbəti; 2 – Well 7 quyusunun dərinliyi və temperatur qradienti; 3 – Gil smektit və gil xlorit.

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, daha yüksək temperatur və daha yüksək yetişmə sürətinə görə sulu təbəqədə smektitin xloritə çevrilməsinin baş verməsi mümkün sayılır.

Smektitin illitə çevrilməsi

Diagenез prosesini zamanı İllitdən smektitə çevrilmə ehtimalı var. Bu transformasiya dəyişdirilərkən şirin suyun ayrılmasına səbəb olur.

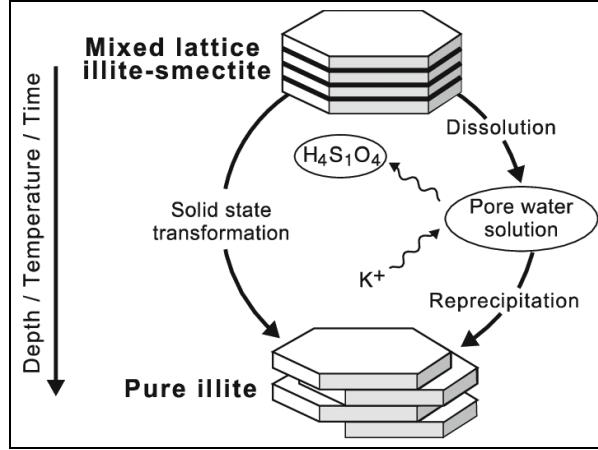
Gil mineralları təbəqəşəkilli və ya laylı bir quruluşa malik və iki əsas vahiddən ibarətdir: silikon tetraedral təbəqə (T) və alüminium oksidi oktaedral təbəqə (O). Üç qatlı strukturdan (TOT) ibarət gil mineralları smektit qrupuna aiddir. Qrupda ən çox yayılan minerallardan da ikisi smektit və illitdir. İllitdə bir TOT təbəqəsinin birinci silisium təbəqəsi ilə qonşu TOT təbəqəsinin növbəti silisium təbəqəsi (bazal məsafə) arasındakı məsafə təxminən 10 Å-dir. Smektitin bazal məsafəsi təxminən 15 Å-dir, lakin 9 Å ilə 21 Å arasında dəyişə bilər ki, bu da smektitin gil trombositlər arasında mövcud olan müxtəlif miqdarda qütb su molekullarını adsorbsiya etməsi nəticəsində yaranır (Şəkil 6-8). Smektidən-İllitə transformasiya (S-to-I) prosesi rezervuarlarda hidrostatik təzyiqdən artıq təzyiqə səbəb olan əsas bir mexanizmdir (Lahann et al., 2001; Katahara, 2003; Yu və Hilterman, 2014).



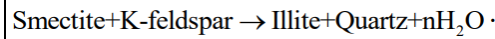
Şəkil 6-8. TOT strukturlu gil minerallarının smektit qrupu: (solda) illit və (sağda) smektit təbəqəsi və bağlanmış/layarası su. (Xuan Qin et al)

Gilə bağlı suyun tərkibi duzluluğun artması və ya Kation Dəyişmə Əmsalının(CEC) azalması ilə azalacaq. Məsələn, smektit adətən 0,1 ilə 0,4 meq/ml arasında dəyişən illit CEC ilə müqayisədə 0,6 ilə 1 meq/ml arasında dəyişən CEC-ə malikdir. Buna görə də smektit illitdən daha genişlənən hesab olunur (Xuan Qin et al).

Çevrilmə zamanı təmiz su molekulları sərbəst buraxılır və duzluluğa təsir edə bilər.

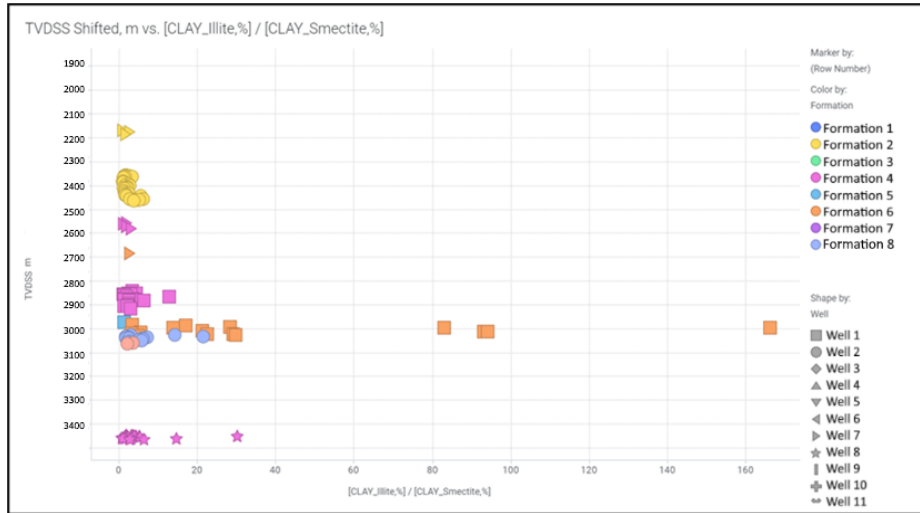


Şəkil 6-9. Smektiti illitə çevirən iki əsas prosesi göstərən sxematik diaqram. Hər iki prosədə əsas nəzarətədiç amillər temperatur və K+ mövcudluğudur (Əl-Ramazan, 2014))



Şəkil 6-10. Smektitdən illitə sadələşdirilmiş çevirmə düsturu

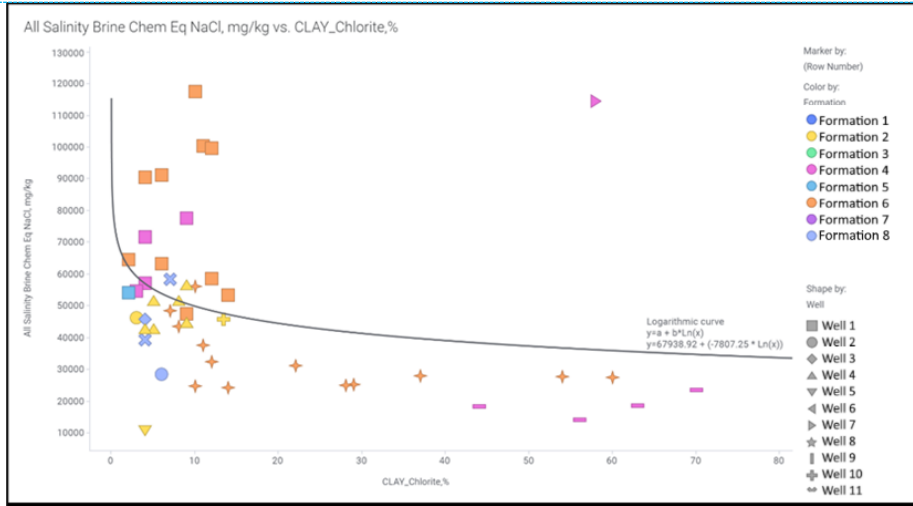
Ümumi təhlil göstərir ki, hədəf rezervuarda smektitin illitə çevrilməsi kütləvi şəkildə baş vermir.



Şəkil 6-11. TVDSS vs Illite-Smectite nisbəti

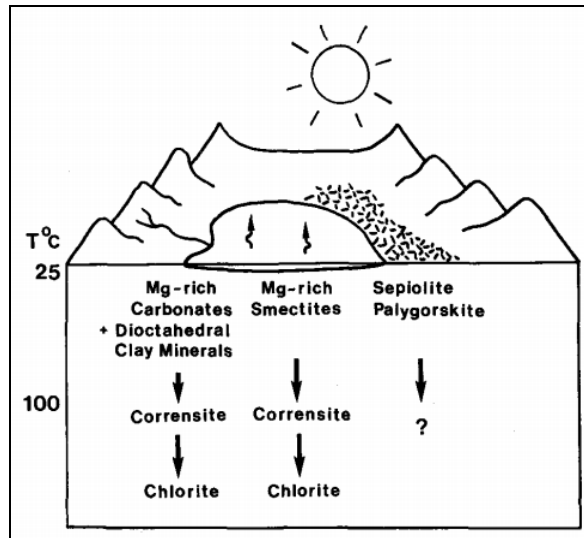
Sulu təbəqədə gil xlorit miqdarının anomaliyası

Sulu təbəqənin qalınlığına nüfuz edən quyularda xloritin kəskin yüksəlmə tendensiyası müşahidə edilmişdir.



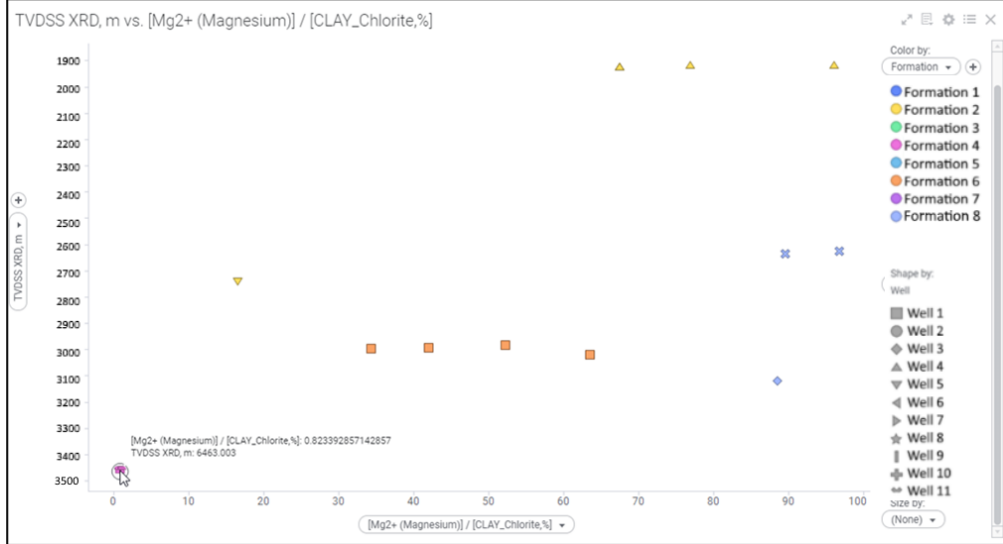
Şəkil 6-12. Xlorit və duzluluq. Well 7 və Well 8 quyularında xlorit konsentrasiyasının artması

Hillier 1993-ə görə, gil smektitlərdə yüksək miqdarda Mg və 100°C-dən yuxarı müvafiq temperatur transformasiyanı mümkün edir (Şəkil 6-13).



Şəkil 6-13. “Evaporit-karbonat” assosiasiyasında korrensit və xlorit əmələ gəlməsi yollarının sxematik təsviri. (Hillier və başqaları, 1993)

Buna görə də, sulu təbəqədə suda aşağı maqnezium və gil-xlorit nisbəti ətrafdakı süxurlar tərəfindən maqneziumun yüksək udulmasına səbəb olur. Bu halda ətrafdakı süxur kimi xloritlər nəzərdə tutulur. Göründüyü kimi Şəkil 6-14, maqneziumun miqdarı sulu təbəqədəki məsamə sularında kəskin şəkildə azalır – həmin yerdə temperaturun yüksəlməsi və nəticədə gil xloritin yüksək miqdarı müşahidə olunur.



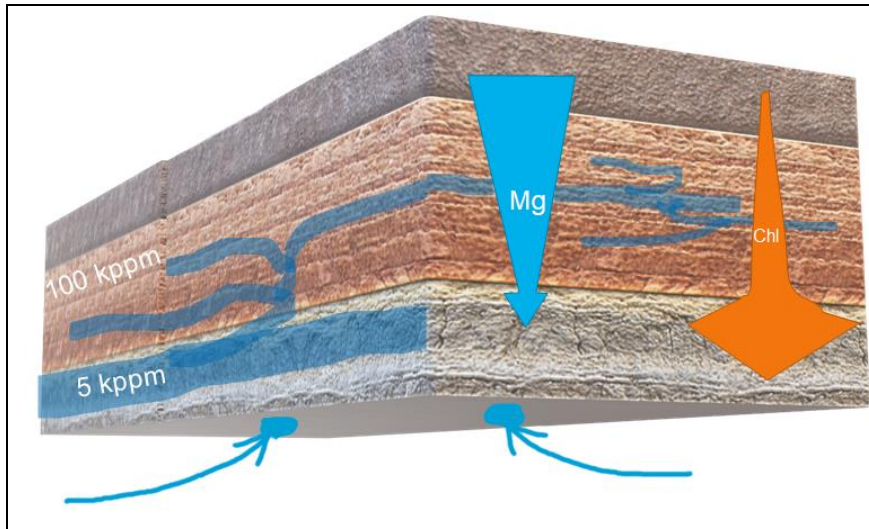
Şəkil 6-14. Məsəmə suyundakı Maqneziumun gil xloritinə nisbəti və dərinliyə nisbəti. 4 məlumat nöqtəsi WELL 7 quyusunun məsəmə suyunda Mg miqdarının kəskin azaldığını göstərir

Beləliklə, aydın olur ki, xloritin qalxma anomaliyasına bu üç amil səbəb olur: 100°C+ temperatur, suda maqneziumun yüksək ilkin miqdarı və gil smektitin olması.

Gil minerallarını meydana gətirə bilən hidrotermal qarşılıqlı təsirlər zamanı dəniz suyu çöküntüyə nüfuz etdi və mühüm maqnezium mənbəyi idi (Youko Miyoshi et al, 2013)

Yuxarıda göstərilən bütün nəzəriyyələri birləşdirərək, duzluluğun dəyişməsinin bəzi mümkün səbəbləri ola bilər:

- İsti mayenin vurulması hasilat zonasının altındakı sulu layda baş verdi
- Sulu təbəqədə duzluluğun kəskin azalması isti mayenin vurulması səbəbindən baş verir
- Yuxarıdakı produktiv təbəqələrdə duzluluğun dəyişməsi yüksək duzlu suyun vurulması və transformasiya zamanı adətən şirin suyun çıxması ilə baş verən gillərin diagenezi ilə bağlı ola bilər.



Şəkil 6-15. Hidrotermal qarşılıqlı əlaqə və "yeni" suyun ilkin məsəmə suyu ilə qarışması (illüstrasiya məqsədləri üçün)

7. Duzluluğun qiymətləndirilməsi üçün petrofiziki karotajın analizi

Lay suyunun duzluluğu oxunuşlara təsir etdiyi üçün quyu karotajlarının təhlili və şərhində çətinliklər yaradan ən böyük naməlum parametrlərdən biridir. Bu səbəbdən, quyuda işləyən karotajların əksəriyyətində duzluluq dəyərləri şərh modelləri üçün giriş kimi istifadə edilməlidir. Baxmayaraq ki, jurnal oxunuşları süxur və maye komponentlərinin birləşməsindən ibarət quyu lüləsinin yaxın yaxınlığından məlumatları qeyd edir, oxunuşlardan duzluluğu qiymətləndirmək asan deyil. Əksər karotajların lay suyunun duzluluğunu qiymətləndirmək imkanı yoxdur. Minh və digərləri (2011) ədədi və qrafik həllərin tətbiqi ilə formalaşmanın qiymətləndirilməsi üçün müqavimət və siqma qeydlərinin birləşməsindən istifadə etdilər. Onlar metodu yüksək məsaməli nümunələrdə sınaqdan keçirirlər (30% məsaməlilik) və m və n dəyərləri 2 və daha yüksəkdir. Bununla belə, sonrakı araşdırmaların göstərdiyi kimi, metod hədəf yataqda olduğu kimi məsaməliliyi aşağı olan rezervuarlarda və m və n dəyərləri ilə uğursuz olur. Donadille və s. Xan və s. 2018-ci ildə Amer et. su ilə doyma şərh qeyri-müəyyənliklərini artırmaq üçün C/O və Sigma ölçmələrini birləşdirən impulsu neytron giriş proqramını optimallaşdırdı. Tian et.al (2018) D-T neytron generatorundan istifadə edərək duzluluğu müəyyən etmək üçün qamma-neytronların (PGNAA) sürətli aktivləşdirilməsi ilə quyuların karotaj sistemindən istifadə edilmişdir. PGNAA karotaj modeli müvafiq giriş parametrləri ilə Monte-Karlo üsulu ilə modelləşdirilmişdir. Verilmiş layihə çərçivəsində biz doyma səviyyəsini birbaşa proqnozlaşdırmaq üçün müqavimət və tutma siqma karotajların birləşməsini tətbiq etdik. Əlavə olaraq, verilmiş metodların hər biri giriş parametrləri üzrə müvafiq həssaslıq təhlili ilə fərdi olaraq sınaqdan keçirilmişdir.

Müqavimət və neytron siqma karotajların inteqrasiyası.

Metodologiya

Minh tərəfindən təsvir edilən üsul əldə olan quyu məlumatlarına tətbiq edilmişdir. Müqavimət və impulsu neytron karotajı (siqma rejimi) məlumatları bir-birinə qarşı qoyuldu. Təmiz təbəqələrdə su ilə doyma Arçi tənliyindən istifadə edərək müqavimət kartoajlarından hesablanır:

$$S_{w_{res}} = \left[\frac{a \cdot R_w}{\phi^m \cdot R_t} \right]^{1/n}$$

Tənlik 7-1

Digər tərəfdən, siqma tənliyindən suyun doyması bərabərdir:

$$S_{w_{sig}} = \frac{\Sigma_{log} - \Sigma_m \cdot (1 - \phi) - \Sigma_{hc} \cdot \phi}{\phi \cdot (\Sigma_w - \Sigma_{hc})}$$

Tənlik 7-2

İdeal olaraq, əgər ölçmələrin bakirə zonadan götürüldüyünü və giriş parametrlərinin maraq zonası daxilində uyğun olduğunu fərz etsək, iki ölçmə əsasında hesablanmış su ilə doyma üst-üstə düşməlidir:

$$S_{w_{res}} = S_{w_{sig}}$$

Tənlik 7-3

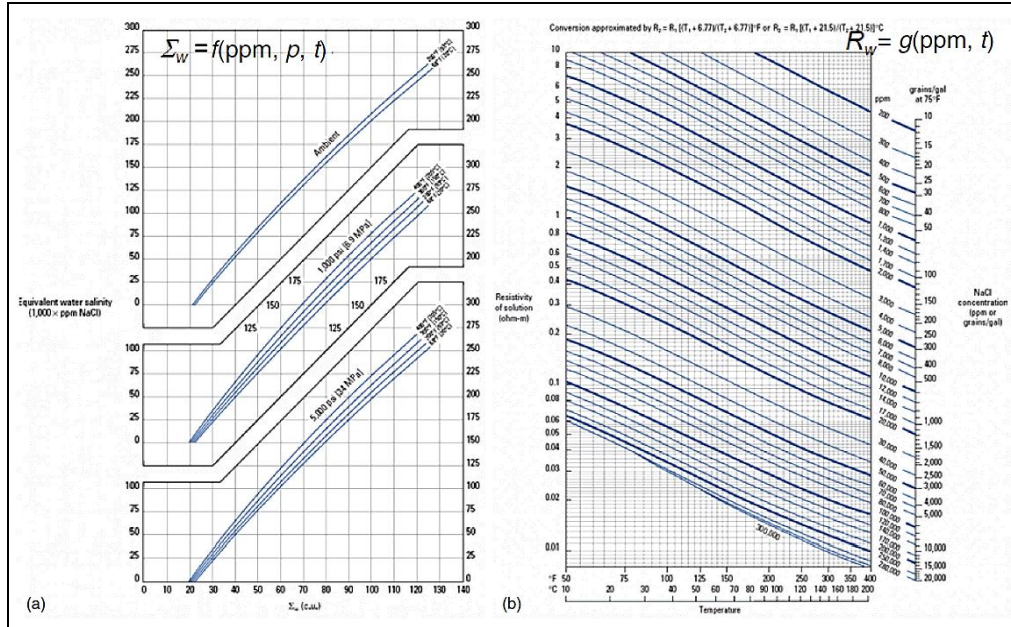
2-4 tənliyində lay suyunun müqaviməti (R_w). duzluluq və temperaturun funksiyasıdır, halbuki 2-5 tənliklərində suyun sıqması (Σ_w) duzluluqdan, temperaturdan və təzyiqdən asılıdır (Şəkil 7-1).

$$R_w = g(\text{salinity}, T)$$

Tənlik 7-4

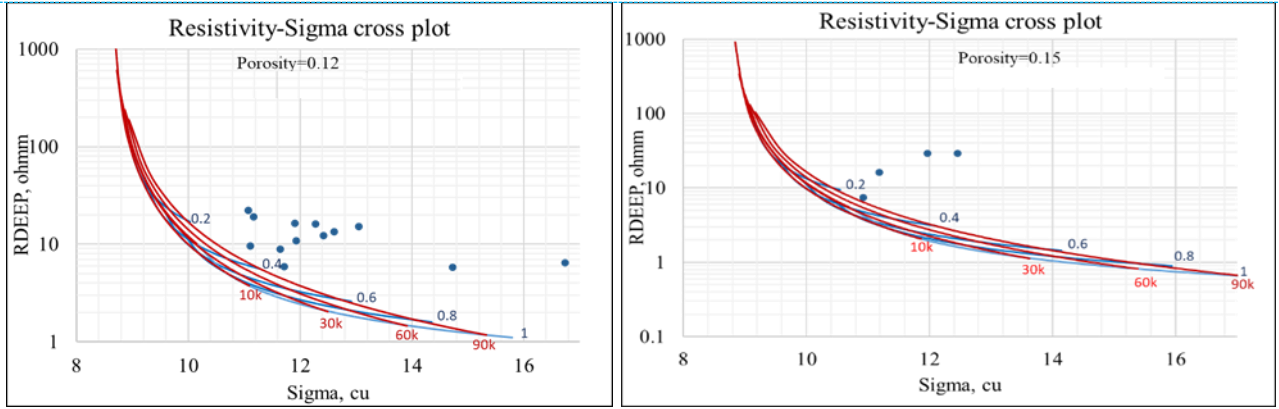
$$\Sigma_w = f(\text{salinity}, T, P)$$

Tənlik 7-5



Şəkil 7-1. (a) Sıqma suyu duzluluğun, təzyiqin və temperaturun funksiyası kimi; və (b) duzluluq və temperaturdan asılı olaraq suyun müqaviməti cədvəli (Schlumberger markası).

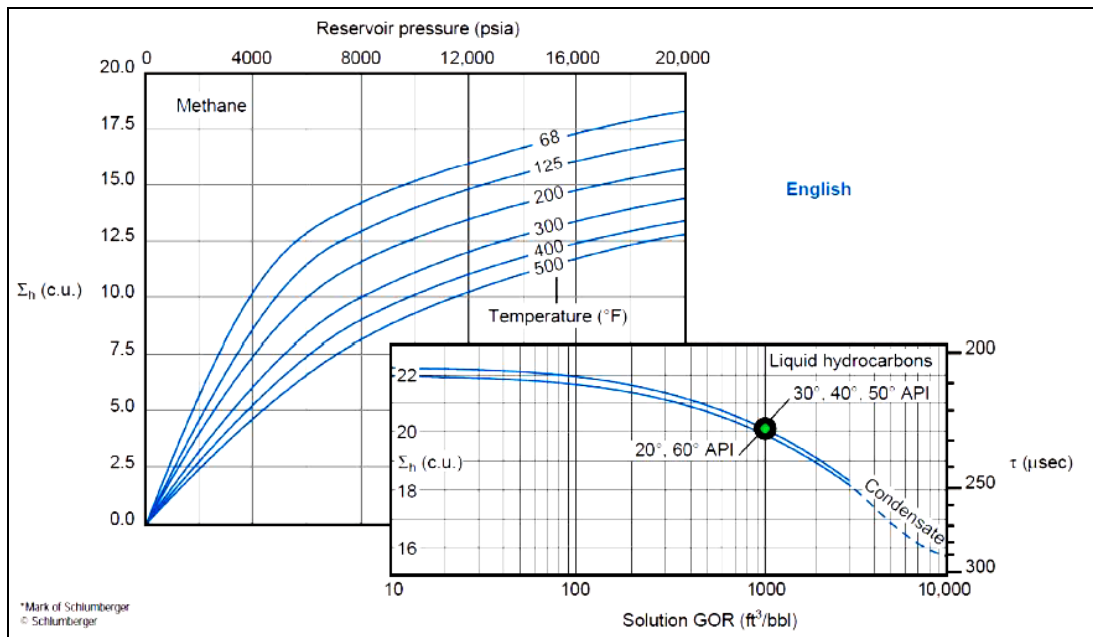
Bərabər duzluluq və bərabər doyma xətləri olan zərflə uyğun gələn müqavimətinin funksiyası kimi log sıqmanın çarpaz xəttidir (Şəkil 7-2). Belə bir zərf yaratmaq üçün əvvəlcə duzluluq diapazonları cədvəli quruldu. Sonra hər bir duzluluq dəyəri üçün Σ_w və R_w hesablanmış və S_w üçün 0,05 addımdan istifadə etməklə müvafiq Σ_{log} və R_t qiymətləri tərtib edilmiş və qrafik yaradılmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, verilmiş zərf məsələliliyin vahid dəyəri və m və n qiymətləri üçün təmsil olunur. Bundan əlavə, sıqma matrisinin (Σ_m) və karbohidrogenin sıqmasının (Σ_{hc}) vahid dəyəri də istifadə olunur (Σ_m və Σ_{hc} -nin qiymətləndirilməsi aşağıda təsvir edilmişdir). Giriş parametrlərinin digər qiymətləri üçün zərfin forması dəyişir. Son addım olaraq, sıqma – müqavimət çarpaz qrafikində real karotaj ölçmə müqaviməti və sıqma karotaj qiymətləri çəkildi (xəttə mavi nöqtələrlə göstərilib).



Şəkil 7-2. Müqavimət - siqma çarpaz süjeti. Qırmızı xətlər bərabər duzluluq xətləridir. Mavi xətlər bərabər su ilə doyma xətləridir. Bərabər duzluluq və bərabər doyma xətləri zərfinin qurulması üçün giriş parametrləri: $m = 1,8$, hər iki sahə üçün $n = 1,8$, məsaməlilik = $0,12$

Karbohidrogen siqmasının qiymətləndirilməsi

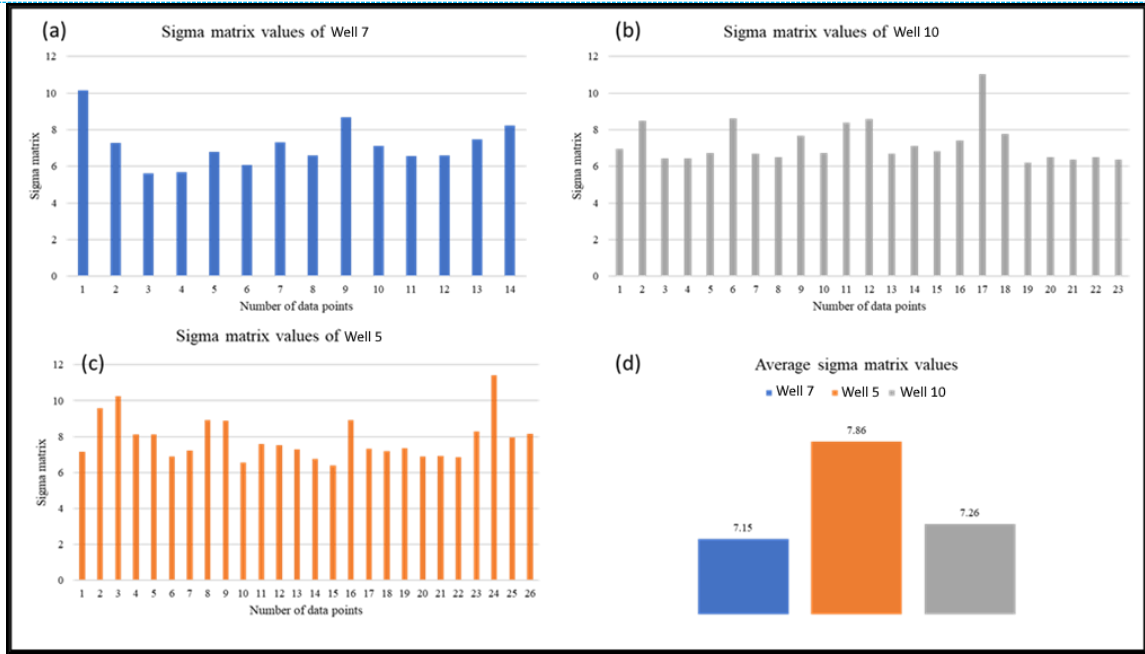
Təhlil zamanı istifadə olunan karbohidrogen siqması (Σ_{hc}) dəyəri 12 olmuşdur. Bu dəyər GOR cədvəlinə (Σ_{hc}) istinad etməklə, lay karbohidrogen məlumatlarının PVT-si əsasında seçilmişdir. (Şəkil 7-3).



Şəkil 7-3. Siqma karbohidrogen istinadı GOR (Schlumberger markası).

Siqma matrisin qiymətləndirilməsi

Matris siqması (Σ_m) 3 quyudan, Well 7, Well 10 və Well 5-dən XRD mineralogiya məlumatlarından hesablanmışdır. Verilmiş quyular yeganə quyular idi ki, burada PNL və müqavimət karotajları, həmçinin XRD və duzluluq ölçmələri aparılırdı. Hər bir mineralın siqma dəyəri məlumdur, ona görə də hər bir mineralın kütlə faizi vurularaq Σ_m -ni əldə etmək üçün cəmləndi. Hər bir XRD nümunəsi üçün nəticələr göstərilir (Şəkil 7-4). Təhlil zamanı giriş kimi hər 3 quyunun orta dəyəri istifadə edilmişdir.



Şəkil 7-4. (a), (b) və (c) 3 quyudan hər bir XRD nümunəsi üçün Siqma matrisə dəyərləri. (d) hər quyuy üçün orta hesablanmış siqma matrisinin qiymətləri.

Nəticələr

Nəticələr göstərdi ki, hədəf rezervuar üçün müqavimət və PNC qeydlərinin birləşməsi üçün heç bir həll yoxdur. Bu texnikanın tətbiqi üçün minimum məsaməlilik əmələ gələn duzluluqdan asılıdır. Məsaməliliyi az olan mühitlərdə texnika yalnız çox yüksək duzluluq dəyərləri (250 – 300 kppm) olduqda tətbiq oluna bilər. Bunun əksi də keçərlidir: minimum duzluluq yüksək (0,25 – 0,3) olmalı olan məsaməlikdən, həmçinin karbohidrogen tipindən asılıdır, çünki maraq zonasının duzluluğunu müəyyən etmək üçün siqma diapazonu geniş olmalıdır. Kollektorun məsaməlik dəyərlərinin 0,15-ə qədər və duzluluğun yuxarı həddinin 120 - 130 kppm civarında olduğu hədəf sahə üçün verilmiş şərtlərin heç biri yerinə yetirilmir.

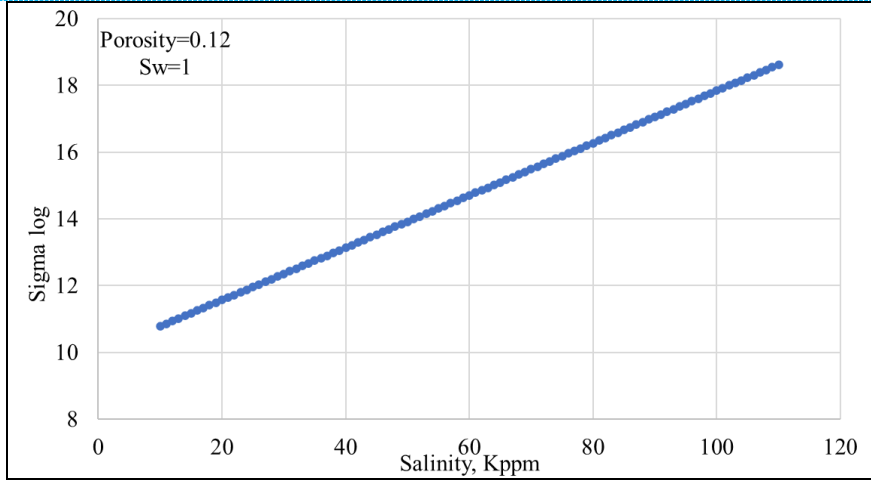
PNC karotajın duzluluq dəyişikliklərinə həssaslığı

Duzluluqdakı dəyişikliklərə dair PNC karotaj cavabının həssaslıq təhlili aparıldı. Duzluluq 20 kppm-dən 80 kppm-ə qədər dəyişdi və karotajın siqmasında müvafiq dəyişiklik aşağıdakı tənlikdən istifadə edərək hesablandı:

$$\Sigma_{log} = (1 - \varphi_e)\Sigma_m + \varphi_e(1 - S_w)\Sigma_h + \varphi_e S_w (3.92 * 10^{-4} * Sal + 22)$$

Tənlik 7-6

Məsaməlik dəyəri 0,12 və su ilə doyma 1 üçün, duzluluq 60 kppm artırıldıqda siqma log cavabı 11,56-dan 16,25-ə dəyişir (Şəkil 7-5)

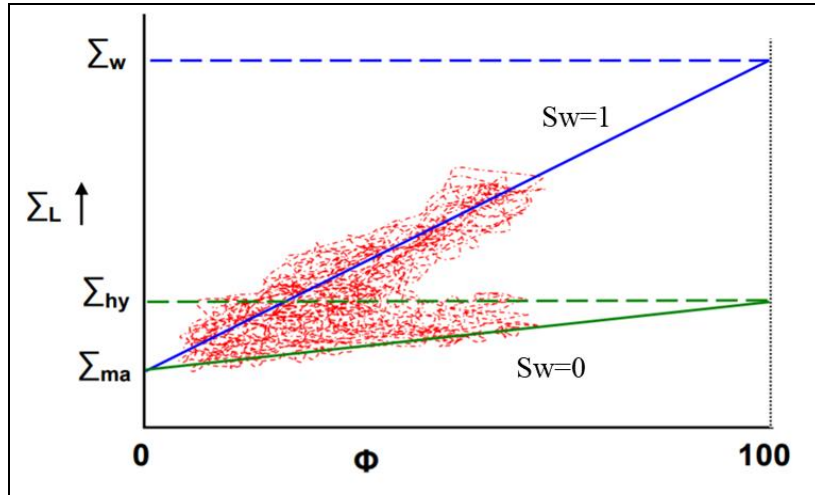


Şəkil 7-5. Duzluluğun siqma log dəyişikliyinə təsiri üzrə həssaslıq təhlili.

Duzluluğu 60 kppm artırmaqla, siqma log cavabı alət xətası daxilində yalnız 5 kub artdı. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, hədəf rezervuarı üçün su ilə doyma və məsaməlik dəyərləri yüksək hesab edilirdi, bu o deməkdir ki, bu dəyərlərin aşağı salınması duzluluq dəyişikliyinə siqma log-a təsirini hətta azaldır. Duzluluq 10 000 ppm artdıqda, $\Sigma_{hc} 3,92 * S_w \phi_e$ artım dəyişikliyinə göstərir.

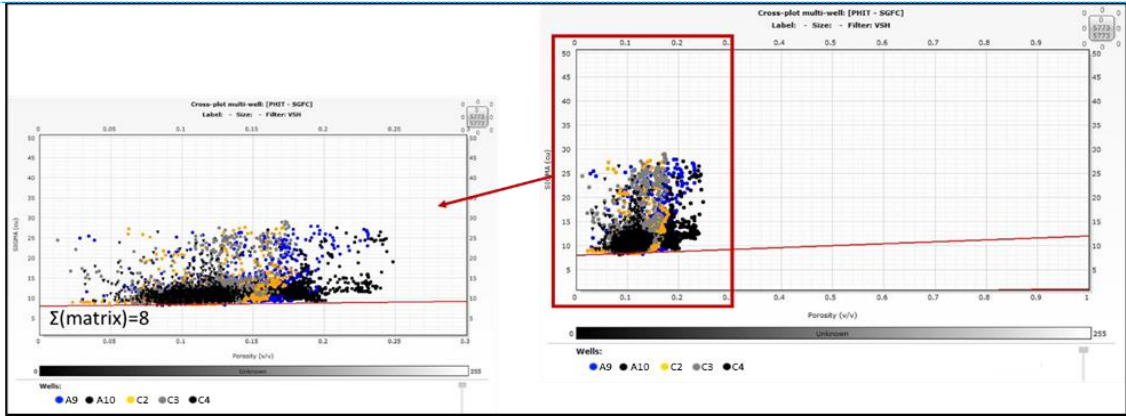
Sw qiymətləndirilməsi üçün PNC log analizi

Sənayedə tətbiq olunan üsullardan biri də formalaşmanın qiymətləndirilməsi üçün siqma – məsaməlik çarpaz qrafikindən istifadə etməkdir. Σ_{hc} və Σ_w qrafikdən $\phi = 100\%$ və $\Sigma_m \phi = 0$ -da təxmin edilə bilər. Çarpaz xəttin sxematik şərhi aşağıda təsvir edilmişdir.



Şəkil 7-6. Sigma log – məsaməlik çarpaz planı (James Smolen 1995-dən sonra dəyişdirilib).

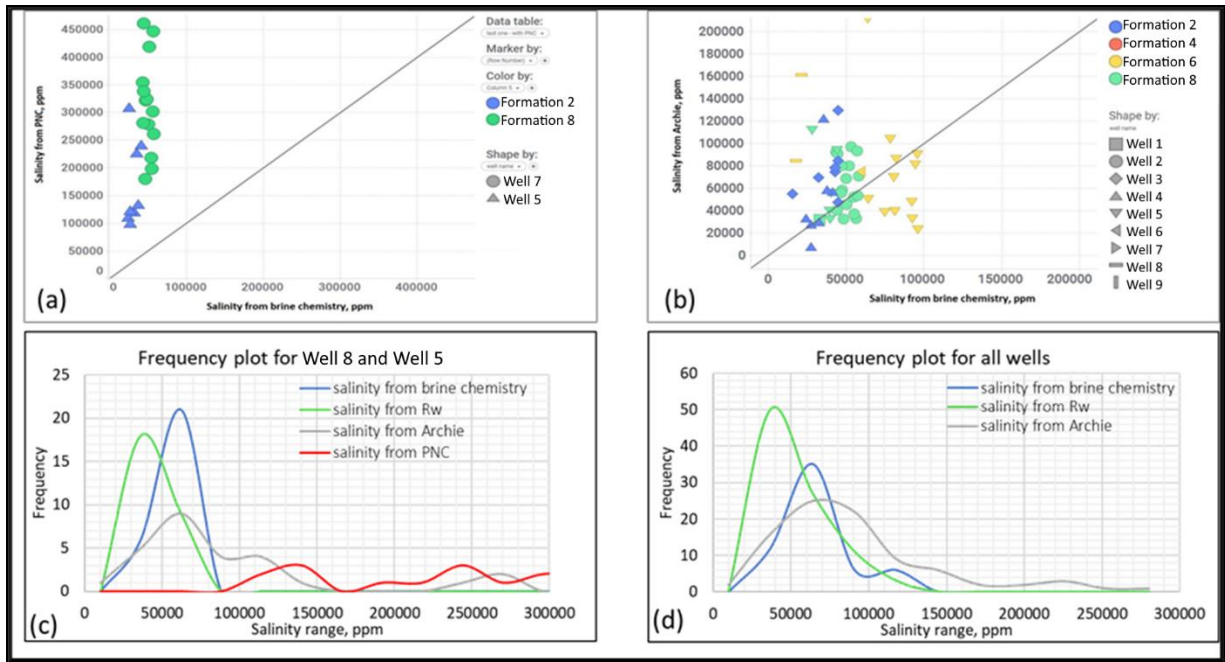
Hədəf sahəsi ilə əlaqədar olaraq, sigma log - məsaməlik çarpaz süjeti göstərilir (Şəkil 7-7). Sahədən görüldüyü kimi, bütün quyular 25%-ə qədər məsaməlik diapazonunda qruplaşdırılıb. 12-ə bərabər olan Σ_{hc} almaq üçün karbohidrogen xətti çəkilə bilər. Bu ədəd hesablanmış Σ_{hc} ilə uyğunlaşdırılır. Σ_m ilə əlaqədar olaraq, qrafik siqma matrisinin 8-ə yaxın olduğunu göstərir, bu da XRD Σ_m dəyərindən hesablanmış qiymətə uyğundur. Lakin bu qrafikə əsasən suyun doyma səviyyəsinin 1 olduğu bir xətt çəkmək mümkün deyildi, çünki orada suyun doyma səviyyəsi sabit və 1-ə bərabərdir. Σ_w -dan.



Şəkil 7-7. Sigma – məsaməlik çarpaz planı.

Sw - doymuluğun qiymətləndirilməsi üçün müqavimət karotajın təhlilləri.

Yuxarıda təsvir olunduğu kimi, siqma və müqavimət qeydlərinin birləşməsi duzluluq və ya su ilə doyma qiymətləndirməsini həll etmədi. Bu səbəbdən verilmiş karotajların ayrıca təhlil edilməsi qərara alınıb. Şoranlığın geriye hesablanması Sw qiymətləri məlum olan zonalardan aparılmışdır. Bu zonaların ya suya doymuş olduğu məlumdur, ya da Dean-Stark analizindən Sw dəyərlərindən istifadə olunur. Hesablamaların nəticələri təqdim olunur Şəkil 7-8.



Şəkil 7-8. (a) və (b) Şoran kimyasından duzluluğun müvafiq olaraq PNC və müqavimət qeydlərindən təxmin edilən duzluluq ilə müqayisəsi. (c) və (d) Müqayisə üçün tezlik qrafikləri.

Hesablamaların nəticələri göstərir ki, Arçi ölçülmüş duzluluq dəyərləri ilə daha yaxşı uyğunluq verir, lakin yenə də uyğunsuzluq böyükdür. PNC karotajı duzluluğu normadan çox yüksək qiymətləndirir.

8. Formasiya 8

Formation 8 lay lay duzluluğu sulu zona olduğundan ayrıca təhlil edilmişdir və hesab olunur ki, son dərəcə yüksək lay təzyiqləri səbəbindən bu təbəqəyə maye miqrasiyası baş verməmişdir. Formalaşma geri çəkilməmişdir. Əgər şoranlığın dəyişməsinin miqrasiya prosesləri ilə bağlı

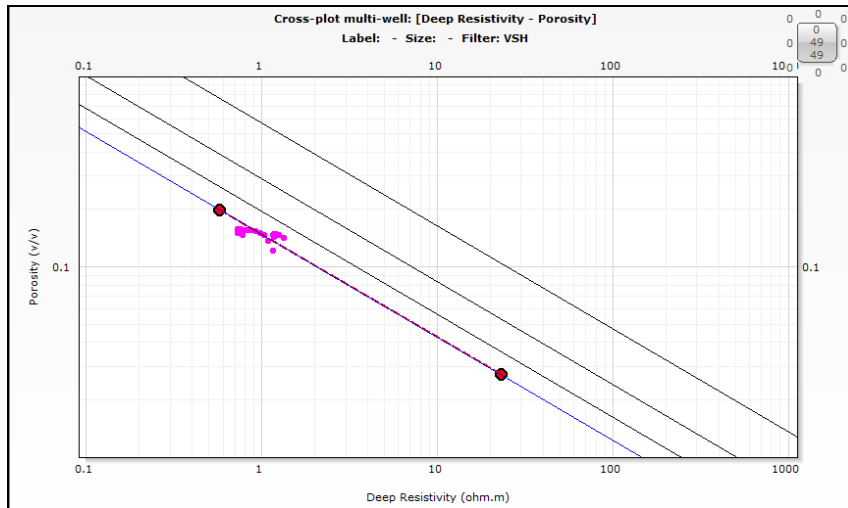
olduğunu və ilkin olaraq geoloji zaman şkalasında qazın miqrasiyasına qədər lay suyunun şoranlığının paylanması lay daxilində kifayət qədər homogen olduğunu nəzərə alsaq, Formation 8 lay suları hər yerdə kifayət qədər şoran olmalıdır. Formation 8 formasiyasının təhlilində əsas motivasiya bu fərziyyəni yoxlamaq idi.

Arçi tənliyindən istifadə edərək və $S_w = 1$ fərz etməklə, şistdən azad zonalar üçün suyun duzluluğu hesablanır (Picket plot yanaşması). Əsas fərziyyələrdən biri də odur ki, müqavimətin ölçülməsinə Formation 8 təbəqəsində gil təsir edir. $M = 1.9$.

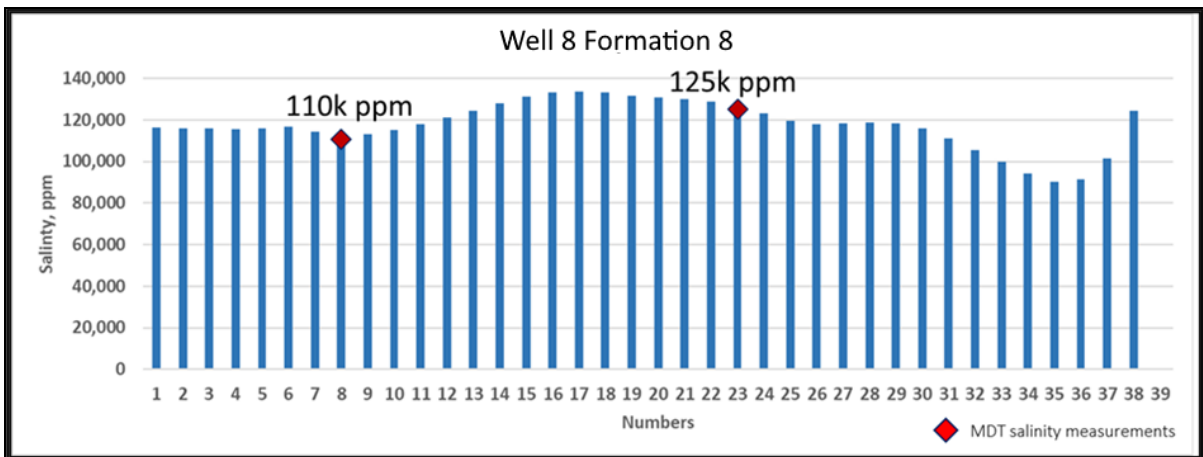
$$S_w = \left(\frac{R_w}{R_{deep} * \varphi^m} \right)^{\frac{1}{n}} \quad \text{Tənlik 8-1}$$

$$S_w = 1 \rightarrow R_w = R_{deep} * \varphi^m \quad \text{Tənlik 8-2}$$

Şoranlıq dəyərlərinin ölçüldüyü Well 8 quyusundan iki ölçülmüş MDT (Modular Dynamic Tester) nümunəsi əldə edilmişdir. Onlar yüksəkdir, 110 kppm və 125 kppm. Picket plotu üzrə hesablanmış duzluluq dəyərləri 90 – 133 kppm arasında dəyişir (Şəkil 8-1)



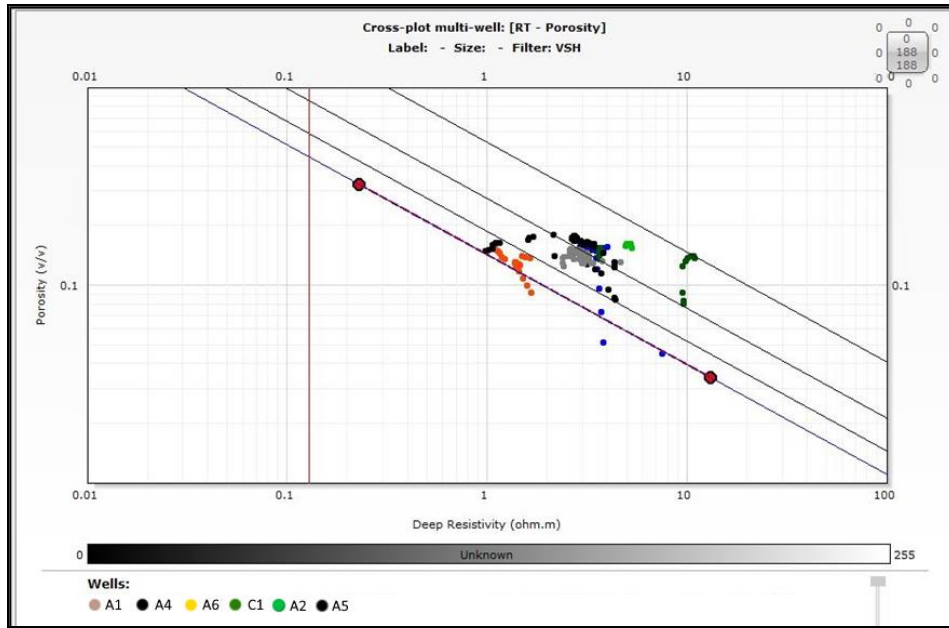
Şəkil 8-1. Well 8 quyusu üçün Picket plotu.



Şəkil 8-2. Formation 8 laydan 2 ölçülmüş duzluluq dəyəri ilə Picket plotu üzrə hesablanmış duzluluq dəyərləri.

Şəkil 8-2-dan da görüldüyü kimi, təxmin edilən duzluluq dəyərləri ölçülmüş duzluluq

dəyərlərinin diapazonundadır. Bu səbəbdən, verilən texnikanın validasiya nöqtələri verilmədiyi bütün quyulara tətbiq edilməsi qərara alınmışdır.



Şəkil 8-3. Yatağın R_w təyin edilməsi üçün Piket plotu.

Hesablanmış R_w və müvafiq duzluluq dəyərləri 20 kppm-dən 130 kppm-ə qədər çox geniş diapazona malikdir. Formation 8 formasiyası üçün hesablanmış duzluluq qiymətlərindəki bu cür dəyişikliyi nə struktur yerləşmə, nə də dərinlik dəyişməsi ilə izah etmək olar.

Beləliklə, verilən nəticələrə əsasən bir neçə nəticə çıxarmaq olar. Birincisi, duzluluğun dəyişməsi neft-qaz miqrasiyasından əvvəl bir layda mövcud idi. İkincisi, ölçülmüş lay duzluluğunun dəyərləri çökmə prosesinin nəticəsidir və heç bir kimyəvi diagenoz və ya miqrasiya prosesləri sahə daxilində duzluluğu əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməmişdir.

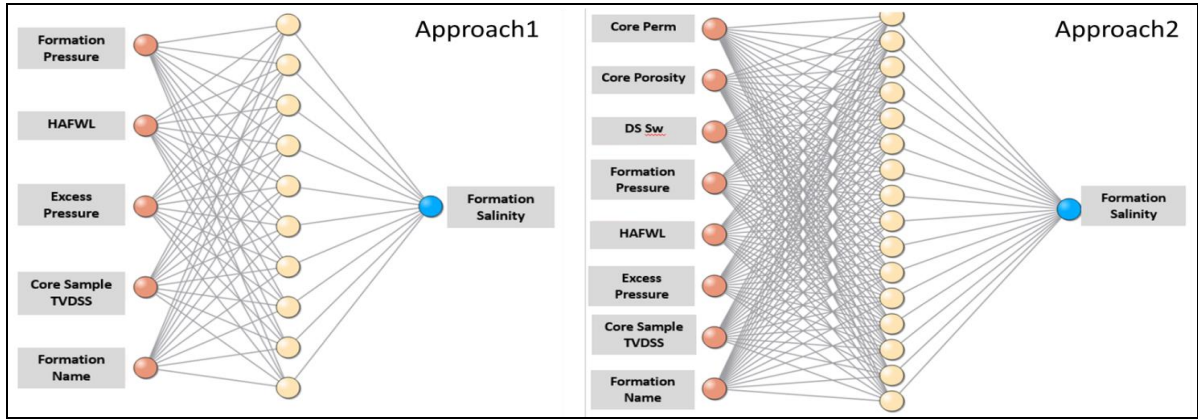
Maşın Öyrənməsindən istifadə edərək lay suyunun duzluluğunun proqnozlaşdırılması

Giriş parametrlərinin seçilməsi həll olunan problemin əsas anlayışına və tədqiq olunan verilənlər bazasında hər hansı potensial korrelyasiya barədə əvvəlcədən biliyə əsaslanır. İlk mövcud verilənlər toplusu treyninq, doğrulama və test alt verilənlər bazasına bölünür. Treyninq mərhələsinin hər iterasiyası zamanı seçilmiş giriş parametrləri seçilmiş maşın öyrənmə modelinə daxil edilir, hesablamalar aparılır və proqnozlaşdırılan çıxış daha sonra girişlərin cari birləşməsinə uyğun gələn həqiqi çıxış dəyəri ilə müqayisə edilir. Konsepsiyanın öyrənilməsinin sübutu üçün 8 ilkin giriş parametri seçilmişdir. Girişlər 4 əsas qrupda qruplaşdırıla bilər: 1) süxur xassəsinin göstəriciləri (əsas məsaməlilik, əsas keçiricilik); 2) dərinlik göstəriciləri; 3) təzyiq fenomeninin göstəriciləri (əsas nümunənin formalaşması və artıq təzyiq); 4) İD qrupu (əsas nümunənin formalaşması, əsas nümunə ayağı – qaz/sulu təbəqə). Bütün 8 giriş sütunundan və tək lay suyunun duzluluq sütunundan ibarət strukturlaşdırılmış məlumat toplusu yaradılmışdır.

Proqnoz modelinin inkişafı

Bir neçə platforma (Python əsaslı kitabxanalar, DataRobot, Techlog Kmod) konsepsiyanın öyrənilməsinin sübutu keçdikdən sonra əsas proqnoz modelinin inkişafı üçün qiymətləndirilmişdir. Bu mərhələdə nəzərə alınan əsas meyarlar ML platformasının mövcudluğu, treyninqin sadəliyi, yoxlama və sınaq prosesləri və seçiləcək platformanın

tanışlığı idi. Techlog Kmod seçimi yuxarıda qeyd olunan bütün meyarları yoxladığı üçün irəliyə doğru bir yol kimi seçildi. Üstəlik, Techlog əsas məlumat bazası kimi istifadə olunur. Müəyyən edilmiş verilənlər bazası (giriş və çıxışdan ibarət) keyfiyyət nəzərindən (QC) keçirilmiş, kənar göstəricilərdən, eləcə də hər hansı anomal ölçmələrdən təmizlənmişdir (son dərəcə aşağı və ya yüksək nüvə məsaməliliyi və keçiricilik dəyərləri; hər bir quyu üçün iki standart kənarlaşma zərfindən kənarında yerləşən duzluluq dəyərləri, duzluluq nöqtələri) yaxşı verilənlər bazasında görünən aşkar tendensiyaların pozulması və s.) treyninq prosesinə əhəmiyyətli təsir göstərə bilər. QC mərhələsindən sonra qalan verilənlər bazası qarışdırıldı və 2-yə bölündü: treyninq dəsti (2/3) və kor test dəsti (1/3).

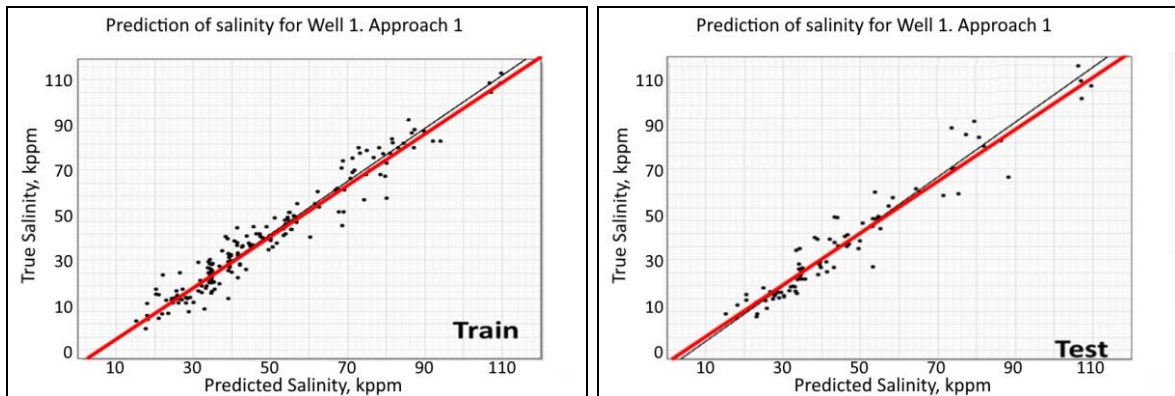


Şəkil8-4. 1 və 2-ci yanaşmalar üçün istifadə edilən müvafiq girişlərlə ANN arxitekturası

ML modelinin inkişafı üçün istifadə olunan verilənlər bazası ölçüsünün əhəmiyyətini nəzərə alaraq, iki yanaşma (Şəkil8-4) təstiq olunmuşdur: 1) Süxur keyfiyyəti məlumatları olmadan duzluluq məlumatların proqnozlaşdırılması; 2) Süxur keyfiyyəti məlumatlarından istifadə edərək duzluluq məlumatların proqnozlaşdırılması. Şoranlıq məlumatlarının süxur keyfiyyəti məlumatları ilə (əsas məsaməlilik və keçiricilik) dərinlikdə uyğunlaşdırılması daha kiçik məlumat toplusunun ölçüsü ilə nəticələnir, çünki bütün uyğunlaşdırılmış duzluluq və süxur keyfiyyəti kombinasiyası tətbiq edilən uyğun tolerantlıq meyarını keçmir.

Lay sularının duzluluğunun proqnozlaşdırılması üçün Maşın öyrənmənin tətbiqi

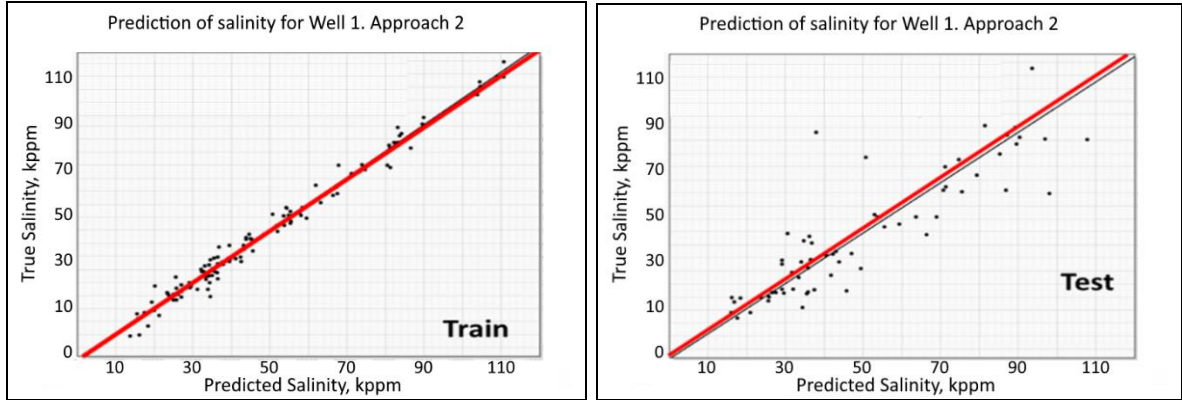
Şəkil8-4 -da təsvir edilən bütün Yanaşma 1 şəbəkələrinin proqnoz performansını Şəkil 8-6 verilir. Bütün giriş qovşaqları aktiv olduqda (Yanaşma 1), həm treyninq, həm də kor test, qırmızı birlik xəttindən məqbul bir sapma ilə həqiqi və proqnozlaşdırılan duzluluq dəyərləri arasında yaxşı korrelyasiya nümayiş etdirir. Qeyd etmək vacibdir ki, şəbəkə proqnozlarının dəqiqliyi bütün duzluluq diapazonunda qorunur. Bu müşahidə əminlik verir ki, yuxarı diapazona uyğun gələn nisbətən az miqdarda duzluluq nöqtələri modeli kifayət qədər dəqiq öyrətmək üçün kifayət idi ki, o, kor test məlumat dəstindən yüksək duzluluq dəyərlərini proqnozlaşdırarsın.



Şəkil 8-5. 1-ci yanaşmaya uyğun aparılmış treyninq və test nəticələri

Dəyişən daxilolmaların həssaslıq təhlili iki əsas nəticə ilə nəticələndi: 1) Duzluluğun dəyişməsi bir parametrlə təmsil oluna bilməz və çoxsaylı fenomenlərlə idarə olunur. 2) Şəbəkə giriş parametrlərindəki dəyişikliklərə düzgün reaksiya verir və sadəcə verilmiş məlumatlara uyğun gəlmir. Beləliklə, tətbiq olunan metodologiya duzluluğun dəyişməsinə təsir edən gizli nəzarətləri və fiziki prosesləri seçə bilir.

Bütün Yanaşma 2-nin proqnoz göstəriciləri Şəkil 8-6 verilmişdir. 1-ci yanaşma ilə müqayisədə, şəbəkənin inkişafı verilən bazasına süxur keyfiyyəti məlumatlarının əlavə edilməsi treyninq prosesini nəzərəcarpacaq dərəcədə yaxşılaşdırır, buna baxmayaraq, kor test verilən bazasında şəbəkə performansını zəifləyir.

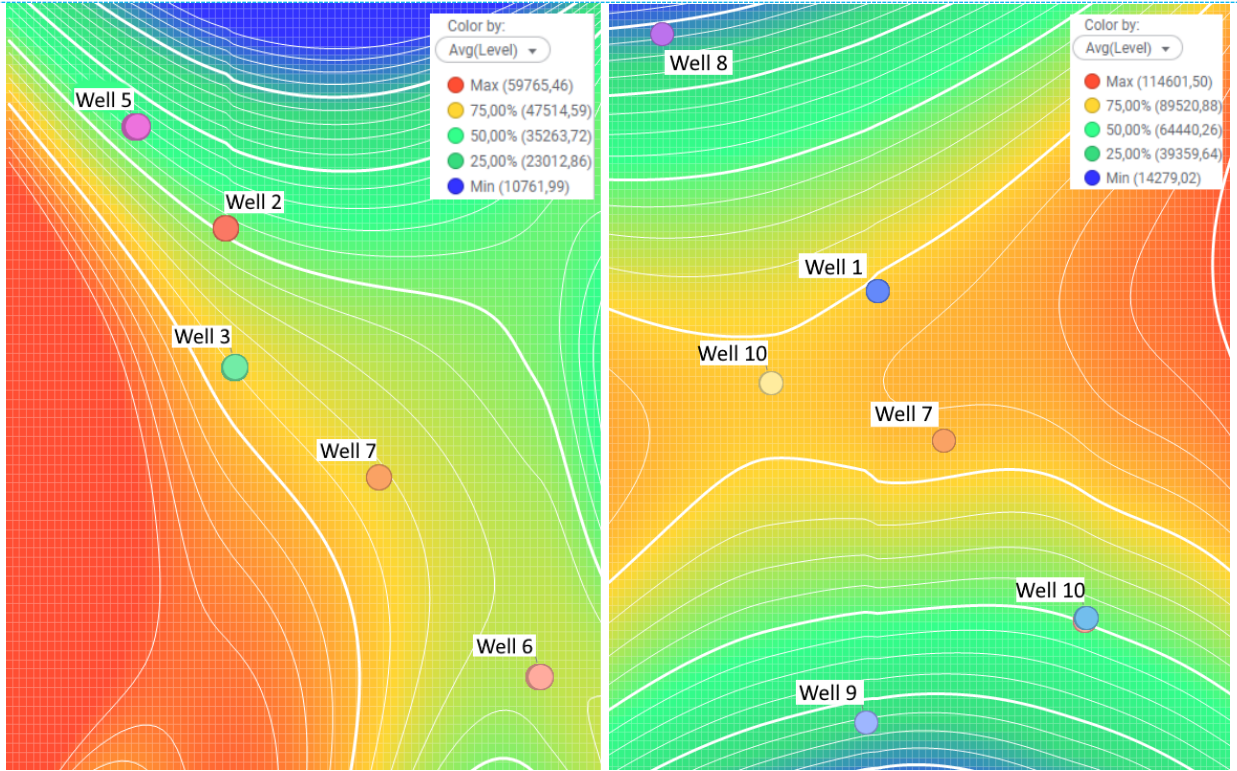


Şəkil 8-6. 2-ci yanaşmaya uyğun aparılmış treyninq və test nəticələri

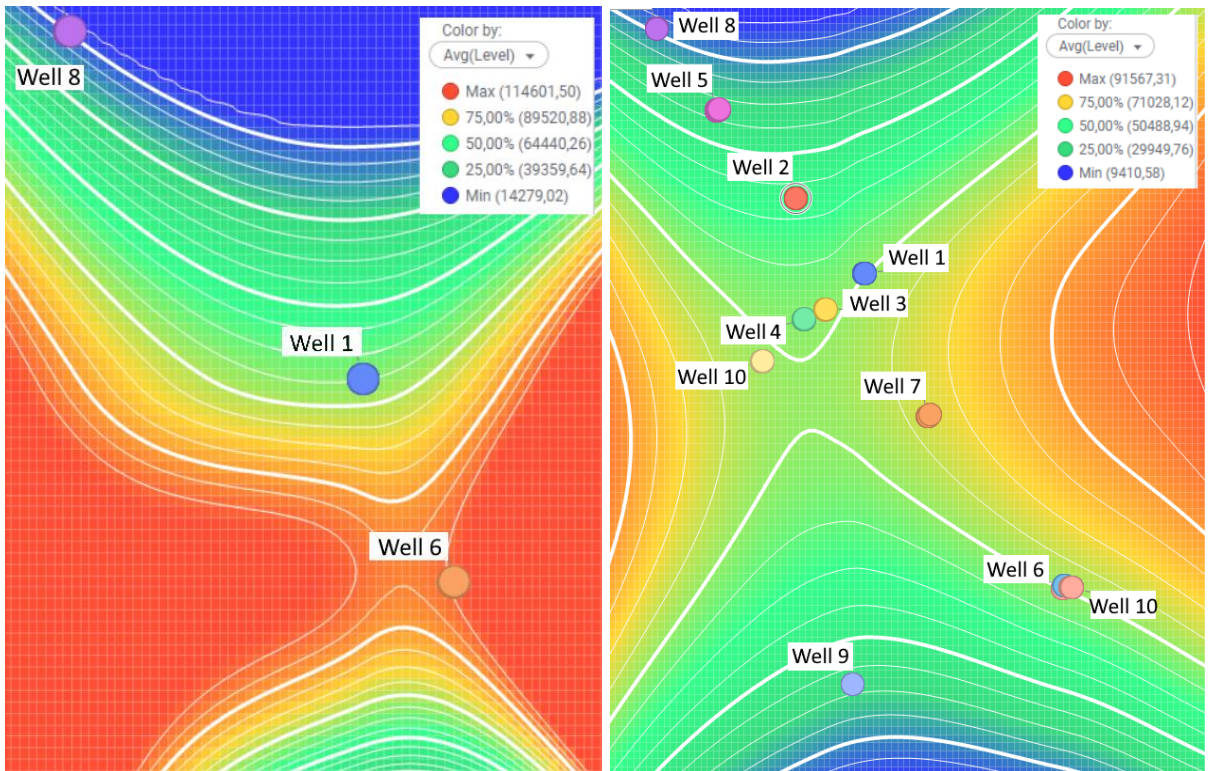
Qırmızı birlik xəttindən səpilmə daha genişdir. Buna bir neçə səbəb səbəb ola bilər: 1) şəbəkə treyninqi üçün mövcud olan ümumi məlumat nümunəsinin azalması; 2) hər bir süxurun keyfiyyətinin ölçülməsi daxilində olan qeyri-müəyyənlik (əsas məsələlilik, nüvənin keçiriciliyi, əsas su ilə doyma); 3) əsas duzluluq və süxur keyfiyyəti verilən bazası arasında ideal dərinliyə uyğun proseslər; 4) yuxarıda göstərilən səbəblərin birləşməsi. Şəbəkənin inkişafı zamanı müəyyən giriş parametrlərinin atıldığı 2-ci yanaşma üçün 1-ci yanaşmaya bənzər həssaslıq yoxlamaları aparıldı. Bu həssaslıq təhlilindən əldə edilən əsas nəticələr aşağıda verilmişdir: 1) 1-ci yanaşma zamanı aparılan müşahidələrə oxşar olaraq, lay təzyiqinin, süxur nümunələrinin dərinlikləri giriş məlumatlarının deaktiv edilməsi şəbəkənin proqnozlaşdırılması performansına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərmir (Yanaşma 2). 2) Giriş məlumatlarını daxil edib çıxartmaqla aşağıdakı nəticəyə gəlmək olar: Dean-Stark metodu ilə alınmış su doymamluğu parametri və süxurun məsələlilik ölçüləri duzluluğun proqnozlaşdırılmasına ən çox təsir edən parametrlərdir.

9. Duzluluğun paylanması xəritələri

Yuxarıda qeyd olunan analizlərin nəticəsində lateral xəritələr hazırlanıb. Məlumat nöqtələri 3 və daha çox quyudan olan geoloji laylarda duzluluğun paylanması məqsədəuyğun sayılıb. Duzluluq məlumatlarının vertikal paylanması maşın öyrənilmə alqoritmlərdən istifadə edilərək hesablanıb. Lateral paylanma məntiqi vertikal paylanmanı hər geoloji laya görə ayrıca nəzərə alıb, geoloji strukturun dərinliyini və məsələlərin içində suyun duzluluğunu “moving averaging” və “Kriging” metodların tətbiqindən ibarətdir. Nəticədə alınan paylanma xəritələri Şəkil 9-1 və Şəkil 9-2-də təsvir olunub.



Şəkil 9-1. Duzluluğun formasiya daxilində lateral paylanması. Sol - Formasiya №2, Sağ - Formasiya №6



Şəkil 9-2. Duzluluğun formasiya daxilində lateral paylanması. Sol - Formasiya №4, Sağ - Bütün formasiyalar

Xəritələrdə karbohidrogen yatağının geoloji quruluşun əksi üzrə məsamə sularının duzluluğunun paylanma qanunauyğunluqlarını göstərən bir tendensiya var. Belə tendensiyanın əsas səbəbi antiklinal struktur boyunca qaz-neft və neft-su təmas zonalarının paylanması ilə bağlıdır.

Nəticədə alınan xəritələrin istifadəsi gələcəkdə qazılan quyularda ortalama duzluluq əmsalını əvvəlcədən nəzərə alıb, müqavimət karotajının interpretasiya prosesində hər formasiyanın

	duzluluğuna uyğun korreksiya əmsalını hesablayıb, layların su ilə doyumluluğunu təyin etmək olar. Bundan əlavə, həmin metodologiya yatağın neft-qaz ehtiyatının qiymətləndirilməsini və hasilatın dərəcəsini daha dəqiq proqnozlaşdırılmasını mümkün edir.
2	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)</p> <p>100% - <i>Mövcud bütün su kimyasına aid məlumatlarının toplanması və standartlaşdırılması.</i></p> <p>100% - <i>Yığılmış məlumatların keyfiyyət yoxlanışının aparılması və detallı analizi. Məlumat analizlərinin aparılması bütün layihə üzrə baş verəcək və yeniləcək.</i></p> <p>100% - <i>Müxtəlif növ duzluluq ölçmə metodlarından alınmış nəticələrin müqayisəsi və uyğunlaşdırılması.</i></p> <p>100% - <i>Vahid su kimyası məlumatlar bazasının yaradılması.</i></p> <p>100% - Santrifüj üsulu ilə əldə olunmuş qalıq lay sularının və istismar zamanı neft və qaz ilə birgə hasil olunan lay suların öyrənilməsi.</p> <p>100% - İzotop analizləri.</p> <p>100% - Laboratoriya analizlərinin inteqrasiyası.</p> <p>100% - Çökmə və həll olma proseslərinin təsiri</p> <p>100% - Litoloji təsirin təhlili</p> <ul style="list-style-type: none"> • mineralogiya • suxur dənəciklərinin diagenezi <p>100% - İmpuls neytron karotaj metodu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duzluluq ölçmələrin metodların fərqləri • Geoloji parametrlərdən asılılığı • Doyumluluğun hesablanması <p>100% - Duzluluq ölçmələrindəki fərqlərin və geoloji dəyişikliyin uzlaşdırılması.</p> <p>100% - Lay sularında mövcud duzluluq qeyri-müəyyənliyin riyazi qiymətləndirilməsi (kəmiyyət şəkilində qiymətləndirilməsi).</p> <p>100% - CXH-nin hər bir məhsuldar layı üçün lay suları duzluluğun dəyişmə xəritələrinin hazırlanması.</p>
3	<p>Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərməlidir)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mövzuya aid ilkin və aktual məqalələrin araşdırılması nəticəsində məlumat analizləri üçün metodlar təyin olunub • İlkin analiz nəticələri Cənubi Xəzər hövzəsində müxtəlif geoloji formasiyalarda duzluluğun dəyişiklik dərəcəsi çox yüksək olduğunu göstərir 15 000 ppm – 120 000 ppm • Ən çox duzluluğa malik olan Formation 8-də Ca miqdarı aşağı, SO₄ miqdarı isə nisbətən yüksəkdir. Ədəbiyyata əsaslanaraq, Xəzər dənizinin suyunun buxarlanması zamanı gipsin şistlərdə ilkin çökməsi nəticəsində yüksək (SO₄-) konsentrasiyası nəticəsində baş verə bilərdi ki, bu da sonradan şist suyunda həll edildi və şistlərdən bitişik qumlara sıxıldı. • Mövcud lay sularının duzluluq məlumatlarının bazasının yaradılması • Formation 6, Formation 8 və Formation 4 formasiyaları üçün lay suyunun duzluluğunun artması ilə Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ izotop nisbətində artması tendensiyası müşahidə edilmişdir • Ultra Dispers Dənəciklərinin (UDP) mövcudluğu ionları bloklaya bilər və buna görə də

birbaşa Müqavimət metodu ilə duzluluq (Rw) ölçmələrində şoranlığın düzgün qiymətləndirilməməsinə səbəb ola bilər. Beləliklə, lay sularında UDP konsentrasiyasını ölçmək məsləhətdir.

- Brine Chemistry metodu lay sularının duzluluğunu ölçmək üçün daha təhlükəsiz və tövsiyyə olunan metoddur
- Qeyd olunmuş minerallar üçün həllolma qabiliyyətinin dəyişməsi əhəmiyyətsizdir, temperatur dəyişikliyinə görə heç bir əsas həll gözlənilməməlidir və duzluluğun dəyişməsi mineralın həlli ilə bağlı deyil.
- XRD mineralogiya nəticələrinin təhlili duzluluğun paylanması ilə əlaqəni aşkar etmir. Fərziyyələrdən biri xüsusi gil minerallarının mövcudluğunun suyun duzluluğunu əvəz edə biləcəyini və ya duzluluğun gil miqdarından təsirlənə biləcəyini yoxlamaq idi. Bununla belə, mövcud XRD mineralogiyası və duzluluq məlumatlarının təhlili dərinliyə uyğunlaşdırıla bilən hər hansı bir əlaqəni göstərmədi.
- Maraqlı bir müşahidə sulu təbəqə zonasında artan xloritin anomaliyasıdır, hansı ki artan temperatur və ona məxsus diagenoz prosesinə bağlı ola bilər
- Yatağın duzluluq dəyişikliyinə qiymətləndirmək üçün impulsu neytron və müqavimət karotajları birlikdə tətbiq edilmişdir.
- Lay suyunun duzluluğunun müəyyən edilməsi üçün impulsu neytron karotajları, neytron və müqavimət karotajların kombinasiyası hədəf yataqda tətbiq oluna bilməz
- Tam su ilə doymuş aşırı təzyiqli Formation 8 formasında müqavimətdən geriye hesablanmış duzluluq qiymətlərində variasiya müşahidə olunur.
- Müqavimət karotajlarının lay duzluluğunun geri hesablanması (hər bir təbəqə üçün müvafiq m və n dəyərləri ilə) ölçülmüş duzluluq qiymətləri ilə daha dəqiq uyğunlaşma ilə nəticələnir.
- Maşın Öyrənilmə metodu tətbiq olundu və nəticədə alınmış proqnozlaşdırmada lay təzyiqinin və süxur nümunələrinin dərinlikləri böyük əhəmiyyət göstərmədiyini müşahidə olunur. Ən çox təsir göstərən isə Dean-Stark metodu ilə alınmış su doymumluluğu parametri və süxurun məsaməlililik ölçüləridir.
- Müqavimət karotajınının interpretasiya prosesində layların su ilə doymumluluğunu daha dəqiq təyini üçün lay sularının duzluluq xəritələri hazırlandı.

4	Layihə üzrə elmi nəşrlər (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) <i>(surətlərini kağız üzərində və CD şəklində əlavə etməli!)</i>
5	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər -
6	Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir) -
7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa) -
8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak -
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

	-
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
	-
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr
	<i>Vüqar Bayramov – SOCAR Upstream – məlumat bazasının yığılmasında və analizində mentorluq və dəstək</i> <i>Əlibala Əliyev – BDU “ICRL” – kimyəvi analizlərinin aparılmasında və analizində mentorluq və dəstək</i>
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr
	-
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)
	-
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
	-
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
	-
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)
	-

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Orxan Namiq oğlu

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il