مجلهٔ پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه) جلد ۳۰ - شماره ۱ - سال ۱۳۸۷ صص۱۱۶ - ۱۱۱

مطالعه چینه شناسی، تنوع فابریکی و تغییرات دیاژنزی رسوبات سولفاته در پوش سنگ (بخش ۱ سازند گچساران) میدان نفتی آغاجاری بهمن سلیمانی^{*} و قاسم قلیزاده گللو^{**} ^{*} گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز ^{**} دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیدہ

رسوبات سولفاته از اجزای مهم بسیاری از میادین نفتی می باشد و معمولاً پوش سنگ مخازن هیدروکربنی را تشکیل می دهد. در این مطالعه رسوبات سولفاته در پوش سنگ میدان نفتی آغاجاری مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این میدان، بخش ۱ سازند گچساران با ضخامت متوسط ۵۰ متر و سنگ شناسی انیدریت، مارن، آهک و شیل بیتومینه بعنوان پوش سنگ درنظر گرفته می شود. در این مطالعه روش های زیر بکار گرفته شده است: نمودارهای چاه پیمایی Gamma Ray و Sonic مقاطع نازک میکروسکپی، میکروسکپ الکترونی مجهز به سیستم تجزیه عنصری(SEM-EDS) و ایزوتوپ کربن. با توجه به ستون لیتواستراتیگرافی ترسیم شده برای کل میدان ۷ تا ۸ واحد مجزای انیدریتی با ضخامت متفاوت در داخل پوش سنگ شناسایی شد. رسوبات انیدریتی در این واحدها دارای تنوع بافتی و فابریکی زیادی می باشند که پارهای از آنها مثل بافت ندولی، نازک ((Lath ضربدری، انترالیتیک و بلوکی در تعیین محیط رسوبگذاری و بررسی تغییرات آنها در طی تدفین بکار برده می شود. مهمترین فرایندهای دیاژنزی رسوبات سولفاته در میدان نفتی آغاجاری عبارتند از: انیدریت[یی، سیمانی شدن، تبلور دوباره، تراکم و جانشینی، مطالعه ایزوتوپ کربن(کاه) در افقهای کربناته همراه لایه های انیدریتی مقدار ۲۰/۴ - % را نشان می دهد. داده می لیتولوژیکی، پتروگرافی و مطالعات ایزوتوپی کربن دلالت بر محیط رسوبگذاری حد واسط (مردابی یا سبخایی) دارد.

واژههای کلیدی: پوش سنگ، نمودارهای چاه پیمایی، میکروسکوپ الکترونی، ایزوتوپ کربن، میدان نفتی آغاجاری

The Study of Strarigraphy, Fabric and Diagenetic Changes of Sulfate Deposits in the Caprock (Member 1 of Gachsaran Formation) of the Agh-Jari Oil Field

B. Soleimani^{*} and G.Gholi Zaden Gollelo^{**} ^{*} Geology Department, University of Shahid Chamran ^{**}MSC Student, petroleum Geologist

Abstract

Sulphate deposits are one of the important constituents of oilfields and usually form the cap rock of hydrocarbon reservoirs. In the present study, sulphate sediments of the Agha Jari oilfield's cap rock are investigated. In this field, member 1 of Gachsaran Formation with 50 m mean thickness of anhydrite, marl, limestone and bituminous shale is considered as the cap rock. In the present study, the following methods are used: Gamma ray & Sonic well logs, Microscopic thin sections, Scanning Electron Microscope with elemental analyzer (SEM-EDS) and Carbon Isotope. With consideration of lithostratigraphic column of the field, 7-8 separate anhydrite units with different levels of thickness are recognized. Anhydrite sediments show various textures and fabrics such as nodular, lath, decussate, enterolithic and blocky some of which are used to determine the depositional environment and their alteration during burial. Anhydritization, cementation, recrytalization, compaction and replacement are the most important diagenetic processes of sulphate deposits in the Agha Jari oilfield. Carbon Isotopic (δ 13C) studies of associated carbonate layers in anhydrites, show the value of ‰ -20.4. All of lithological, petrographical and isotopic data indicate intermediate depositional environment (lagoon or sabkha).

Keywords: Caprock, well logs SEM, Carbon Isotope, Agha Jari Oil Field

مقدمه

کانی های ژیپس و انیدریت داری کانی شناسی و بافت مشخصی دارند و نسبت به فرایندهای جانشینی، تبلور مجدد و انحلال حساس هستند. شواهد زمین شناسی و رویدادهای عهد حاضر نشان می دهد که دو کانی ژیپس و انیدریت در سطح زمین، در زیر آب(در آبهای کم عمق و عمیق) و در خشکی(در سبخاهای اساحلی و خشکی) رسوب می کنند(1994, Tucker). این کانی ها از اهمیت زیادی برخوردارند و فاز پایدار آنها مطابق با درجه حرارت، فشار و درجه شوری حاکم تغییر پیدا می کند.(Holser, 1979) تشکیل ژیپس تحت شرایط درجه حرارت - فشار پایین و درجه شوری نسبتاً پایین ولی تشکیل انیدریت در درجه حرات، فشار و درجه شوری رسوبات سولفاته بخش عمده ای از رسوبات تبخیری را شامل می شوند و از اهمیت زیادی برخوردارند. تجزیه رخسارهای رسوبات تبخیری نشان می دهد که این رسوبات بیشتر بر روی کربناتها که بیش از نصف ذخایر نفتی شناخته شده جهان را شامل می شوند قرار دارند(Warren, 1989).

این رسوبات از اجزای مهم بسیاری از میادین نفتی می باشند و معمولاً پوش سنگ مخازن هیدروکربنی را تشکیل میدهند (Tucker, 1994). کانی های تبخیری اصلی آنها شامل ژیپس، انیدریت و هالیت میباشد. اکثر تبخیری های قدیمی بیشتر در اثر افزایش غلظت شورابه هایی با منشأ آب دریا تشکیل شده اند (Warren). (1989)

تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه رسوبات سولفاته در جهان صورت گرفت که از آن جمله می توان به Warren(1989 & که از آن جمله می توان به Schreiber & El-Tabakh(2000) Hardie(1984).1999 (2003 & 2005) Hardie (2003 & 2005) اشاره کرد. در ایران مطالعه رسوبات تبخیری به اوایل اکتشاف نفت برمی گردد. از رسوبات تبخیری به اوایل اکتشاف نفت برمی گردد. از کارهای انجام گرفته در این ارتباط می توان به مقالات Davies(1933); Strong(1939); Slinger(1948) رود. (2004)

زمینشناسی ناحیه

سازند گچساران با حدود ۱۲۰۰ متر ضخامت به طور پیوسته بر روی سازند آهکی آسماری(سنگ مخزن) قرار گرفته و شامل ۷ بخش بوده که بیشتر از انیدریت، نمک، مارن و آهک تشکیل شده و متعلق به میوسن زیرین می باشد(درویش زاده، ۱۳۷۲). میدان آغاجاری یکی از میادین مهم و قدیمی در ناحیه فروافتادگی دزفول مرکزی است که در ۹۰ کیلومتری جنوب شرق شهر اهواز در ابتدای کوهپایه های رشته کوه زاگرس واقع شده است.

این میدان در شمال میادین رگ سفید و رامشیر و جنوب میدان کرنج قرار دارد، از شرق با میدان پازنان و از غرب با میدان مارون همجوار می باشد. این میدان با طول ٥٦ کیلومتر و عرض ٦ کیلومتر و با روند SE-NW در بخش چین خورده ساده زاگرس قرار دارد(شکل ۱). در میدان آغاجاری بخش ۱ سازند گچساران نقش پوش سنگ را ایفا میکند. این بخش به طور متوسط ٥٠

متر ضخامت داشته و سنگ شناسی آن عمدتاً انیدریت، مارن، آهک و شیل بیتومینه می باشد. با توجه به طبقه بندی (Watson(1960 و Slinger(1948; 1949 پوش سنگ در این میدان از ٦ طبقه راهنما(Key bed) تستکیل شده است(از بالا به پائین بترتیب حروف الفبا شامل A، شده است(از بالا به پائین بترتیب حروف الفبا شامل A، راهنما پراکنده شده اند(شکل ۲ و ۳).

روش کار

در ایسن مقاله بیشتر از اطلاعات و شواهد چینه شناسی، پتروگرافی و سنگ شناسی کمک گرفته شده که این داده ها حاصل بررسی لاگ های چاه پیمایی، مطالعه مقاطع نازک میکروسکپی و آنالیز خرده های حفاری می باشد. برای این منظور با استفاده از لاگ های گاما و صوتی، ستون چینه شناسی پوش سنگ برای ۱۲ حلقه چاه به وسیله نرم افزار Log plot 2003 ترسیم گردید. همچنین حدود ۱۰۰۰ مقطع نازک میکروسکپی از بخشهای مختلف پوش سنگ (از ۲۳ حلقه چاه) مطالعه گردید.

جهت بررسی تکمیلی خرده های سولفاته از میکروسکپ الکترونی مجهز به سیستم تجزیه عنصری (SEM-EDS) مدل Leo 1455vp موجود در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران استفاده شد. این دستگاه میتواند آنالیز کلی، نقطه ای را انجام دهد. نتایج میتواند بصورت تصویری و یا عددی ارایه شود. بنابراین میتوان بلور و یا خرده سنگ را از نظر درصد

¹ - Elemental Mapping Analyser

Archive of SID بهمن سلیمانی و قاسم قلی زاده گللو

> وزنی و یا درصد اتمی عناصر سازنده مورد مطالعه قرار داد. این دستگاه دارای مشخصات زیر است:



شکل ۱- موقعیت میدان نفتی آغاجاری در فرو افتادگی دزفول.



شکل ۲- ستون چینه شناسی راهنمای پوش سنگ میدان نفتی آغاجاری با استفاده از نمودارهای گاما و صوتی برای.

۱۰٥



شکل ۳- ستون چینه شناسی پوش سنگ میدان نفتی آغاجاری در ٤ حلقه چاه همراه با موقعیت طبقات راهنما.

The Scanning Electron Microscope						
	3.5nm(W.D. = 8mm, 35KV)					
Resolution						
	10.0nm(W.D. = 39 mm, 35KV)					
Acceleration Voltage	0.2 to 5KV(in 0.1KV steps)					
	5.0 to 30KV(in 1.0KV steps)					
Magnification Range	10X to 300,000X					

وفور 13C نسبت به 14C می تواند به دلیل تفریق حاصل از پدیده های بیولوژیکی و فیزیکی باشد، لـذا از نـسبت از پدیده های بیولوژیکی و فیزیکی باشـد، لـذا از نـسبت مهـم ایزوتـوپی در اعلامات ژئوشیمی یاد می شود. جهـت انجـام آنالیزهـای مطالعات ژئوشیمی یاد می شود. جهـت انجـام آنالیزهـای ایزوتـوپی کـربن از دسـتگاه EA-IRMS(Elemental ایزوتـوپی کـربن از دسـتگاه Ratio Mass Spectrometry) استفاده گردید. کلیه آنالیزهای مربوط به ایزوتـوپ کـربن استفاده گردید. کلیه آنالیزهای مربوط به ایزوتـوپ کـربن درانگلـستان انجـام گرفـت. بـرای آنـالیز ایزوتـوپ کـربن ((۵۱۵۵ از تکنیک Elemental Analyser-IRMS بمنظور بررسی محیط رسوبی رسوبات پوش سنگ، نمونه های کربناته انتخاب شده از ناحیه مورد مطالعه (طبقه راهنمای C) جهت آنالیز ایزوتوپی کربن (δ13C ‰) به آزمایشگاه Humble در انگلستان فرستاده شد. لازم است یادآوری شود که کربن در طبیعت دارای سه ایزوتوپ 12C، 2C، و 14C بوده و اختلاف اساسی آنها در تعداد نوترون هسته آنها می باشد. برخلاف 14C که محدود به رسوبات جوان می باشد، 13C در تمامی رسوبات قدیمی انتشار دارد. به دلیل این که اختلاف همزمان بوسیله Faraday Cup Collector جمع آوری و ایزوتوپومرهای^³ آن در جرم به بارهای ((m/z مختلف ٤٤ م ٤٥ و ٤٦ مورد شمارش قرار گرفته و به عنوان مقدار عددی ایزوتوپ کربن به نمایش در می آیند. برای محاسبه نسبت ایزوتوپی از فرمول زیر، دستگاه قادر به تعیین نسبت فوق می باشد:

d¹³C‰ = $\frac{{}^{13}C/{}^{12}C_{(sample)} - {}^{13}C/{}^{12}C_{(stan\,dard)}}{{}^{13}C/{}^{12}C_{(stan\,dard)}} \times 1000$ O'Neil, این نسبت با δ در واحـد [°]ppt بیان مـی گـردد(1979)

استانداردی که بیشتر برای نمایش آن استفاده می گردد، بر اساس بلمنیت روستروم بدست آمده از کربنات دریایی سازند پی دی((Pee Dee با سن کرتاسه در کالیفرنیای جنوبی استوار است که آن را به طور مختصر (PDB(Pee Dee Belemnite مینامند(, 2013) (1953; Stahl, 1979)

NBS- گـاهی اســـتانداردهای دیگــری نظیــر NBS-21(Spectrographic و NBS-21(Spectrographic) PDB و Carbon) بکار برده می شود که بـر مبنـای مقیـاس Carbon بترتیب دارای مقادیر ما33 ۸/۰۱ - و ۲۸/۱۰ - است.

بحث در این مطالعه رسوبات سولفاته پوش سنگ بـشکل انیدریت و گاه ژیپس شناسایی شـدند. ایـن رسـوبات از استفاده شده است. در این تکنیک، نمونه های مورد آزمایش و نمونه های استاندارد^۱ وزن شده و در داخل کپسولهای از جنس قلع قرار داده شده سپس کپسولها پوشانده و بر روی نمونه گیر خودکار در دستگاه آنالیز کننده قرار داده می شوند. حال نمونه ها به صورت قطرهای و متناوب به داخل کورهای^۲ با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد چکانده شده و در حضور اکسیژن سوزانده می شوند. پس از مدتی کپسولهای قلعی به یکباره مشتعل شده و دما را در ناحیه ای که نمونه در آن قرار دارد به نمونه با قرارگیری در بخار هلیم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هلیم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هلیم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در بخار هایم از کاتالیست اکسید نمونه با قرارگیری در داد می شوند تا سولفور و هالیدهای آن از نقره ای^۳ عبور داده می شوند تا سولفور و هالیدهای آن از

حال گازهای باقیمانده (N2، NO2، NO2، O2، O2 و (CO2) از سیمهای مسی خالصی با دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد گذرانده میشوند، این عمل سبب میشود تا هر گونه ترکیب اکسیژندار حذف شود. از تله شیمیایی پرکلرات منیزیم نیز جهت زدودن آب استفاده می گردد. نیتروژن و CO2 نیز با کمک ستون کروماتو گرافی گازی با دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد از یکدیگر جدا می گردند. انواع مختلف گاز CO2 با جرمهای مختلف در یک میدان مغناطیسی از یکدیگر جدا شده و سپس به صورت

1 - Reference Materials

^{4 -} Isotopomers

^{5 -} parts per mil

^{2 -} Oven

^{3 -} silver wool

Archive of SID

بنابراین می توان پوش سنگ میدان نفتی آغاجاری را در زمره پوش سنگهای انیدریتی ردهبندی نمود. ستون سنگی چینهشناسی رسم شده برای ۱۲ حلقه چاه در طول میدان(شکل ٤) نشان می دهد که لایه های انیدریتی ضخامت خود را در بخش های مختلف میدان حفظ می کنند که این امر حاکی از شرایط یکنواخت و متعادل رسوبگذاری در زمان تشکیل این رسوبات در کل میدان می باشد. این رسوبات انیدریتی دارای ویژگی های پتروگرافیکی و رسوبی خاصی بوده و فرایندهای دیاژنتیکی متعددی را متحمل شده اند. این رسوبات

بیشتر در محیط های حاشـیه ای(سـبخایی و لاگـونی) و حوضه نزدیک ساحل(پلاتفرمی) ته نشست یافتهاند.

انیدریت دارای تنوع بافتی گسترده می باشند. این گستره وسیع بافتی اطلاعات ارزنده ای را در خصوص محیط رسوبگذاری و دیاژنتیکی انیدریت ها فراهم می کند. یکی از شاخص ترین بافت هایی که در داخل رسوبات انیدریتی مشاهده شد بافت ندولی می باشد که تنوع زیادی را در اندازه و شکل از خود نشان می دهند (دارای اندازه mm تا dm). این ندولها گاهی بصورت بیضوی و یا کروی مشاهده می شوند که همراه با الگوهای انترالیتیک و قفسه مرغی ⁽(شکل ٥- A و C) می تواند و دیگر ویژگی های رشد جانشینی در رسوبات میزبان را از خود نشان دهند(Kasprzyk, 2003).

1 - Interolithic

2 - Chicken wire

مطالعه چینه شناسی، تنوع فابریکی و تغییرات دیاژنزی رسوبات ...

لحاظ چینه شناسی، بافت های میکروسکپی، دگرسانی دیاژنتیکی و آنالیز عنصری(EDS) مورد ارزیابی قرار گرفتند که از طریق نتایج بدست آمده از این مطالعات منشأ، محیط رسوبی و نحوه تغییر این رسوبات استنباط گردید.

چینه شناسی

با توجه به مطالعات انجام گرفته مـشخص شـد كـه یوش سنگ در میدان نفتی آغاجاری ٤٠ تـا ٦٠ متر ضخامت داشته و از بالا به وسیله لایه نمک ضخیم بخش ۲ سازند گچساران(Main Salt) و از یاپین به وسیله سازند آهکی آسماری محدود شده است (شکل ۲ و ۳). این بخش از بالا با لایه انیدریتی شروع شده (طبقه راهنمای A) و با یک لایه نازک انیدریتی نیز خمتم می شود. در یوش سنگ ایس میدان در کل ۷ تیا ۸ واحد مجزای انیدریتی شناسایی شده است که بطور متناوب با لایه های مارنی(در بخش های بالایی یوش سنگ) و لایه های کربناته(در بخش پایینی پوش سنگ) قرار دارند. این واحدها دارای ضخامت متغییر می باشند(۱۵ – ۱ متر) که ضخيم ترين أنها مربوط به لايه انيدريتي بين طبقات راهنمای D و E می باشد(شکل۳ و E). بررسی سنگ شناسی یوش سنگ میدان نفتی آغاجاری نشان مے دھ۔د کے بیش از ٦٠ % ضحامت یوش سنگ را رسوبات تبخیری و بویژه انیدریت تشکیل می دهد.







شکل ۵- بافت میکروسکپی رسوبات انیدریتی: A) فابریک ندولی انیدریت در یک زمینه از مادستون، B 6821-23ft،AJ#22 (D 6736-38ft ، AJ#18) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریتی، AJ#18، C 5635-36ft ، AJ#18) انیدریت با بافت قفسه مرغی، 22#A. D 6736-38ft ، AJ#22) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریتی، AJ#78، AJ#22، C 5635-36ft ، AJ#18) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریتی، AJ#18، AJ#22، C 5635-36ft ، AJ#18) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریتی، AJ#18، AJ#22، C 5635-36ft ، AJ#18) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریتی، AJ#18، AJ#22، C 5635-36ft ، AJ#18) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریتی، AJ#78، AJ#78، C 5635-36ft ، AJ#18) انترالیتیک حاصل از دگرشکلی رسوبات انیدریت (A مناب الم معنی معرفی، AJ#22) (D 6736-38ft ، AJ#22) بافت ضربدری (D 6736-31ft ، AJ#22) در داخل بلورهای انیدریت در بلورهای انیدریت (A معنی انیدریت (A معنی از در معنی معرفی، AJ#22) از معنی معرفی، D و معنی معرفی (A معنی انیدریت) معرفی معرفی، D و معنی معرفی (A معنی انیدریت) معرفی و کشیده انیدریت (A معنی AJ#22) ایفت ضربدری (D 6736-31ft) بافت ضربدری (D 6736-31ft) در داخل بلورهای درشت انیدریت در (A AJ#22) (I 7919ft ، AJ#47)) در داخل معرفی (A AJ#47) (A AJ#47) در معانی (I 7919ft ، AJ#47) در معانی (I 7919ft ، AJ#47) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه ریز (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه دانه (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از انیدریت دانه (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47) (A AJ#47)) در معان از ایسوبر (A AJ#47) (A AJ

سنگ بافت های جناغی، پورفیروبلاستیک، اسفرولیتی (بادبزنی)، شعاعی، دانه درشت و اسپاری، و میکروکریستالین و لامینه ای را از خود نشان می دهند (شکل ۵، G،F، او I). بررسی پتروگرافیکی خرده های برداشت شده از پوش سنگ بوسیله میکروسکی الکترونی، انواع متنوعی مطالعه مقاطع میکروسکپی رسوبات انیدریتی در پوش سنگ میدان آغاجاری نشان داد که بلورهای بلورهای انیدریت گاهی بصورت بلورهای کشیده و نازک(Lath) و یا ضربدری(Decussate)(شکل ٥- E،D و شکل ٦- E) در ماتریکسی دانه ریز مشاهده می شوند. علاوه بر بافت های مذکور بلورهای انیدریت در پوش

از بافتها را در داخل بلورهای انیدریتی نـشان داد کـه تصاویر برخی از آنها در شکل ٦ آورده شده است.

در ایس تسصاویر انیسدریت هسا بسصورت بلورهسای او هدرال تا ساب هدرال می باشند و بافت هسای جنساغی، بلوکی، Lath، ضربدری و غیره (شکل ۲- ۸، C، ۴ ، ۶) را نشان می دهند. در پاره ای از این انیسدریت هسا نیسز پدیسده جانشینی اتفاق افتاده است (شکل ۲- ۲، C).

انیدریت در پوش سنگ بصورت لایه، ندول و سیمان دیده می شود. در ندول ها و لایه ها انیدریت بصورت بلورهای ساب هدرال و دانه ریز و یا بصورت موزائیک هایی از بلورهای سوزنی و طویل می باشد که طول آنها به ۸/۰ میلی متر میرسد. سیمان های انیدریتی بصورت بلورهای بلوکی و نیز بلورهای انهدرال و دانه ریز دیده می شوند. این انیدریت ها همچنین بصورت رسوبات پرکننده حفرات و رگه ها و نیز جانشینی به جای قالب فسیل های کربناته عمل می کنند (شکل ۷- A).

تغييرات دياژنزى

با توجه به بررسیهای به عمل آمده مهمترین فرایندهای دیاژنزی رسوبات سولفاته در میدان نفتی آغاجاری عبارتند از انیدریت زایی، سیمانی شدن، تراکم، جانشینی و تبلور دوباره، این فرایندها بسته به تدفین و شرایط جغرافیای دیرینه تغییر میکنند و ارتباط پیچیده

بین این فرایندها باعث ایجاد ویژگی های پتروگرافیکی و ژئوشیمیایی متعددی در این رسوبات شده است.

۱- انیدریت زایری انیدریت زایری همزمان با رسوبگذاری بطور گسترده در پوش سنگ اتفاق افتاده و حضور انیدریت های ندولی و ندولی - موزائیکی در داخل رسوبات سولفاته پوش سنگ(شکل ۵- ۸، C) این امر را اثبات می کند. حضور این ندول های انیدریتی همراه با سودومورف های بزرگ انیدریتی و بلورهای معراه با سودومورف های بزرگ انیدریتی شدن مجزا و نازک(Lath) از اشکال متداول انیدریتی شدن (شکل ۵- ۲). انیدریت نسبت به ژیپس با توجه به انرژی تبلور بالاتر می تواند در محیط بهتر حفظ شود و فاز غالب بحساب آید.

۲ - سیمانی شدن: انیدریت و ژیپس از سیمان های متداول در پوش سنگ می باشند و بصورت سیمان بین بلورهای انیدریت، ژیپس، کربنات و کوارتز دیده می شوند و فابریک آنها را در مقابل فشار فزاینده ناشی از وزن روباره و فشار آب های منفذی حفظ می کند. جانشینی ژیپس های اولیه بوسیله بلورهای انیدریتی بوسیله بلورهای انیدریتی آن اتفاق می افتد و باعث حفظ مورفولوژی بلورهای ژیپس اولیه می شود (Kasprzyk, 1995).



8160- AJ#110 از بلورهای انیدریت. A) بلورهای اوهدرال انیدریت، SEM از بلورهای اوهدرال انیدریت، SEM (C 8518-20ft AJ#128) (C 8518-20ft AJ#128) بلور انیدریت کلسیتی شده در یک زمینه دانه ریز از انیدریت، J#93 AJ#05 - AJ#93) بلورهای درشت انیدریت کلسیتی شده در یک زمینه از رسوبات سولفاته دانه ریز، T185- AJ#93 (E 8160-62ft AJ#110) در داخل بلورهای انیدریتی، T185- AJ#01) بلورهای (E 8160-62ft AJ#110) بافت جناغی (Chevron) در داخل بلورهای انیدریتی، B100 (E 8235-40ft AJ#110) در داخل بلورهای انیدریتی، T185- 8160-62ft (AJ#110) بلورهای ایدریتی ایدریتی (E 8160-62ft AJ#110) در داخل بلورهای ایدریتی (E 8160-62ft AJ#110) در داخل بلورهای ایدریتی ایدریتی (E 8160-62ft AJ#110) در داخل بلورهای ایدریتی (B 90ft AJ#05-62ft AJ#110) در داخل بلورهای ایدریتی (B 90ft AJ#10) در داخل بلورهای ایدریتی (B 90ft AJ#93) در داخل مرد داخل می (B 90ft AJ#110) در داخل می (B 90ft AJ#93) در داخل AJ#93)



شکل ۷- تأثیر دیاژنز بر روی رسوبات سولفات کلسیم: A) رگ پر شده توسط انیدریت در داخل مادستون، (AJ#16, 7018-19ft B) سیمان انیدرتی پرکننده فضای بین ذرات کربناته،7233ft C،AJ#12, بلورهای سوزنی و کشیده انیدریت (Lath) حاصل تبلور دوباره، B5570-71ft ،AJ#18) حالت چین خوردگی رگ مادستونی همراه با انیدریت در اثر فرایند تراکم، 2487t E، AJ#25) بلورهای کشیده ژیپس با حالت جریانی در زمینه ای از انیدریت و دانه های پراکنده کربناته،606t F، AJ#60) جانشینی قالب های فسیل Chilostomellid توسط انیدریت (بخش پایینی خرده کربناته)،7740ft،AJ#67.

٤- تراکم: این فرایند یکی از مهترین فاکتورهای کنترل کننده فابریک انیدریت ها و پدیده انیدریتیزاسیون رسوبات ژیپس اولیه در این میدان می باشد. در نتیجه این بهم فشردگی، دگرشکلی عمدهای در فابریک انیدریت اولیه(خم شدگی، شکست و آرایش مجدد) در طی تدفین ایجاد شده است(شکل ۷- D).

در برخی قسمت ها با توجه به فابریک جانشینی انیدریت و دگرشکلی نامحسوس بلورهای سوزنی انیدریت(مثل بافت ضربدری یا Decussate در بلورها) می توان استنباط کرد که تراکم مقدم بر انیدریتی شدن باشد(شکل٥- E و ٥-E). تراکم رسوبات در طی تدفین ۳- تبلور مجدد: در بخشهایی از پوش سنگ که رسوبات سولفاته در معرض سیالات غنی از کربنات کلسیم و نیز شرایط تدفین بوده اند پدیده تبلور مجدد دیده می شود. این فرایند با حضور بلورهای بزرگ و بلوکی و یا بلورهای سوزنی و کشیده انیدریت مشخص می شود که تحت تأثیر دگرشکلی شدید و تبلور دوباره می شود که تحت تأثیر دگرشکلی شدید و تبلور دوباره می شود که تحت تأثیر دگرشکلی تدین و یا در اثر بخشی قرار گرفتهاند(شکل ۷- C). این بلورهای دانه درشت در درجه حرارتهای بالای تدفین و یا در اثر تبلور دوباره بلورهای انیدریت دانه ریز در محیط تدفینی حاصل شده اند(EI-Tabakh et al, 2004). 117

مطالعه چینه شناسی، تنوع فابریکی و تغییرات دیاژنزی رسوبات ...

کلسیت زایی ژیپس یا انیدریت مطابق با واکنش زیر دنبال می شود: CaSO4 + 2HCO3- → CaCO3 + CO2 + H2O + SO4-2

آنالیز عنصری (EDS) و ایزو توپ کربن (δ 13C) ترکیب بوسیله تکنیک آنالیز عنصری(EDS) ترکیب شیمیایی نمونههای جامد سولفاته مورد ارزیابی قرار گرفت. که نتایج حاصل از تجزیه برای ۱۲ نمونه در جدول ۱ آورده شده است. این نمونهها دارای مقادیر متفاوت S و Ca و C بوده و همچنین دارای مقادیر جزئی نمک و رس و سایر عناصر میباشند. نتایج حاصل از برخی از این داده ها فرایندهای کلسیت زایی و جانشینی را در رسوبات سولفاته تأیید می کند(جدول ۱). که با آبزدایی ژیپس همراه میباشد باعث کاهش ضخامت چینهای رسوبات ژیپسی نیز می شود.

٥- جانشینی و کلسیت زایی: پدیده جانشینی در داخل رسوبات سولفاته پوش سنگ بسیار چشمگیر می باشد و این پدیده بصورت جانشینی انیدریت بجای کربناتها و این پدیده بصورت جانشینی و یا جانشینی تبخیریها و قالبهای فسیلی قبلی و یا جانشینی شکل ۲۰ عارویر SEM بلورهای انیدریت کلسیتی شده را نشان می دهد که تجزیه عنصری آنها در جدول ۱ آورده شده است. سودومورفهای کلسیت و پیریت حاصل از جانشینی بلورهای ژیپس و انیدریت بایستی بدلیل نوسان ترکیب محلول و معرفی محلول جدید باشد.

جدول ۱- داده های حاصل از تجزیه عنصری (EDS) برخی از خرده های انیدریت پوش سنگ میدان نفتی آغاجاری

Well No	Depth(ft)	0	Na	Mg	Al	S <u>i</u>	s	Ca	С	CI	₿ą	Fe
A.J#49	6254-55	-	5.73	4.68	3.22	7.89	30	38.36	1.63	7.47	-	1.01
A.J#69	7423	-	1.39	-	-	0.61	44.18	53.82	-	-	-	
AJ#69	7432	-	-	-	-	-	44.62	55.38	-	-	-	
A.I//93°	7185-90	43.38	0.39	-	-	0.56	14.29	16.87	16.28	-	1.55	6.68
AJ#110*	8160-62	34.97	6.53	-	-	-	7.98	23.58	14.2	12.73	-	-
AJ#110	8160-62	-	7.22	-	-	0.85	32.75	47.66	0.93	11	-	-
AJ#110	8160-62	-	5.64	2.09	1.3	2.77	32.15	43.42	0.99	11.66	-	
AJ#110	8160-62	-	-	-	-	-	39.47	30.53	-	-	30	
AJ#110	8160-62	-	2.55	-	-	-	43.59	48.67	-	-	5.2	-
AJ//128*	8518-20	33.65	1.94	-	-	2.37	18.94	28.78	12.76	1.56	-	-

نکته: نمونه های مورد مطالعه دارای پدیده کلسیت زایی در چاه هایی با علامت * مشخص شده است.

میدهند. در مقابل، کربن آلی یک غنی شدگی واضحی را در 12C از خود به نمایش میگذارد(Weizer, 1983). علت اصلی تفریق ایزوتوپی بین CO2 و مواد آلی موجود، فتوسنتز میباشد. تغییرات ایزوتوپ 13C در مواد مختلف در شکل ۸ آورده شده است. بررسی ایزوتوپ کربن (δ 13C) در رسوبات می تواند بعنوان ابزار مهمی جهت آنالیز محیط رسوبی (Liu et al.,) بعنوان ابزار مهمی جهت آنالیز محیط رسوبی (2006; Maruoka et al., 2007) رسوبات، کربن هم در مواد آلی و هم در کربناتها یافت می شود. کربنات ها یک غنی شدگی جزیی را در 13C نسبت به CO2 حل شده هیدروسفری یا اتمسفری نشان کربن آلی ترک می کند. ترکیبات ایزوتوپی کربناتهای دریایی اولیه $(\delta 13 C carb)$ نسبت به کربن غیرآلی آب دریا اندکی غنی شدهاند $(7 - \cdot \%)$ ، و رسوبگذاری کربناتها تأثیر کمی را بر روی $\delta 13 C$ کربن غیرآلی محلول در آب اقیانوس دارد. مقادیر کم $\delta 13 C$ در کربناتها معمولاً به یک منشأ بیوژنیک آنها دلالت میکند که در طی ۲-تجزیه بی هوازی مواد آلی و ۲- تنفس گیاهان تشکیل شدهاند. در طی واکنش های احیاء سولفات، جایی که مواد آلی به عنوان منبع انرژی به وسیله باکتری ها مورد استفاده قرار می گیرند مقدار $\delta 13 C$ نزدیک ۲۰+% می-باشد. مقادیر مثبت $\delta 13 C$ معرف شرایط بی هوازی در باشد. مقادیر مثبت $\delta 13 C$ معرف شرایط بی هوازی در ایمداول میباشد($\delta 197$). ترکیب ایزوتوپی کربن در کربنات های تبخیری که از آب دریا تشکیل شدهاند اغلب بعنوان یک نماینده برای تغییرات ترکیبی اقیانوس در طی زمان بکار برده می شود. تغییرات ایزوتوپی در کربن آب اقیانوس در طی ۵۵۵ میلیون سال گذشته بسیار متغیر بوده (Holland, 1984)، میلیون سال گذشته بسیار متغیر بوده (Holland, 1984)، نشان میدهد که تغییرات ژئوشیمیایی گستردهای در آب اقیانوسها در طی فانروزوئیک رخ داده است(Holser, 1984). ترکیب ایزوتوپی میانگین کربن غیرآلی حل شده در آب دریا بوسیله ترکیبات ایزوتوپی کربن که وارد اقیانوسهای جهان شده و یا از آن خارج می شود حفظ میشود (Schidlowski et al, 1983). کربنی که از فرسایش سنگهای قارهای و یا گوشته وارد اقیانوس می فرسایش دارای ترکیب ایزوتوپی میانگین حدوداً ٥-% می



شکل Λ - تغییرات ایزوتوپ ${}^{13}\mathbf{C}$ در برابر مواد رسوبی مختلف(اشکان، ۱۳۸۳).

رسوبگذاری نهشتههای مورد مطالعه بکار برده شود. بطوری که دامنه تغییرات 3C گ گزارش شده در سنگ-های رسوبی از ۲۰+ تا ۹۰-% بوده و در محیط های آبهای شیرین این پارامتر کاملاً منفی می باشد(, Tucker (1991. بنابراین مقادیر ایزوتوپی کربن(3C گ) در نمونههای مورد مطالعه دلالت بر تأثیر آبهای شیرین در

مطالعه ایزوتوپ کربن(۵ ای افق های کربناته بین لایههای انیدریتی(طبقه راهنمای C) در پوش سنگ مخزن آسماری میدان نفتی آغاجاری مقدار متوسط۲۰/٤-% را نشان میدهد که در مقایسه با دادههای گزارش شده از سایر نقاط دنیا میتواند در تفسیر شرایط Archive of SID

مطالعه چینه شناسی، تنوع فابریکی و تغییرات دیاژنزی رسوبات ...

کربناتهای رسوب کرده در محیط رسوبگذاری خشکی-حد واسط(مردابی یا سبخایی) پوش سنگ دارد.

نتيجه گيرى

این مطالعه نشان داد که در میدان نفتی آغاجاری: ۱- رسوبات سولفاته پوشسنگ بیشتر بصورت انیدریت و گاهی ژیپس می باشند.

۲- با توجه به ستون لیتواستراتیگرافی ترسیم شده برای پوش سنگ در چاههای مختلف میدان، ۷ تا ۸ واحد مجزای انیدریتی در داخل پوش سنگ شناسایی شد.

۳- انطباق واحدهای انیدریتی در طول میدان حاکی
 از شرایط یکنواخت رسوبگذاری و عدم وجود پدیده
 های زمین ساختی می باشد.

٤- رسوبات انیدریتی بافتهای متنوعی را نشان میدهند که از آنها میتوان به ندولی، نازک یاLath شعاعی، جناغی، پورفیروبلاستیک، اسفرولیتی، اسپاری و میکروکریستالین و غیره اشاره کرد.

٥- فرایندهای دیاژنزی که بلورهای سولفات کلسیم
 را تحت تأثیر قرار دادهاند عبارتند از: انیدریت زایی،
 سیمانی شدن، تراکم، جانشینی و تبلور دوباره.

۲- پدیده های تراکم، تبلور مجدد، انیدریتزایی ژیپس(رشد انیدریت جانشینی) انحلال انیدریت و رشد رگههای انیدریتی بیشتر در طی تدفین و دیاژنز نهایی صورت گرفته است.

۷- انیدریت با توجه به انرژی تبلوری بالاتر و پایداری بیشتر نسبت به ژیپس در محیط رسوبی بهتر حفظ شده و ژیپس انحلال پیدا میکند، لذا انیدریت بعنوان فاز حاکم می باشد.

۸- بررسی های SEM-EDS نمونه های انیدریت فرایندهای کلسیت زایی و جانشینی را تأیید می کند.

۹- رسوبات انیدریتی بیشتر از رشد همزمان با رسوبگذاری و همچنین انیدریتی شدن ژیپس در طی
 دیاژنز اولیه تا نهایی حاصل شده است.
 ۱۰- اکثر رسوبات انیدریتی ویژگیهای خاصی را نشان میدهند که از ژیپسهای قبلی به ارث بردهاند.
 ۱۱- حضور فابریکهای ندولی، ندولی - موزائیکی

در داخل رسوبات سولفاته پوش سنگ و نیز دادههای ایزوتوپی کربن(13C δ) نشان دهنده محیطهای حد واسط (مردابی یا سبخایی) می باشد.

تشکر و قدردانی

صمیمانه از همکاری اداره زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب به واسطه همکاریهای بی شائبه در انجام این مطالعه و بخش پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر می شود.

منابع

۱- اشکان، ع. م، اصول مطالعات ژئوشیمیایی سنگهای منشأ هیدروکربوری و نفت ها با نگرشی ویژه به حوضه رسوبی زاگرس، شرکت ملی نفت ایران، ۵۰۵ ص، ۱۳۸۳.
۲- درویش زاده، ع.، زمین شناسی ایران، انتشارات امیر کبیر، ۱۰۹ص، ۱۳۷۲.
۳- مطیعی، ه.، پوش سنگ، گزارش شماره پ-۱۳۹۳.

4- A., Bahroudi, & H. A., Koyi, Tectono-sedimentary framework of the Gachsaran Formation in the Zagros foreland basin, Marine and Petroleum Geology, No.21, P. 1295-1310; (2004).

5- H., Craig, The geochemistry of the stable carbon isotopes. Geochimica et Cosmochimica Acta, V. 3, P. 53-92; (1953).

www.SID.ir

بهمن سليماني و قاسم قلى زاده گللو

17- J.R., O'Neil, Stable isotope geochemistry of rocks and minerals, p235-263. In Jager, E. and Hunziker, J.C.(Edits.): Lectures in isotope geology, Springer - Verlag, 329P; (1979).

18- M., Schidlowski, J.M., Hayes, and I.R., Kaplan, Isotopic interfaces of ancient biochemistries: carbon, sulfur, hydrogen and nitrogen. Earth's earliest biosphere: its origin and evolution, Ed. By Shopf, J.W. Princeton University Press, P. 149-186; (1983).

19- B. C., Schreiber, M., El-Tabakh, Deposition and early alteration of evaporates, Sedimentology, 47(Suppl.1), P. 215-238; (2000).

20- F. C. P., Slinger, Agha Jari lower Fars keybeds Report, No. G-721; (1948).

F. C. P., Slinger, The Agha Jari cap rock, Report No. G-751; (1949).

21- W.J., Stahl, Carbon isotopes in petroleum geochemistry, p274-283. InJager, E. and Hunziker, J.C.(Edits.): Lectures in isotope geology, Springer - Verlag, 329P; (1979).

22- M. W., Strong, Notes on petrography and correlation of the lower Fars chemical series of Iran, Report No. G-626; (1939).

23- M.E., Tucker, Sedimentary petrology. BlachWell Scientifical Publications, P. 260; (1994).

24- M.E., Tucker, Techniques in Sedimentology. Blackwell Scient. Publ, P. 392; (1991).

25- J.K., Warren, Evaporite sedimentology importance in hydrocarbon accumulation, P.285; (1989).

26- J.K., Warren, Evaporites: their evolution and economics, P. 438; (1999).

27- S. E., Watson, Revision of the Lower Fars key beds in Gachsaran field, Report No. G-946; (1960).

28- J., Weizer, Trace elements and isotopes in sedimentary carbonates. In: Carbonates, mineralogy and chemistry, Ed. By Reeder, R.J., Review in Mineralogy, V. 11, P.265-269; (1983).

6- R., Davies, Local correlation in Lower Fars at Haft Kel and MIS by means of mineral inclusions in the anhydrites, Report No.G-572; (1933).

 M., El-Tabakh, A., Mory, B. C., Schreiber, R., Yasin, Anhydrite cements after dolomitization of shallow marine Silurian carbonates of the Gascoyne Platform, Southern Carnarvon Basin, Western Australia, Sedimentary Geology 164, P.75–87; (2004).
 L. A., Hardie, Evaporites: marine or non-marine,

Am. J. Sc., 284, P.193–240; (1984).

9- H. D., Holland, The chemical evolution of the atmosphere and oceans. Princeton Univ. Press, Princeton, 582 P.; (1984).

10- W. T., Holser, Trace elements and isotopes in evaporates, Short Course Notes Mineral. Soc. Am., V.6, P. 295–346; (1979).

11- W.T., Holser, Gradual and abrupt shifts in ocean chemistry during Phanerozoic time. In: Holland, H.D., Trendall, A.F. Eds., Patterns of change in earth evolution. Springer, Berlin, P.123–143; (1984).

12- A., Kasprzyk, Diagenetic alteration of Badenian sulphate deposits in the Carpathian Foredeep Basin, Southern Poland: processes and their succession, Geological Quarterly, 49(3), P.305–316; (2005).

13- A., Kasprzyk, Sedimentological and diagenetic patterns of anhydrite deposits in the Badenian evaporite basin of the Carpathian Foredeep, southern Poland. Sediment. Geol., V.158, P.167–194; (2003).

14- J., Liu, A., Gent, and Y., Xiong, The application of stable carbon and hydrogen isotopic compositions of individual n-alkanes to Paleozoic oil source/source rock. Correlation enigmas in the Huanghua depression, China. J. Petroleum Science and Engineering, V. 54, No.1-2, P.70-78; (2006).

15- T., Maruoka, C., Koeberl, and B.F., Bohor, Carbon isotopic compositions of organic matter across continental Cretaceous –Tertiery(K-T) boundary sections: Implications for paleoenvironment after the K-T impact event, Earth and Plantary Science Letters, V. 253, P.226-238; (2007).

16- A., Nissenbaum, and I.R., Kaplna, Chemical and isotopic evidence for the in situ origin of marine humic substances. Limnology and Oceanography, 570p; (1972).