





دانشگاه شهید چمران اهواز  
دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی  
گرایش نفت

عنوان :

بررسی شیل‌های مشکل ساز سازندهای پابده و گورپی با استفاده از روش‌های  
XRD، XRF و NGS در میدان نفتی کارون و ارائه گل بهینه حفاری

استاد راهنما :

پروفسور بهمن سلیمانی

نگارنده :

جواد زبیدی

شهریور ماه سال ۱۳۹۳

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات و مروری بر تحقیقات گذشته
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- رس (clay) و کانی‌های رسی
۴	۳-۱- شیل (shale)
۶	۴-۱- اهمیت مطالعه کانی‌های رسی و شیل‌ها در میادین نفتی
۶	الف- اکتشاف
۶	ب- حفاری
۷	ج- مخزن و تولید از آن
۷	۵-۱- موقعیت جغرافیایی، زمین‌شناسی و ساختمانی منطقه مورد مطالعه
۱۰	۱-۵-۱- خصوصیات پتروفیزیکی
۱۰	۶-۱- اهداف مطالعه
۱۱	۷-۱- روش‌های مطالعه
۱۱	- جمع‌آوری اطلاعات
۱۱	- استفاده از نرم‌افزارهای مختلف
۱۲	الف) نمودار الکتریکی (Natural Gamma-ray Spectrometry) NGS
۱۲	ب) روش XRD
۱۳	ج) آنالیز ژئوشیمیایی
۱۳	۸-۱- پیشینه تحقیق
	فصل دوم: زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه
۱۷	۱-۲- مقدمه
۱۸	۲-۲- زمین‌شناسی حوضه رسوبی زاگرس
۱۹	۲-۲-۱- زون تراستی یا زاگرس مرتفع
۱۹	۲-۲-۲- زاگرس چین‌خورده
۲۱	۲-۲-۳- فروافتادگی دزفول
۲۳	۳-۲- چین‌شناسی حوضه رسوبی زاگرس

۲۳	۱-۳-۲- سیستم کرتاسه در زاگرس
۲۵	۱-۱-۳-۲- سازند گورپی
۲۶	۲-۱-۳-۲- بخش آهکی امام حسن
۲۶	۳-۱-۳-۲- بخش آهکی سیمره
۲۶	۴-۱-۳-۲- بخش آهکی منصوری
۲۷	۲-۳-۲- ترشیری در زاگرس
۲۸	- سازند پابده
۲۸	-برش نمونه سازند پابده
۲۹	-حدود پایینی و بالایی
۳۰	الف) فاز تکتونیکی لارامین
۳۰	ب) فاز تکتونیکی پیرنین
۳۱	ج-بخش شیل ارغوانی
۳۱	ح-بخش آهک چرتی
۳۱	خ-گسترش جغرافیایی سازند پابده
	فصل سوم: روش‌های مورد استفاده
۳۴	۱-۳-۱-مقدمه
۳۵	۲-۳-۲-نحوه انتخاب چاه‌ها
۳۶	۳-۳-۳-تعریف لاگ و تاریخچه آن
۳۸	۱-۳-۳-۱- نمودار طیف‌نگار پرتو گاما یا نمودار NGS
۳۹	۱-۱-۳-۳-۱- موارد کاربرد نمودار NGS
۳۹	۱-۱-۳-۳-۱- شناسایی کانی‌های رسی
۳۹	الف) ایلیت
۳۹	ب) کائولینیت
۴۰	ج) مونت موریلونیت
۴۱	د) کلریت
۴۲	۲-۱-۳-۳-۱- تعیین لیتولوژی
۴۴	۳-۱-۳-۳-۱- تعیین ناپیوستگی

- ۴۴ ۳-۳-۱-۱-۴- تعیین شکستگی و استیلولیت
- ۴۴ ۳-۳-۱-۱-۵- تطابق چینه‌ای چاه‌ها با یکدیگر
- ۴۴ ۳-۳-۱-۱-۶- تشخیص سیالات جابجا شونده
- ۴۵ ۳-۳-۱-۱-۷- شناسایی پتانسیل‌های هیدروکربوری
- ۴۵ ۳-۳-۱-۱-۸- تعیین رخساره‌های ژئوشیمیایی (Geochemical facies)
- ۴۵ ۳-۳-۲- نمودار پرتو گاما
- ۴۶ ۳-۳-۳- نمودار فتوالکتریک فاکتور
- ۴۸ ۳-۳-۴- نگاره ترسیمی سرچاهی (Graphic Well Logs)
- ۴۸ ۳-۳-۵- وضعیت سنگ‌شناسی لایه‌ها
- ۴۹ ۳-۴-۴- روش XRD
- ۴۹ ۳-۴-۱- پراش پرتو ایکس
- ۵۱ ۳-۴-۲- روش کار
- ۵۱ - شستشوی نمونه‌ها
- ۵۲ - جدایش ذرات رس
- ۵۳ - تهیه اسلاید جهت‌دار
- ۵۳ - تیمار اتیلن گلیکول
- ۵۴ - تیمار حرارتی
- ۵۵ ۳-۴-۳- روش کار با دستگاه دیفراکتومتر (پراش سنج)
- ۵۶ ۳-۴-۴- آنالیز کیفی و کمی منحنی‌های XRD
- ۵۶ الف) آنالیز کیفی (Qualitative Analysis)
- ۵۷ ب) آنالیز کمی (Quantitative Analysis)
- ۵۸ ۳-۵- روش XRF
- ۵۸ ۳-۵-۱- مقدمه
- ۵۸ ۳-۵-۲- آنالیز شیمیایی به روش XRF (X-Ray Fluorescence)
- فصل چهارم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات
- ۶۲ ۴-۱- بررسی کانی‌های رسی
- ۶۲ ۴-۲- توصیف سنگ‌شناسی سازنده پابده و گورپی در میدان مورد مطالعه

۶۴	۳-۴-نتایج بررسی کانی‌های رسی
۶۴	۱-۳-۴- روش نمودار NGS
۶۴	شناسایی کانی‌ها و تفسیر نتایج بدست آمده
۶۴	- ایلیت
۶۵	- مونتموریلونیت
۶۵	- گلوکونیت
۶۷	۲-۳-۴- روش XRD
۶۸	- نتیجه‌گیری
۶۹	۴-۴- آنالیز ژئوشیمیایی
۶۹	۱-۴-۴- اهمیت مطالعه ژئوشیمیای شیل‌ها
۷۰	۲-۴-۴- پارامترهای ژئوشیمیایی ناحیه مورد مطالعه
۷۵	۳-۴-۴- انطباق ترکیب شیمیایی شیل و فراوانی غالب کانی رسی و محیط رسوبی
۷۵	۱-۳-۴-۴- کانی‌های غالب رسی در نمونه‌ها بر اساس آنالیز شیمیایی
۷۸	۲-۳-۴-۴- شرایط محیط رسوبی
۷۹	۵-۴- نتیجه‌گیری
۸۱	۶-۴- پیشنهادات
۸۲	منابع
۹۱	ضمیمه

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۵	جدول ۱-۱- فراوانی متوسط اجزای مختلف در یک نمونه شیل (قجری و همکاران، ۱۳۹۰)
۴۰	جدول ۱-۳- ویژگی‌های چاه‌پیمائی کانی ایلیت (Schlumberger, 1988)
۴۱	جدول ۲-۳- ویژگی‌های چاه‌پیمائی کانی کائولینیت (Schlumberger, 1988)
۴۱	جدول ۳-۳- ویژگی‌های چاه‌پیمائی کانی مونت‌موریلونیت (Schlumberger, 1988)
۵۴	جدول ۳-۴- تغییرات کانی‌های رسی در اثر تیمارهای مختلف (Carroll, 1970)
۵۷	جدول ۳-۵- داده‌های مورد نیاز جهت شناسائی کانی‌های رسی
۶۰	جدول ۳-۶- داده‌های ژئوشیمیایی حاصل از نمونه‌های مورد مطالعه
۶۲	جدول ۴-۱- انواع شیل‌های مشکل‌ساز و سیال حفاری پیشنهادی (Mondshine & Kercheville, 1996)
۶۴	جدول ۴-۲- نتایج شناسایی کانی‌های رسی حاصل از نمودار NGS در چاه‌های مورد مطالعه
۶۷	جدول ۴-۳- نتایج شناسایی کانی‌های رسی و فراوانی نسبی آن‌ها با روش XRD
۷۶	جدول ۴-۴- مقادیر عناصر اصلی در نمونه‌های مورد مطالعه
۷۷	جدول ۴-۵- مقادیر متوسط عناصر اصلی در کانی‌های رسی (داده‌ها از Weaver, and Pollard, 1975)
۷۸	جدول ۴-۶- میانگین غلظت (بر حسب ppm) اندیکاتورهای احیاء در شیل‌ها (Quinby-Hunt & Wilde, 1996)

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱-۱- نمایی از سازند شیلی پابده ( <a href="http://www.shana.ir">www.shana.ir</a> )
	شکل ۱-۲- نقشه موقعیت جغرافیایی میدان کارون
۸	( <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iran_oil_reserves_map.png">commons.wikimedia.org/wiki/File:Iran_oil_reserves_map.png</a> )
	شکل ۱-۳- نقشه خطوط همتراز زیرزمینی میدان کارون (شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، گزارش شماره پ-۷۸۵۳)
۹	
۲۱	شکل ۱-۲- پهنه های رسوبی- ساختار عمده ایران ( <a href="http://www.gsi.ir">www.gsi.ir</a> )
	شکل ۲-۲- موقعیت فروافتادگی دزفول و میدان مورد مطالعه در کمربند چین خورده زاگرس (Bordenave & Hegre, 2005)
۲۲	
	شکل ۲-۳- موقعیت سازندهای پابده و گورپی در ستون چینه‌شناسی و تغییرات جانبی سازندها در حوزه زاگرس ( <a href="http://www.nioc.ir">www.nioc.ir</a> )
۳۲	
۴۳	شکل ۱-۳- تعیین لیتولوژی به کمک دیاگرام مثلثی (Schlumberger, 1988)
۴۵	شکل ۲-۳- ارتباط اورانیم و کربن در سنگ‌های رسوبی (Serra, 1984)
	شکل ۳-۳- نمونه‌ای از نمودار NGS در چاه شماره ۵ میدان کارون (شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب)
۴۷	
۴۹	شکل ۳-۴- کراس پلات PEF – Th/K (Schlumberger, 1984)
۴۹	شکل ۳-۵- کراس پلات توریم- پتاسیم (Schlumberger, 1984)
۵۰	شکل ۳-۶- شکل شماتیکی نحوه عملکرد دستگاه پراش سنج (Lindholm, 1987)
۵۵	شکل ۳-۷- تصویر دستگاه دیفراکتومتر مورد استفاده در مطالعه حاضر، مدل PW-1840
	شکل ۳-۸- نمایی از دستگاه XRF مدل Panalytical Epsilon 5 (اقتباس از <a href="http://search.babylon.com">http://search.babylon.com</a> )
۵۹	
۵۹	شکل ۳-۹- طرح برانگیختگی اتم و تولید اشعه X ( <a href="http://www.oxford-instruments.com">http://www.oxford-instruments.com</a> )
۷۲	شکل ۴-۱- نمودار تغییرات عناصر اصلی نسبت به $Al_2O_3$ در نمونه‌های مورد مطالعه
۷۳	شکل ۴-۲- نمودار تغییرات عناصر کمیاب نسبت به $Al_2O_3$ در نمونه‌های مورد مطالعه



- شکل ۴-۳- ادامه شکل ۲-۴ ۷۴
- شکل ضمیمه-۱- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۵ کارون عمق ۴۲۷۰ متر ۹۳
- شکل ضمیمه-۲- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۵ کارون عمق ۴۲۱۰ متر ۹۴
- شکل ضمیمه-۳- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۵ کارون عمق ۴۱۶۶ متر ۹۵
- شکل ضمیمه-۴- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۵ کارون عمق ۳۹۲۰ متر ۹۶
- شکل ضمیمه-۵- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۲ کارون عمق ۳۷۱۰ متر ۹۷
- شکل ضمیمه-۶- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۲ کارون عمق ۳۷۴۰ متر ۹۸
- شکل ضمیمه-۷- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۲ کارون عمق ۳۸۰۵ متر ۹۹
- شکل ضمیمه-۸- نمودار XRD کانی‌های رسی مربوط به چاه ۲ کارون عمق ۴۳۰۶ متر ۱۰۰
- شکل ضمیمه-۹- نمودار NGS چاه شماره ۲ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۱
- شکل ضمیمه-۱۰- ادامه نمودار NGS چاه شماره ۲ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۲
- شکل ضمیمه-۱۱- ادامه نمودار NGS چاه شماره ۲ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۳
- شکل ضمیمه-۱۲- ادامه نمودار NGS چاه شماره ۲ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۴
- شکل ضمیمه-۱۳- نمودار NGS چاه شماره ۵ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۵
- شکل ضمیمه-۱۴- ادامه نمودار NGS چاه شماره ۵ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۶
- شکل ضمیمه-۱۵- نمودار NGS چاه شماره ۵ میدان نفتی کارون (اداره زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب) ۱۰۷

## چکیده

نام خانوادگی : زیبایی	نام: جواد	شماره دانشجویی : ۹۱۵۵۵۳۱۸۱۰۵
عنوان پایان نامه : بررسی شیل‌های مشکل‌ساز سازندهای پابده و گورپی با استفاده از روش‌های XRD، XRF و NGS در میدان نفتی کارون و ارانه گل بهینه حفاری		
استاد راهنما : پروفسور بهمن سلیمانی		
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین‌شناسی	گرایش: نفت
دانشگاه : دانشگاه شهید چمران اهواز	دانشکده: علوم زمین	گروه : زمین‌شناسی
تاریخ فارغ التحصیلی : شهریور ماه ۱۳۹۳		تعداد صفحه: ۱۰۷
کلید واژه ها : کانی‌های رسی، روش‌های NGS، XRD و XRF، سازندهای پابده و گورپی		
<p>مشکلات حفاری سازندهای پابده و گورپی در میداین نفتی، لزوم مطالعه و بررسی این دو سازند را با اهمیت می‌سازد. بررسی تغییرات شیمیایی و کانی‌های رسی این دو سازند در میدان کارون واقع در بخش شمالی حوضه فرو افتادگی دزفول هدف اصلی مطالعه کنونی است. شناسایی کانی‌های رسی در این سازندها که عمدتاً شیلی هستند منجر به ارزیابی صحیح و زمینه لازم جهت کنترل مشکلات حفاری در این سازندها خواهد شد. در این مطالعه تعداد ۸ نمونه از دو چاه ۵ و ۲ میدان نفتی کارون با استفاده از روش XRF آنالیز گردید و از نمودارهای چاه‌پیمایی NGS و روش XRD نیز استفاده گردید. نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که در مطالعه نمودار NGS، کانی‌های رسی ایلیت، مخلوط-لایه، و گلاکونیت در سازندهای پابده و گورپی قابل شناسایی است. عدم شناسایی کائولینیت را میتوان به مقادیر جزئی آن، شرایط نامناسب رسوبی و یا تغییر و تبدیلات دیاژنتیکی ارتباط داد. به نظر می‌رسد که بااستثنای کانی ایلیت، نتایج نمودار NGS به واسطه رفتار غیر قابل پیش بینی K و Th در کانی‌های رسی، تقریبی است و نیاز به کالیبراسیون توسط دیگر روش‌ها دارد. در نمودارهای XRD کانی‌های ایلیت، کائولینیت، مخلوط-لایه، مونتموریلونیت و کلریت شناسایی شدند.</p> <p>نمودارهای تغییرات عناصر اصلی نسبت به <math>Al_2O_3</math> نشان داد که عناصر اصلی (بااستثنای <math>SO_3</math>، <math>CaO</math>، <math>Na_2O</math> و <math>P_2O_5</math>) دارای رابطه خطی مستقیمی، ضریب همبستگی (<math>R^2</math>) بالا و ضریب تطابق پیرسون (P) کمتر از ۰/۰۵ (بااستثنای <math>Fe_2O_3</math> و <math>MgO</math>) هستند. عناصر کمیاب نیز روند مثبتی را نشان می‌دهند، ولی عناصر Sr، Zn، Cu، W، As، Co، Mo، و Th علاوه بر نمایش روند منفی دارای ضریب همبستگی پایینی نیز هستند.</p> <p>مقایسه میزان عناصر اصلی و فراوانی کانی‌های رسی نشان داد که نسبت بالای Si/Al و تغییرات Ti غالب بودن ایلیت و فقدان کلی کائولینیت را همراه دارد (بااستثنای نمونه‌های گورپی). بالا بودن مقادیر <math>Fe^{3+}</math> و Mg نیز نشانه حضور گسترده ایلیت، کلریت و نیز مونتموریلونیت در سازند پابده است. بالا بودن مقدار Mg منشا دریایی نمونه‌ها و میزان <math>Fe_2O_3</math> (بالتر از ۰/۴٪) شرایط اکسیدان را در بعضی از نمونه‌ها نشان می‌دهد. بالا بودن میزان Na حضور غالب کانی مخلوط لایه (Illite-Mont) و K حضور کانی ایلیت را نتیجه می‌دهد. تمایز میان نمونه‌های دو چاه مورد مطالعه در نسبت‌های پایین K/Mg و K/Na برای تشکیل مونتموریلونیت و کلریت با منشا دریایی (در چاه شماره ۵) و مقادیر بالای آنها منشا قاره‌ای (در نمونه‌های چاه شماره ۲) را نشان می‌دهد. پارامترهای شیمیایی نیز فراوانی نسبی ایلیت، مونتموریلونیت، کلریت و مخلوط لایه را تایید می‌کند. مقادیر Fe، Mn، V، نشانگر محیط رسوب‌گذاری احیاء با pH متوسط تا کم (گروه ۳) می‌باشد. نسبت Th/U (از ۱ الی ۴) معرف محیط دریایی تا حد واسط است. تغییرات مشاهده شده در میزان کانی‌های رسی شناسایی شده و تغییرات عناصر شیمیایی تغییر در شرایط حوضه رسوب‌گذاری سازگار است.</p> <p>تفاوت پارامترهای شیمیایی در دو چاه می‌تواند به تغییرات شرایط رسوب‌گذاری ناشی از اثرات جانبی گسل‌های محدودکننده میدان نسبت داده شود. با توجه به ترکیب کانی‌های رسی شناسایی شده، نمونه‌های مورد مطالعه در رده «D» قرار می‌گیرند و لذا در حفاری این سازندها، آب شیرین با افزودنی‌های مناسب پیشنهاد می‌گردد.</p>		

## به نام خالق هستی

### تشکر و قدردانی

سپاس خدای را که اول است و چیزی پیش از او نیست و آخر است و پس از او موجودی نیست، برتر است و از او بالاتر چیزی نیست، نزدیک است و از او نزدیک تر نیست.

حال که به لطف ایزد منان نگارش این پایان نامه به پایان رسیده، بر خود واجب می دانم که از تک تک اعضای خانواده مهربانم، که همیشه مشوق و راهنمای من در ارتقای تحصیل و در مسیر زندگی بوده اند، تشکر کنم.

از استاد راهنمای خود جناب آقای دکتر بهمن سلیمانی سپاسگزارم که در تمام مراحل نگارش این پایان نامه، با راهنمایی ها و نظرات ارزشمند خود، مرا در تصحیح مطالب آن یاری رساندند.

از استاد گرامی، جناب آقای دکتر بهرام علیزاده، کمال تشکر و قدردانی را دارم و برای ایشان آرزوی موفقیت و سلامتی می نمایم.

در پایان از تمامی هم کلاسیان و دوستان عزیزم، که مرا در انجام این پایان نامه، یاری نمودند، قدردانی نموده و از درگاه ایزد منان توفیق روزافزون یکایک آنان را خواستارم.

جواد زبیدی

شهریور ماه 1393

فصل اول:

کلیات و مروری بر

تحقیقات گذشته

## 1-1- مقدمه

شیل‌ها سنگ‌های رسوبی آواری دانه‌ریزی هستند که مقادیر متوسط تا بالا از کانی‌های رسی دارند. ویژگی مشخصه شیل‌ها ورقه‌ورقه شدن یا شکسته شدن آن‌ها در امتداد سطح لایه‌بندی است. شیل از سنگ‌شدن رس یا گل همراه با سیلت تشکیل می‌شود.

برخی از عوامل مکانیکی مانند فشار گل حفاری، تنش‌های حرارتی، ضربه‌زدن و مکش به دلیل حرکت رشته حفاری و یا حرکت پلاستیکی شیل‌ها و عوامل شیمیایی مانند هیدراسیون یا دفع آب می‌توانند باعث تغییر شکل و یا تخریب شیل‌ها و در نتیجه ایجاد مشکلات در عملیات حفاری می‌شوند که از آن جمله می‌توان به ناپایداری دیواره چاه، هرزروی گل حفاری، تنگ شدن چاه-گیرکردن رشته حفاری، ریزش دیواره چاه - گشادشدگی چاه، سیمان‌کاری ضعیف، افزایش گشتاور و دراگ در رشته حفاری و .... اشاره کرد. اگر چه با پیشرفت شیوه‌های حفاری به مرور زمان، این مشکلات تا حدودی بهبود حاصل نموده است، ولی همچنان از مسائل عمده صنعت نفت و حفاری محسوب می‌شود و این مشکلات هر ساله به اتلاف زمان و هزینه‌های بسیار زیاد در صنعت حفاری منجر می‌شوند. جهت مقابله با این گونه مشکلات که امروزه از آن‌ها به نام مشکل شیل ( shale problem ) یاد می‌شود، راهکارهای متعددی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به ارائه گل‌های حفاری با ترکیبات مختلف اشاره کرد که تا کنون هیچ یک از ترکیبات نتوانسته‌اند مشکلات مربوط به حفاری در زون‌های شیلی را به طور کامل حل نمایند.

شاخص مهمی که در تعیین ترکیب گل حفاری، باید مورد توجه قرار گیرد ترکیب و ساختار کانی‌های رسی سازند و مطالعه و بررسی دقیق آن‌هاست. جهت رسیدن به این هدف، متدها و

راهکارهای متعددی وجود دارد ولی با توجه به ارتباط موضوع به نفت و مخازن نفتی، در این رساله استفاده از ابزارهای مورد استفاده در صنعت نفت از جمله نمودارهای چاه‌پیمائی در اولویت قرار گرفته است. همچنین از دو روش دیگر 1- آنالیز پراش اشعه ایکس،<sup>1</sup> XRD جهت شناخت نیمه کمی و کیفی کانیهای رسی و 2- مطالعه فلورسانس اشعه ایکس،<sup>2</sup> XRF نیز استفاده شده است که با استفاده از نتایج آزمایش XRF می‌توان به درصد عناصر مختلف در یک نمونه پی‌برد. از آنجائیکه بررسی ژئوشیمیایی رس‌ها می‌تواند مسائلی را پیرامون تغییرات محیط رسوبی و تاثیر آن بر ترکیب رس‌ها روشن سازد، خرده‌های سنگی حاصل از حفاری<sup>3</sup> از افق‌های خاصی، بخصوص در محل تحول و تبدیل سازند، از نظر ژئوشیمی مورد مطالعه قرار گرفت.

مطالعه حاضر به لحاظ اهمیت اقتصادی میدان نفتی کارون و مشکلات موجود در عملیات حفاری بخصوص در سازندهای پاینده و گورپی صورت گرفته و سعی شده که با آنالیزهای ذکر شده، نوع و میزان ترکیب انواع کانی‌های رسی، مشخص گردد و راهکارهای مناسبی جهت کنترل شیل‌های مشکل‌ساز در حفاری و ارائه ترکیب بهینه گل حفاری فراهم گردد.

## 1-2- رس (clay) و کانی‌های رسی

رس‌ها و کانی‌های رسی اهمیت زیادی در صنعت، کشاورزی، کاربردهای مهندسی، ساختمانی، هسته‌ای، محیط‌زیستی و... دارند. ویژگی و کاربرد رس‌ها تابع ساختار داخلی و ترکیب آن‌هاست. بعلاوه عوامل دیگری نیز در تعیین نوع کاربرد آن‌ها موثر است که از آن جمله می‌توان به ترکیب مواد معدنی غیررسی موجود در ساختمان رس‌ها، وجود مواد آلی و نوع و مقدار یون‌های قابل تبادل و نمک‌های محلول و بافت رس‌ها اشاره کرد. ([www.qompoulty.com](http://www.qompoulty.com)). کانی‌های رسی به دلیل ویژگی‌های خاص خود از جمله نرمی، شکل‌پذیری و... از دیرباز مورد توجه صنعت‌گران سنتی بوده‌اند، همچنین در طب سنتی از آن‌ها به عنوان جاذب‌الرطوبه در درمان برخی از عفونت‌ها استفاده می‌کردند (Carretero, 2002). به علت ریزی ذرات رس مطالعه آن‌ها مشکل است و در نتیجه این کانی‌ها به درستی شناخته نشده‌اند. رس‌ها از نظر شیمیایی بسیار پیچیده هستند. در

1- X Ray Diffraction

2- X Ray Fluorescence

3- Cutting

اثر خیس شدن خاصیت پلاستیکی پیدا می‌کنند و چسبنده می‌شوند و قابلیت شکل‌گیری در قالب پیدا می‌کنند. آن‌ها به علت داشتن سطح ویژه بالا و باردار بودن، بسیار فعال‌اند. کانی‌های رسی به دو روش اصلی به وجود می‌آیند: دگرسانی هیدروترمال و هوازدگی. (قجری و همکاران، 1390)

تاثیر آب و هوا در تشکیل انواع کانی‌های رسی عبارتند از:

- آب و هوای خشک: اسمکتیت
- آب و هوای نیمه مرطوب: ایلیت
- آب و هوای گرم و مرطوب: کائولینیت و ورمیکولیت
- آب و هوای گرم و خیلی مرطوب: کائولینیت + گیبسیت. ([www.ngdir.ir](http://www.ngdir.ir))

آن‌گرر (Ungerer, 1982) با اشاره به واکنش‌های شیمیایی بین کانی‌های رسی و مواد آلی (تاثیرات کاتالیکی) عنوان می‌کند که رس‌ها دارای نقش کلیدی در مهاجرت اولیه نفت می‌باشند. همچنین مطالعات کانی‌های رسی می‌تواند داده‌هایی را در ارتباط با منشاء و محیط دیرینه حوضه‌های وابسته به نفت فراهم آورد که ممکن است اکتشافات بعدی را آسانتر سازد. (Net et al., 2002).

### 1-3- شیل (shale)

شیل‌ها سنگ‌های رسوبی دانه‌ریز هستند که مقادیر متوسط تا زیاد کانی‌های رسی دارند. ذرات موجود در شیل با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند. این ذرات فقط با بزرگنمایی‌های بسیار زیاد دیده می‌شوند و به همین دلیل مطالعه شیل‌ها کاملاً مشکل است. یک سنگ شیلی از انواع متنوع از کانی‌ها تشکیل شده است که مهمترین و فراوانترین آن‌ها کانی‌های رسی هستند. نوع رسی که در شیل‌ها یافت می‌شود به نوع سنگ منشا و شرایط آب و هوایی و همچنین تاریخچه دیاژنز وابسته است. ویژگی‌های خاص سنگ‌های شیلی همواره مشکلاتی را در حین عملیات حفاری در این سازندها ایجاد می‌کنند (قجری و همکاران، 1390).

از میان تمامی سازندهایی که از خود ناپایداری شدید نشان می‌دهند، شیل‌ها به عنوان مشکل‌سازترین آن‌ها شناخته شده‌اند به گونه‌ای که 90 درصد مشکلات ناپایداری چاه‌ها مربوط به حفاری در لایه‌های شیلی است ([www.nioc.ir/fpublications/ekteshaf/62/pdf/62-18.pdf](http://www.nioc.ir/fpublications/ekteshaf/62/pdf/62-18.pdf)).



Shana/Photo: Ali Rahmani

شکل 1-1- نمایی از سازند شیلی یابده ([www.shana.ir](http://www.shana.ir)).

جدول زیر فراوانی متوسط کانی‌های مختلف را در یک نمونه شیل نشان می‌دهد.

جدول 1-1- فراوانی متوسط اجزای مختلف در یک نمونه شیل (قجری و همکاران، 1390)	
درصد فراوانی	نوع کانی
58	کانی‌های رسی
28	کوارتز
6	فلدسپات
5	کربنات‌ها
2	اکسید آهن



مشابه اغلب سنگ‌ها، رنگ شیل اغلب بوسیله حضور مقادیری اندک از موادی بخصوص تعیین می‌گردد. تنها درصد اندکی از مواد ارگانیک یا آهن می‌توانند به میزان قابل توجهی رنگ یک سنگ را تغییر دهند. رنگ شیل می‌تواند سیاه و خاکستری - قرمز، قهوه‌ای و زرد و یا سبز رنگ باشد. ([lahijanarshadzamin.blogfa.com/post-333.aspx](http://lahijanarshadzamin.blogfa.com/post-333.aspx)).

#### 1-4- اهمیت مطالعه کانی‌های رسی و شیل‌ها در میادین نفتی

اهمیت شیل‌ها و رس‌های متشکله آن‌ها را در زمین‌شناسی نفت و مخازن نفتی می‌توان در سه بخش زیر خلاصه کرد:

**الف - اکتشاف:** سازندهای رسی و شیلی نقش فوق‌العاده‌ای در اکتشاف منابع هیدروکربوری بعنوان سنگ منشاء ایفا می‌کنند. این رسوبات به دلیل اندازه بسیار ریز و شرایط احیاء، محیط مناسبی را جهت تجمع و حفظ مواد ارگانیکی که ماده اولیه هیدروکربورها به حساب می‌آیند فراهم می‌آورند. همچنین میتوان به کمک ژئوترمومتری یا زمین‌دماسنجی کانی‌های رسی، میزان بلوغ حرارتی ماده آلی که فاکتور مهمی در ارزیابی سنگ منشاء محسوب می‌شود را بدست آورد. (Slatt, 2002; Pollastro, 1993; خالقی، 1377). علاوه بر موارد مذکور، شیل‌ها و رس‌ها در مواردی به دلیل تراوایی ناچیز می‌توانند بعنوان پوش‌سنگ عمل کرده و مانع خروج نفت از نفتگیر شوند چنانچه طبق مطالعات انجام‌شده، حدود 60 درصد پوش‌سنگ‌های عمده دنیا از نوع شیلی می‌باشد (مطیعی، 1372).

**ب - حفاری:** رس‌ها و شیل‌ها به دلیل تورم و ریزش و نیز واکنش با گل حفاری و ایجاد تغییرات در آن به دلیل تبادلات یونی در سطح رس‌ها در حین حفاری سازندهای رسی و شیلی، حائز اهمیت زیادی هستند. مشکلات مربوط به حفاری سازندهای شیلی که امروزه از آن با عنوان (مشکل شیل) در صنعت حفاری یاد می‌شود به دلیل ایجاد ناپایداری در چاه، هزینه‌های زیادی را بر شرکت‌های حفار تحمیل می‌کند (افقهی، 1371). از نتایج ناپایداری شیل‌ها می‌توان به مشکلاتی مانند ناپایداری دیواره‌چاه، افزایش گشتاور و دراگ در رشته حفاری، هرزروی گل، افزایش جامدات گل، گشادشدگی چاه، سیمان‌کاری ضعیف، تنگ‌شدن چاه و یا گیرکردن

رشته حفاری اشاره کرد (قجری و همکاران، 1390). علیرغم گسترش تکنیک‌های حفاری برآورد می‌شود که حداقل ده درصد بودجه چاه‌ها، صرف مقابله با این گونه مشکلات می‌شود که این هزینه‌ها بالغ بر یک میلیارد دلار در سال، در جهان می‌باشد (Aadnoy, 2003). علاوه بر این، کانی‌های رسی بر روند نمودارگیری نیز تاثیر می‌گذارند (نوروزی، 1378).

**ج - مخزن و تولید از آن :** حضور کانی‌های رسی و شیل‌ها در سنگهای مخزن نه تنها، نتیجه اکثر لاگ‌های ژئوفیزیکی را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه ویژگی‌های تولیدی این مخازن را نیز به شدت تغییر می‌دهد (رضایی، 1380). سازندهای شیلی، بعضاً به خاطر داشتن شکستگی، می‌توانند نقش سنگ مخزنی ایفا نمایند (مطیعی، 1372). کانی‌های رسی دارای نقش عمده‌ای در تغییر تخلخل و تراوایی هستند. همچنین تخلخل‌های ریز در رس‌ها با ایجاد فشار کاپیلار می‌تواند باعث ایجاد موانع (Seal) در مخزن شوند (Vavra et al, 1992). تیپ‌های مختلف کانی‌های رسی و چگونگی توزیع آنها در سنگ مخزن، تاثیر متفاوتی بر روی خواص مخزنی دارند. جهت بررسی تاثیر شیل بر خواص مخزنی لازم است که توزیع و نوع کانی‌های رسی مشخص شوند (Ranson, 1977).

مطالعه کانی‌های رسی می‌تواند اطلاعات مفیدی را راجع به تاریخچه مخزن ارائه دهد که در این مورد می‌توان به تعیین زمان پرشدگی مخازن ماسه‌سنگی، به واسطه تعیین سن K-Ar در ایلیت اتوژنیک اشاره کرد (Zwingmann et al, 1996; Midtbq et al., 2000). همچنین رس‌ها بر مقاومت سازند نیز تاثیر گذاشته و خواص الکتریکی رس‌ها از جمله محاسبه اشباع‌شدگی، سازندهای شیلی را با مشکل مواجه می‌سازد (Patchett, 1975).

## 5-1- موقعیت جغرافیایی، زمین‌شناسی و ساختمانی منطقه مورد مطالعه

میدان کارون در 25 کیلومتری شمال میدان نفتی مسجدسلیمان و حدود 25 کیلومتری جنوب شرقی میدان نفتی لالی و در بخش شمالی حوضه فراافتادگی دزفول واقع شده است (شکل 1-2). وجود نفت زیر اشباع در مخزن آسماری و گاز در گروه بنگستان این میدان با حفر چاه اکتشافی کارون -1 در سال 1348 به اثبات رسید. در سال 1373 چاه کارون -2 در بخش غربی کوهانک مخزن با هدف توصیف مخزن و تعیین سطوح تماس سیالات مخازن آسماری و بنگستان میدان

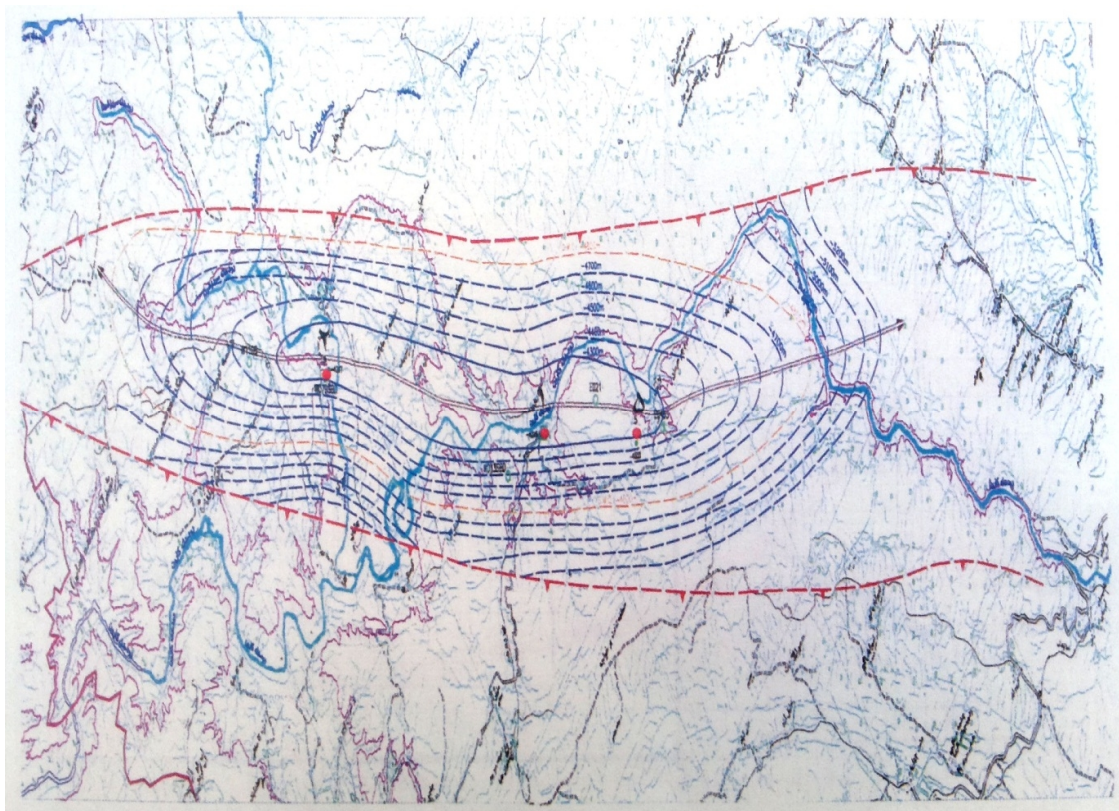
حفر گردید. آزمایشات جریانی انجام شده در این چاه، وجود گاز غنی با نسبت مایع به گاز نسبتاً بالا را سازند سروک نشان داد. در مجموع 6 حلقه چاه در میدان کارون حفاری شده که از این میان چاه های کارون - 1، 2 و 5 گروه بنگستان را حفاری کرده اند، بر اساس آخرین مطالعه زمین شناسی مخزن بنگستان میدان کارون که در سال 1379 با اطلاعات دو حلقه چاه کارون - 1 و 2 انجام شده ابعاد مخزن بنگستان کارون با توجه به نقشه همتراز زیرزمینی بر روی افق ایلام به طول 26,5 کیلومتر و پهنای 4,5 کیلومتر می باشد (شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، گزارش شماره پ-7853).



شکل 1-2 - نقشه موقعیت جغرافیایی میدان کارون (commons.wikimedia.org/wiki/File:Iran\_)  
(oil\_reserves\_map.png)

بلندترین نقطه ستیغ ساختمان بر روی برآمدگی جنوب شرق حدود 4100 متر زیر سطح دریا با بستگی ساختمانی 700 متر محاسبه شده است (آخرین منحنی بسته در عمق 4800 متر زیر سطح دریا) (شکل 1-3). ضمناً ساختمان کارون به وسیله عملیات لرزه‌نگاری در نیمه دوم سال 1968 میلادی شناسائی شد (شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، گزارش شماره پ-4900).

مطالعات زمین‌شناسی مخازن آسماری و بنگستان این میدان نخستین بار توسط ستوده و سوهانی با استفاده از اطلاعات یک حلقه چاه انجام شده است. با توجه به حفاری‌های صورت گرفته در مخزن بنگستان، سازند ایلام مستقیماً با یک دگرشیبی بر روی سازند سروک واقع شده است که در نهایت مخزن بنگستان میدان کارون به سه زون تقسیم گردیده است که زون اول شامل سازند ایلام و بخش فوقانی سروک بوده و عمدتاً از سنگ آهک و لایه‌های نازک شیلی و مارنی تشکیل شده است. زون های 2 و 3 در برگیرنده سازند سروک بوده و اساساً از سنگ آهک تشکیل شده است (شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، گزارش شماره پ-4900).



شکل 1-3 - نقشه خطوط هم‌تراز زیرزمینی میدان کارون (شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، گزارش