



دانشکده علوم زمین
گروه زمین‌شناسی

ارزیابی پوش‌سنگ مخزن آسماری در میدان نفتی رگ سفید

نگارش:

سالار آب باریکی

استاد راهنما:

دکتر بهمن سلیمانی

اساتید مشاور:

دکتر حسن امیری بختیار

مهندس افشین آرمون

شهریور 89



**Shahid Chamran University
Faculty of Earth Science
Geology Department**

**A Thesis Submitted as a partial Fulfilment Requirement for
Master of Science Degree in Petroleum Geology**

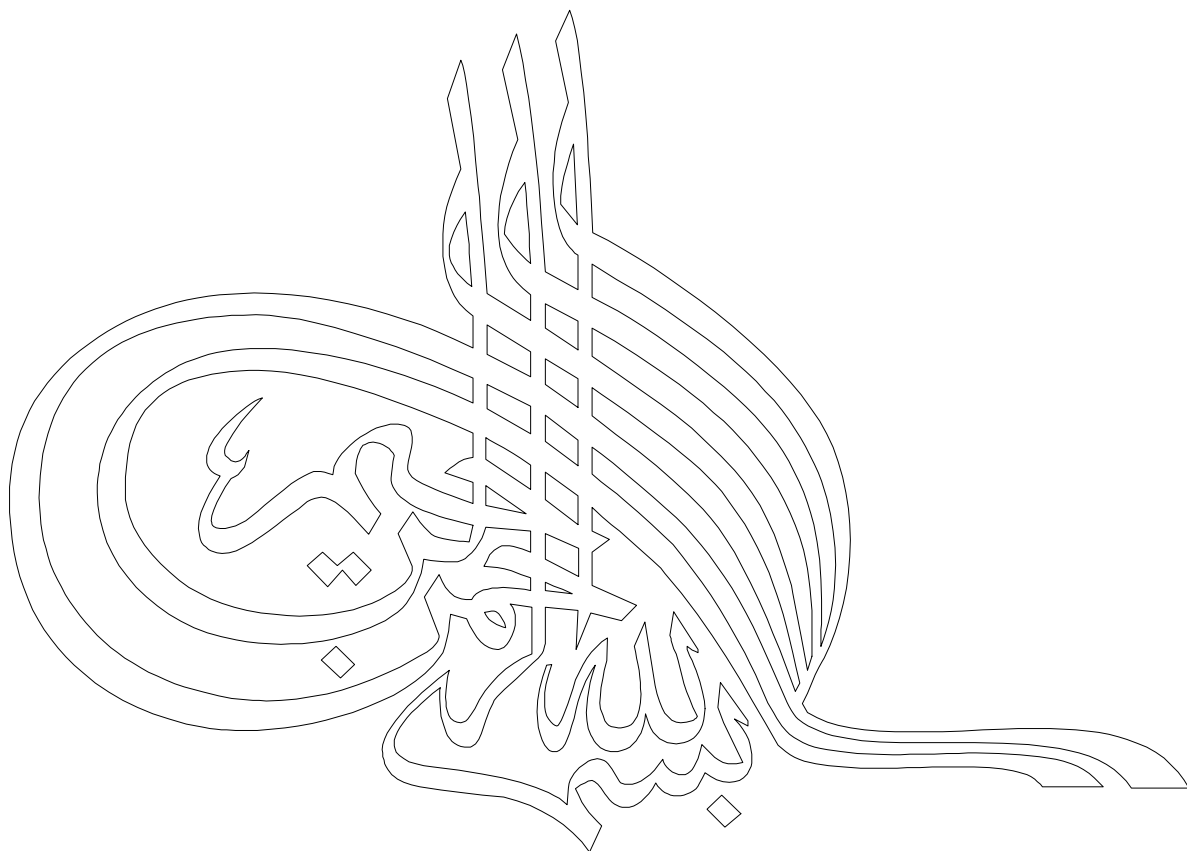
**Subject :
The Cap Rock Evaluation of Asmari Reservoir in Rag-e-
Safid Oilfield**

**Prepared by:
Salar Abbariki**

**Supervisor:
Dr. Bahman Soleimani**

**Advisors:
Dr. Amiri Bakhtiar
Mr. Armon Afshin**

September 2010





نون و القلم و مايسطرون

چکیده پایان نامه

نام خانوادگی: آب باریکی		نام: سالار
عنوان پایان نامه: ارزیابی پوش سنگ مخزن آسماری در میدان نفتی رگ سفید		
استاد راهنما: دکتر بهمن سلیمانی		اساتیدمشاور: دکتر حسن امیری بختیار مهندس افشین آرمون
درجه: کارشناسی ارشد		رشته: زمین شناسی
دانشگاه: شهید چمران اهواز		دانشکده: علوم زمین
تاریخ فارغ التحصیلی: 1389/6/28		تعداد صفحه: 134
کلید واژه ها: میدان نفتی رگ سفید، پوش سنگ، پتروگرافی، پتروفیزیک، ژئوشیمی		
<p>میدان نفتی رگ سفید در 150 کیلومتری جنوب شرق اهواز قرار دارد. بررسی پوش سنگ مخزن آسماری این میدان بمنظور کاهش ریسک حفاری انجام شده است. در این مطالعه از روشهای پتروگرافی، پتروفیزیکی و ژئوشیمیایی استفاده گردید. مطالعه میکروسکوپی 200 مقاطع نازک سنگ شناسی نمونه های پوش سنگ مخزن آسماری نشان می دهد که این بخش از سازند گچساران، شامل انیدریت، آهک، مارن و شیل بیتومینه می باشد. این مقاطع دارای تنوع بافتی گسترده ای بوده، بعضی از آنها در تعیین منشأ، محیط رسوبی دیرینه و فرآیندهای دیانژنی مورد استفاده قرار گرفتند از جمله بافتها می توان به بافت های اسفرولیتی، جریان، ضربدری، پهن، انترولیتیک اشاره کرد. فرآیندهای دیانژنی انیدریتیزاسیون، سیمانی شدن، فشردگی، تبلور مجدد و دولومیتی شدن تاثیرات مختلفی بر رخساره ی سولفات داشته اند. این فرآیندها همزمان با دیانژن اولیه و یا طی دیانژن تدفینی اتفاق افتاده اند. مجموعه شواهد بافتی و تغییرات سنگ شناسی، نشان دهنده ی رسوبگذاری این بخش در شرایط آب و هوایی گرم و خشک و محیط سبخایی- لاگونی است. این محیط پیشنهادی بدلیل عدم حضور نمک، دائماً با دریا در ارتباط بوده و به عنوان یک حوضه نیمه محدود عمل می کند.</p> <p>ارزیابی پتروفیزیکی پوش سنگ مخزن آسماری میدان نفتی رگ سفید، با استفاده از لاگ های گاما و سونیک انجام گردید. وجود 6 لایه کلیدی پوش سنگ با توجه به عکس العملهای آنها نسبت به ابزار نمودارگیری شناسایی گردید. با رسم ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در 15 چاه تولیدی، تطابق افق های کلیدی صورت پذیرفت. بر اساس داده های بدست آمده افق کلیدی B یعنی شیل بیتومینه در تمامی چاه ها با ضخامت های مختلف مشاهده شد. بمنظور بررسی تغییرات ضخامت و عمق لایه های کلیدی و کاهش ریسک حفاری، نقشه های ایزوکور و هم عمق ترسیم شد. ضخامت پوش سنگ در یال شمالی نسبت به یال جنوبی به جز چاه 89 افزایش نسبی را نشان می دهد. نیروهای تکتونیکی و پتانسیل تغییر شکل پوش سنگ، از جمله دلایل تغییرات عمق و ایجاد خمش در این بخش می باشد.</p> <p>در مطالعات ژئوشیمیایی با استفاده از آنالیز عنصری XRF به بررسی های تغییرات عناصر نسبت به عمق و Mg/Ca پرداخته شد. بررسی تغییرات عناصر اصلی و کمیاب در بخش پوش سنگ نسبت به بخشهای بالاتر از تفاوت شرایط حوضه رسوبی در این بخش نسبت به سایر بخشها حکایت دارد. توجه به تغییرات آنها می تواند راهنمای خوبی برای شناسایی افقهای مختلف در پوش سنگ و کاهش ریسک حفاری باشد. بدیهی است که در این صورت توجه به خصوصیات زمین شناسی و ساختمانی نیز در تفسیر داده ها می تواند کمک مؤثری داشته باشد. مجموعه ی این بررسی- هانشان داد پوش سنگ میدان رگ سفید یک پوش سنگ های حاشیه ای است.</p>		

Dissertation's Abstract

Family Name: Abbariki	Name: Salar
Topic: CapRock Evaluation of the Asmari Reservoir in Rag-e-Safid Oilfield	
Guide: Dr. B.Soleimani	Co-guide: Dr.H.Amiri Bakhtiar Mr.A. Afshin
In fulfillment of: M.Sc. Petroleum Geology	
University of Shahid Chamran, Faculty of Earth Science ,Geology Department	
Date of Viva Voce presentation: 28/6/1389	Total number of pages: 134
Key Words: Rag-e-Safid Oilfield, Caprock, Petrography, Petrophysic, Geochemistry	
<p>Rag-E-Safid oil field is located at 150km south east of Ahvaz city. The Cap rock Evaluation of the Asmari Reservoir in this oil field was carried out to decrease of drilling risk. In the present study, petrography, petrophysic and geochemistry methods were used. Petrographic study of 200 microscopic thin sections of the caprock of Asmari reservoir indicated that this member of Gachsaran Formation consisted of anhydrite, limestone, marl and bituminous shale. These thin sections are showing the wide textural diversity that can be used to determine source, paleo sedimentary environment and diagenetic processes. Of these textures, it may be pointed out spherulitic, fluidal, decussate, lath and enterolitic. Diagenetic processes have been affected on sulphate facies by anhydritization, cementation, compaction, and recrystalization. These processes are occurred in early diagenesis or burial diagenesis. All of these evidences are indicates that this member deposited in dry and warm climate and sabkha –lagoon environment. The offered environment has connected to open sea as sub limited basin due to lack of salt sediments.</p> <p>Petrophysical evaluation of the Asmari caprock was made by GR and Sonic well Logs. It was determined 6 key beds with respect of their responses to well logging tools in the caprock. The stratigraphic columns of 15 studied production wells were plotted and correlated. Based on these data, Key bed B, i.e. bituminous shale, was recognized at all localities with different thicknesses. To study thickness and depth variation in the oil field, isochor and isodepth maps were constructed to decrease drilling risk. The cap rock thicknesses were increased from the north to southern flank, exception well no 89. Tectonic forces and deformational potential of the cap rock, are the main factors in depth variations and curvature of this part of the field.</p> <p>Geochemical sample analyses were done using XRF method. Their variations was compared to depth and Mg/Ca. Based on the results it is revealed that the elements changes is different in caprock than upper part of the Gachsaran Formation due to sedimentary environmental conditions. With regards to the element behavior, it can be considered as an indicator of depth and consequently decrease drilling risk Therefore, it is too important to notice geological and structural characteristics. All these data showed that the caprock of this oil field can be classified as marginal type.</p>	

فصل اول: کلیات

- 1-1-1 مقدمه..... 2
- 2-1-2- جایگاه ایران از نظر ذخایر هیدروکربنی..... 4
- 3-1-3- اهمیت شناخت پوش سنگ..... 5
- 4-1-4- پوش سنگ..... 6
- 1-4-1- لیتولوژی..... 7
- 2-4-1- انعطاف پذیری..... 7
- 3-4-1- ضخامت..... 8
- 4-4-1- تداوم جانبی..... 8
- 5-4-1- خواص موئینه..... 8
- 6-4-1- انتشار هیدروکربن در پوش سنگ..... 9
- 7-4-1- عمق تدفین پوش سنگ..... 9
- 5-1-5- تاریخچه مطالعات سازند گچساران..... 9
- 6-1-6- ویژگی‌های میدان نفتی مورد مطالعه..... 10
- 1-6-1- تاریخچه اکتشاف، حفاری و بهره‌برداری از میدان رگ سفید..... 10
- 2-6-1- حدود و موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی میدان نفتی رگ سفید..... 11
- 7-1-7- اهداف مطالعه..... 12
- 8-1-8- روش مطالعه..... 13
- 9-1-9- تاریخچه مطالعات پوش سنگ در زاگرس..... 15
- 10-1-10- تاریخچه‌ی مطالعات میدان نفتی رگ سفید..... 17

فصل دوم: زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

- 1-2-1- مقدمه..... 19
- 2-2-2- زمین ساخت زاگرس..... 19
- 3-2-3- مشخصات زاگرس..... 21
- 1-3-2-1- زون ساختمانی پیچیده همراه با سنگ‌های دگرگونی..... 23
- 2-3-2-2- زون رورانده یا درهم (زاگرس داخلی)..... 23
- 3-3-2-3- زاگرس چین خورده ساده..... 24

25.....	4-2- فروافتادگی دزفول.....
27.....	5-2- ساختمان میدان رگ سفید.....
27.....	1-5-2- مقطع لرزه‌ای تاق‌دیس رگ سفید.....
28.....	2-5-2- گسل‌ها و شکستگی‌ها در میدان نفتی رگ سفید.....
29.....	3-5-2- چرخش در میدان رگ سفید.....
30.....	4-5-2- مدل چین‌خوردگی میدان نفتی رگ سفید.....
30.....	5-5-2- تأثیر فازهای تکتونیک و ناپیوستگی‌ها.....
31.....	6-2- چینه‌شناسی میدان نفتی رگ سفید.....
31.....	1-6-2- سازند آواری آغا‌جاری.....
32.....	2-6-2- سازند میشان.....
32.....	3-6-2- سازند تبخیری گچساران.....
34.....	4-6-2- سازند آسماری.....
35.....	5-6-2- سازند پابده.....
35.....	6-6-2- سازند گورپی.....
35.....	7-6-2- سازند ایلام.....
35.....	8-6-2- سازند سروک.....
36.....	9-6-2- سازند کژدمی.....
36.....	10-6-2- سازند داریان.....
37.....	11-6-2- سازند گدوان.....
37.....	12-6-2- سازند فهلیان.....

فصل سوم: مطالعات پتروگرافی

39.....	1-3- مقدمه.....
39.....	2-3- انیدریت (CaSO_4).....
40.....	1-2-3- طبقه بندی انیدریت.....
42.....	3-3- ژیبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).....
42.....	4-3- مارن.....
43.....	5-3- کربنات‌ها.....
43.....	6-3- ترکیبات دیگر.....

فصل چهارم: مطالعات پتروفیزیکی

62	1-4- مقدمه.....
63	2-4- نقشه های منحنی های میزان.....
63	3-4- نمودار ترسیمی سر چاهی.....
63	4-4- نمودارهای چاه پیمایی.....
65	5-4- نمودار پرتو گامای طبیعی.....
66	6-4- کاربرد های لاگ گاما.....
67	7-4- لاگ صوتی.....
67	8-4- کاربردهای لاگ صوتی.....
68	9-4- مطالعه پترو فیزیکی پوش سنگ با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی.....
71	1-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 91.....
72	2-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 40.....
73	3-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 17.....
74	4-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 42.....
75	5-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 65.....
76	6-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 54.....
77	7-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 49.....
78	8-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 120.....
79	9-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 99.....
80	10-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 75.....
81	11-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 74.....
82	12-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 89.....
83	13-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 52.....
84	14-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 61.....
85	15-9-4- تفسیر ستون سنگ چینه ای پوش سنگ در چاه شماره 82.....
89	10-4- انطباق چینه‌ای.....
90	11-4- سیکل های رسوبی پوش سنگ.....

- 12-4- نقشه‌های ایزوکور و ایزوپک پوش سنگ.....91
- 13-4- نقشه‌های هم‌عمق پوش سنگ.....92

فصل پنجم: مطالعات ژئوشیمیایی

- 5-1- مقدمه.....97
- 5-2- آنالیز شیمیایی به روش XRF (X-Ray Fluorescence).....98
- 5-3- تفسیر تغییرات ژئوشیمیایی عناصر در پوش سنگ.....103
- 5-3-1- نمودارهای عناصر اصلی در مقابل Mg/Ca و عمق.....103
- 5-3-2- نمودارهای عناصر کمیاب نسبت به Mg/Ca و عمق.....111

فصل ششم: نتایج و پیشنهادات

- 6-1- نتیجه‌گیری.....118
- 6-1-1- نتایج ارزیابی پتروگرافی پوش سنگ.....118
- 6-1-2- نتایج ارزیابی پتروفیزیکی پوش سنگ.....119
- 6-1-3- نتایج آنالیز ژئوشیمی نمونه‌های مورد مطالعه پوش سنگ.....121
- 6-2- پیشنهادات.....123
- منابع و مآخذ.....124

فهرست تصاویر

- شکل 1-1- سیمای کلی یک سیستم نفتی.....3
- شکل 1-2- موقعیت و جایگاه میدان نفتی رگ سفید در حوضه رسوبی زاگرس.....12
- شکل 1-3- طرح شماتیک مطالعه میدان مورد مطالعه.....15
- شکل 2-1- نمای زاگرس.....20
- شکل 2-2- موقعیت ساختمانی بخش‌های مختلف زاگرس.....21

- شکل 2-3- بلوک دیاگرام کشش پی سنگ زاگرس در پرموتریاس و موقعیت میدان رگ سفید.....21
- شکل 2-4- شماتیک نشان دهنده چهارچوب ساختاری زاگرس و اهمیت زون های گسل خورده بالارود، ایذه و منقارک.....26
- شکل 2-5- مقطع لرزه ای در عرض تاقدیس.....28
- شکل 3-1- طبقه بندی انیدریت ها براساس ساختار41
- شکل 3-2- بافتهای مشاهده شده در افقهای انیدریتی.....44
- شکل 3-3- بافتهای مشاهده شده در افقهای آهکی.....46
- شکل 3-4- بافتهای مشاهده شده سنگها.....49
- شکل 4-1- گرافهای حاصل از گل حفاری و ابزارهای گل حفاری.....65
- شکل 4-2- ابزار گاما.....66
- شکل 4-3- نقشه زیرسطحی سر سازند آسماری در میدان نفتی رگ سفید و موقعیت چاههایی که مطالعات پتروفیزیکی بر روی آنها انجام شده است.....69
- شکل 4-4- دو روند تکتونیکی میدان رگ سفید.....70
- شکل 4-5- آخرین مدل شکستگیهای قبل وبعد از چین خوردگی در مخزن آسماری میدان رگ سفید در ناحیه فروافتادگی دزفول.....70
- شکل 4-6- ستون چینه شناسی پوش سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 91 میدان رگ سفید.....71
- شکل 4-7- ستون چینه شناسی پوش سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 40 میدان رگ سفید.....72
- شکل 4-8- ستون چینه شناسی پوش سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 17 میدان رگ سفید.....73
- شکل 4-9- ستون چینه شناسی پوش سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 42 میدان رگ سفید.....74
- شکل 4-10- ستون چینه شناسی پوش سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 65 میدان رگ سفید.....75
- شکل 4-11- ستون چینه شناسی پوش سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 54 میدان رگ سفید.....76

- شکل 4-12- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 49
77..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-13- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 120
78..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-14- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 99
79..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-15- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 75
80..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-16- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 74
81..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-17- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 89
82..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-18- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 52
83..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-19- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 61
84..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-20- ستون چینه‌شناسی پوش‌سنگ با استفاده از نمودار گاما و سونیک در چاه شماره 82
85..... میدان رگ‌سفید.....
- شکل 4-21- نمودار تطابق سنگ چینه‌ای پوش‌سنگ در چاه‌های یال شمالی میدان رگ‌سفید... 86
- شکل 4-22- نمودار تطابق سنگ چینه‌ای پوش‌سنگ در چاه‌های خط‌الراس میدان رگ‌سفید..... 87
- شکل 4-23- نمودار تطابق سنگ چینه‌ای پوش‌سنگ در چاه‌های یال جنوبی میدان رگ‌سفید... 88
- شکل 4-24- الف- نقشه ایزوکور پوش‌سنگ مخزن آسماری میدان رگ‌سفید ب- دیاگرام سه‌بعدی
تغییرات ضخامت پوش‌سنگ در میدان رگ‌سفید..... 93
- شکل 4-25- الف- نقشه ایزوپاک پوش‌سنگ مخزن آسماری میدان رگ‌سفید ب- دیاگرام سه‌بعدی
تغییرات ضخامت واقعی پوش‌سنگ در میدان رگ‌سفید..... 94
- شکل 4-26- الف- نقشه‌ی هم‌عمق (Isodepth) رأس پوش‌سنگ در میدان رگ‌سفید که همان
UGC است ب- دیاگرام سه‌بعدی هم‌عمق رأس پوش‌سنگ در میدان رگ‌سفید..... 95

- شکل 5-1- نمایی از دستگاه XRF مدل Panalytical Epsilon 5.....99
- شکل 5-2- نحوه فعال شدن الکترون و تابش اشعه ایکس.....99
- شکل 5-3- نمودارهای تغییرات BaO نسبت به عمق و نسبت Mg/Ca در: (A-D) نمونه های پوش سنگ و (E-H) همراه با افقهای بالاتر.....104
- شکل 5-4- نمودارهای تغییرات BaO نسبت به عمق و نسبت Mg/Ca در: (A-B) نمونه های پوش سنگ و (C-F) همراه با افقهای بالاتر.....105
- شکل 5-5- نمودارهای تغییرات Al₂O₃ نسبت به عمق و نسبت Mg/Ca در: (A-B) نمونه های پوش سنگ (بخش 1 سازند گچساران) و (C-F) همراه با نمونه های افقهای بالاتر.....106
- شکل 5-6- نمودارهای تغییرات Fe₂O₃ نسبت به عمق و نسبت Mg/Ca در (A-D) نمونه های مورد مطالعه و (E-F) در نمونه های پوش سنگ (بخش 1 سازند گچساران).....107
- شکل 5-7- نمودارهای تغییرات Na نسبت به Cl، عمق و Mg/Ca در نمونه های مورد مطالعه.....108
- شکل 5-8- نمودارهای تغییرات Na نسبت به Cl، عمق و Mg/Ca در نمونه های مورد مطالعه.....109
- شکل 5-9- نمودارهای تغییرات MgO نسبت به عمق در: A-B نمونه های مورد مطالعه و C-D در پوش سنگ.....110
- شکل 5-10- نمودارهای تغییرات P₂O₅، نسبت به عمق و نسبت Mg/Ca در: (A-B) نمونه های مورد مطالعه و (C-D) پوش سنگ.....110
- شکل 5-11- نمودارهای تغییرات SiO₂ نسبت به عمق در: (A-B) نمونه های مورد مطالعه و (C-D) نمونه های پوش سنگ.....111
- شکل 5-12- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب Pb و Sr نسبت به Mg/Ca در نمونه های مورد مطالعه.....112
- شکل 5-13- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب در نمونه های: (A-D) مورد مطالعه و (E-H) در نمونه های پوش سنگ در چاه 82.....113
- شکل 5-14- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب در نمونه های مورد مطالعه در چاه 99. در این میان نمودار E و F مربوط به نمونه های پوش سنگ بوده در سایر نمودارها همراه با سایر نمونه ها نمایش داده شده است.....115

فهرست جداول

جدول 3-1- مطالعه مقاطع نازک چاه‌های میدان رگ سفید.....	50
جدول 4-1- زمان عبور در مایعات و جامدات گوناگون	67
جدول 4-2- مشخصات چاه‌هایی که مطالعات پتروفیزیکی بر روی آنها انجام شده است.....	90
جدول 5-1- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های مربوط به چاه شماره 82 پوش سنگ میدان رگ- سفید.....	101
جدول 5-2- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های مربوط به چاه شماره 99 پوش سنگ میدان رگ- سفید.....	102

فصل اول

کلمات

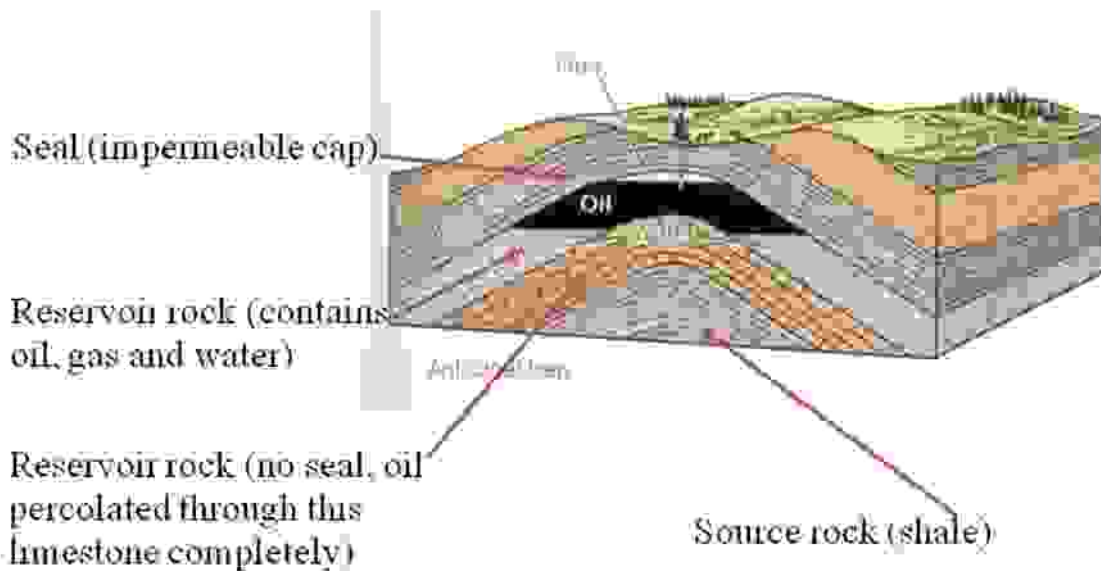
1-1) مقدمه

هیدروکربور می تواند به صورت فازهای مختلف، از جمله فاز گازی نظیر گاز طبیعی (Natural Gas) فاز مایع نظیر نفت خام (Crud Oil) و فاز جامد مانند قیر (Asphalt) در منافذ شکستگی‌ها تجمع یابد (رضایی، 1380). انباشته شدن مواد هیدروکربوری در زیر سطح زمین در سنگهایی صورت می‌گیرد که توانایی نگهداری و انتقال سیال را داشته باشد. این سنگها مخزن Reservoir نامیده می‌شوند. پنج عامل برای تجمع اقتصادی نفت و گاز لازم و ضروری می‌باشد (رضایی، 1380)، که عبارتند از :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| Mature Source Rock | 1- سنگ منشاء بالغ |
| Reservoir Rock | 2- سنگ مخزن |
| Migration | 3- مهاجرت |
| Cap rock | 4- پوش سنگ |
| Oil trap | 5- تله نفتی |

نفت بطور عمده از کربن (C) و هیدروژن (H) و بمقدار کمتر اکسیژن (O)، نیتروژن (N) و گوگرد (S) تشکیل شده است، که از تجزیه و فساد بقایای جانوران و گیاهان در رسوبات مدفون در اعماق زمین و طی زمان‌های طولانی زمین‌شناسی تشکیل می‌شود. سنگ‌هایی که حاوی چنین بقایایی بوده و قادر باشند در اثر تکامل حرارتی، هیدروکربور تولید کنند، در اصطلاح سنگ‌های منشأ (Source Rocks) نامیده می‌شوند. هیدروکربورهای تولید شده از طریق لایه‌های معبر (Carrier Beds) به درون سنگ‌های متخلخل و تراوا مهاجرت می‌نمایند. این لایه‌های تراوا که در اصطلاح سنگ مخزن (Reservoir Rock) نامیده می‌شوند، توسط سنگ‌هایی نفوذناپذیر بنام پوش‌سنگ (Cap Rock) پوشیده می‌شوند. پوش‌سنگ‌ها از خروج مواد هیدروکربوری

به سطح زمین جلوگیری می‌نمایند. البته باید توجه داشت که نفت می‌تواند درون یک شکل هندسی خاص موسوم به نفتگیر (Oil Trap) بدام افتد که تاقدیس یکی از موارد آنهاست (Gluyas & Swarbrick, 2004).



شکل 1-1) سیمای کلی یک سیستم نفتی

در ایران رسوبات تبخیری شامل سری نمک‌های پرکامبرین (سری هرمز)، رسوبات ژوراسیک فوقانی (انیدریت هیث) و تبخیری‌های ترشیاری (سازندهای گچساران و قم) می‌باشند (Rahimpour Bonab & Kalantarzadeh, 2005). در این میان، سازند گچساران متشکل از نهشته‌های تبخیری، به طول 2000 کیلومتر و عرض 50 کیلومتر از شمال شرق سوریه و عراق تا جنوب غرب ایران گسترش یافته است (امیری بختیار و باوی 1388) و تشکیل دهنده پوش‌سنگ مخزن آسماری در ایران می‌باشد. حضور این نهشته‌های تبخیری باعث شکل‌گیری چین‌های ناهمگن شده و عملیات پی‌جویی، اکتشاف و تطبیق ساختمان‌های سطحی و زیرسطحی را با مشکلات زیادی مواجه می‌سازد (صیرفیان، 1386). تبخیری‌ها نقش متفاوتی را در ایجاد تله‌های نفتی در کمربندهای برخوردی سراسر جهان ایفا می‌کنند. آن‌ها اغلب در مراحل اولیه برخورد نهشته شده و در زمان فرونشست کوهپایه‌ای جریان آب سطحی را محدود می‌نمایند و در ایجاد تله‌های نفتی تاقدیسی نقش مهمی ایفا می‌کند. رسوبات در صورت جریان یافتگی بصورت ساختمان‌های دیاپیری تزریق شده و تله‌های ساختمانی را ایجاد می‌کنند. حضور پوش‌سنگ تبخیری در بالای مخزن همواره امر مطلوبی در بدام افتادن هیدروکربور است (Rev, 1999).

در محیط‌های تبخیری، درجه حرارت بسیار بالا بوده و رطوبت نسبی پایین است. ولی میزان بارندگی کمتر از تبخیر می‌باشد که همین عامل، مهمترین شرط لازم برای تشکیل نهشته‌های

تبخیری است. امروزه تبخیری‌ها به وسعت تبخیری‌های زمان‌های گذشته زمین‌شناسی ته نشین نمی‌شوند (Yechieli & Wood, 2002). این نهشته‌ها در کشورهای مختلف، با عناوین متفاوتی نامگذاری می‌شوند (Rosen, 1994): نهشته‌های سبخایی، سالینا، پلایا، دریاچه‌های شور، پهنه‌های نمکی و ... تاکنون نزدیک به 40 واژه برای توصیف اشکال ژئومورفولوژیکی این نهشته‌ها بکار برده شده است (Benison & Goldstien, 1999). تاکنون بیش از 80 نوع کانی (بغیر از کانی‌های آواری) از رسوبات تبخیری دریایی گزارش شده است (Warren, 2006). مطالعات نشان می‌دهد که در مراحل اولیه تبخیر، کربنات‌ها و سپس رسوبات سولفات‌ها نهشته می‌شوند، در نهایت با افزایش میزان تبخیر، نمک‌های سدیم‌دار (هالیت)، پتاسیم‌دار (سیلویت، کارنالیت و پلی‌هالیت) و سرانجام نمک‌های منیزیم‌دار (بیشوفیت و کایزیریت) ته نشین می‌شوند (Krupp, 2005). انواع گسترده و مشهور کانی‌های تبخیری عمدتاً در سه گروه مطالعه می‌شوند: کربنات‌ها (مثل کلسیت، دولومیت، مگنیزیت و دکاهدزیت)، سولفات‌ها (مثل انیدریت، ژپس، لانگ بینیت، پلی‌هالیت و کایزیریت)، کلورها (مثل نمک طعام، سیلویت، کارنالیت و بیشوفیت) (Hardi, 1984). کانی‌های تبخیری اصلی شامل ژپس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و انیدریت (CaSO_4) و هالیت (NaCl) می‌باشند (موسوی حرمی و محبوبی، 1383). کانی‌های تبخیری نمک‌هایی هستند که در نتیجه‌ی افزایش غلظت نمک‌های محلول، تحت تاثیر تبخیر و اشباع شدن آنها در محیط‌های مختلف ته نشین می‌شوند (Warren, 2006). رسوبات تبخیری از اجزاء اصلی بسیاری از میداین نفتی جهان محسوب می‌شوند، که می‌تواند بعنوان پوش‌سنگ مخازن کربناته و یا بعنوان تله‌های ساختاری دی‌پیری در جریان دی‌پیرسیم نمک عمل نمایند (Tucker, 1999 a).

1-2) جایگاه ایران از نظر ذخایر هیدروکربنی

ایران به عنوان یکی از بزرگترین تولید کنندگان نفت خاور میانه و دنیا، 9 درصد ذخائر نفت و 15 درصد ذخائر گاز طبیعی جهان را در خود جای داده است (www.geolsoc.org.uk). بخش اعظم ذخایر نفتی و گازی کشور در حوضه‌های زاگرس و خلیج فارس واقع شده است. در حوضه‌ی زاگرس، 16 تاقدیس از جمله نفتگیرهای عظیم بوده و محتوای بیش از 500 میلیون بشکه نفت قابل استخراج و یا 3/5 تریلیون فوت مکعب گاز قابل استخراج دارند (صیرفیان، 1386). در حال حاضر حدود 81% کل ذخایر قطعی نفت جهان در اختیار کشورهای عضو اوپک (Organization of Petroleum Exporting Countries) قرار دارد. بطوریکه مجموع ذخایر نفت این کشورها به 983 میلیارد بشکه می‌رسد. (مرادی، 1388) در میان کشورهای غیر اوپک نیز بیشترین ذخایر نفت در اختیار کشورهای روسیه با 72/7 میلیارد بشکه و آمریکا با 24/2 میلیارد بشکه است (www.topiranian.com). در مورد ذخایر گازی هم 16% کل گاز کشف شده (971 تریلیون

فوت مکعب) در کشور ما قرار دارد و از این نظر ایران پس از روسیه، در جهان دارای مقام دوم می-باشد (www.saxtonoil.com).

از نظر تعداد مخازن هیدروکربوری و بدون توجه به حجم هیدروکربورها، تقریباً 90% مخازن بزرگ ایران، کربناته و 10% ماسه‌سنگی می‌باشند. در این میان، 53% مخازن نفتی و 47% آنها گازی اند (Horn, 2003). مخازن نفتی اهواز، مارون، نوروز، فروزان، ابوذر و سروش از مخازن نفتی بزرگ ماسه‌سنگی بوده و میادین گچساران، آغاچاری و بی‌بی حکیمه از جمله معروفترین مخازن نفتی بزرگ کربناته محسوب می‌شوند (Alshahran & Narin, 1997).

3-1) اهمیت شناخت پوش سنگ :

پوش سنگ‌ها می‌توانند از انواع سنگ‌های رسوبی مانند کربنات‌ها، آواری‌ها و تبخیری‌ها باشند. از سنگ‌های کربناته، سنگ‌های میکریتی می‌توانند به عنوان یک پوش سنگ خوب عمل کنند، اما مشکلی که در رابطه با این سنگ‌ها وجود دارد شکننده بودن آنهاست. بنابراین در مناطق فعال تکتونیکی شکسته خواهند شد. در سنگ‌های آواری رسوباتی که دانه ریزترند مانند شیل می‌توانند پوش سنگ خوبی محسوب شوند. (Grunau, 1987). طبق مطالعات انجام شده مشخص شد که بیش از 66% میدان‌های نفتی که دارای ذخایر عظیمی هستند دارای پوش سنگ شیلی هستند و 33% نیز دارای پوش سنگ تبخیری هستند (Klemme, 1977., Grunau, 1987). در مقایسه با کربنات‌ها نیز باید اذعان نمود که شیل‌ها از شکنندگی کمتری برخوردارند (Downey, 1984). از لحاظ ویژگی‌های رسوبی مهمترین گروه پوش‌سنگ‌ها، تبخیری‌هایی مانند انیدریت و نمک هستند، که از بهترین پوش سنگ‌ها محسوب می‌شوند، چون تراوایی نزدیک به صفر داشته و عملکردشان در برابر نیروهای تکتونیکی شکننده نیست و رفتاری پلاستیک از خود نشان می‌دهند (رضایی 1380). در مناطق نفتی جنوب ایران رسوبات تبخیری علاوه بر وظیفه مهم فوق جدا کننده دو طبقه فشاری کاملاً متفاوت نیز می‌باشند. یعنی بخش‌های پرفشار سازند گچساران را از بخش کم فشار مخزن جدا می‌کند (مطیعی، 1364).

طبق تقسیم بندی مطیعی (1364) پوش سنگ‌ها به سه دسته بزرگ تقسیم می‌شوند: پوش سنگ‌های کامل نمک‌دار؛ پوش سنگ‌های کامل؛ و پوش سنگ‌های حاشیه‌ای.

پوش سنگ کامل نمک‌دار پوش سنگی است که واجد تمامی طبقات راهنمای شش گانه بوده و در لابه‌لای سیکل‌ها و یا درون سیکل‌ها، نمک رسوب کرده باشد. از جمله میادینی که دارای این نوع پوش سنگ هستند می‌توان میدان‌های منصورآباد، پارس، کرنج، هفتکل، نفت سفید، زیلایی، قلعه نار و کبود را نام برد.

پوش سنگ‌های کامل پوش سنگ‌هایی هستند که واجد کلیه طبقات راهنما هستند ولی درون سیکل‌های آن‌ها نمک وجود ندارد و شامل میادین دهلران، پایدار، مشتاق، بند کرخه، اهواز، مارون، کوپال، آغاچاری، پازنان، بهبهان و گچساران می‌باشد.

پوش سنگ‌های حاشیه‌ای، پوش سنگ‌هایی کم‌ضخامت هستند و انطباق خوبی را با دو دسته بالایی نشان نمی‌دهند و بدلیل قرار گرفتن در حاشیه‌های حوضه رسوبی دچار نبود یک یا چند لایه راهنما هستند. این دسته دربرگیرنده میادین سوسنگرد، آب‌تیمور، منصور، رگ‌سفید، بی‌بی-حکیمه، تنگو، بینک، سیاه‌مکان، کیلورکریم، گلخاری، سولابدر، چهاربیشه، رودک، شاپور، نرگسی، میلرتون، بزپر، و کوه کاکلی است.

البته بجز سه دسته فوق، پوش سنگ‌های دیگری نیز با اندکی تفاوت وجود دارند که دربرگیرنده سایر میادین نفتی می‌باشد و بدلیل گستردگی بحث از پرداختن به آن‌ها صرف نظر می‌گردد.

1-4) پوش سنگ

از آنجایی که پوش سنگ یکی از عوامل تجمع نفت، همچنین از کلمات کلیدی موضوع مورد بحث می‌باشد، ایجاب می‌کند، تعاریف مرتبط با آن بیان شود و ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گیرد.

حفظ ذخایر هیدروکربوری وابسته به خصوصیات بخش‌های غیر قابل نفوذ یا بعبارت دیگر پوش سنگ می‌باشد. بطوری‌که اکتشاف ذخایر و بهره‌برداری از آن‌ها بدون شناخت پوش سنگ تقریباً غیر ممکن است. پوش سنگ بر روی سنگ مخزن قرار گرفته و در واقع نوعی سنگ است که از نشست یا حرکت رو به بالای هیدروکربن جلوگیری می‌کند و این عملکرد از مهمترین فاکتورهای یک تله نفتی است، بنابراین مطالعات پوش سنگ در چند مسیر صورت می‌گیرد: مکانیسم نفوذ ناپذیری، عملکرد پوش سنگ، ارزیابی پوش سنگ و غیره. (Li et al, 2008).

ضرورتاً یک پوش سنگ باید در برابر هیدروکربن نفوذناپذیر باشد. اساساً سنگی که تراوایی صفر داشته باشد وجود ندارد اما برخی از تبخیری‌ها تراوایی خیلی کمی دارند که می‌تواند نادیده گرفته شوند (رضایی، 1380). پوش سنگ هرچه قدر ناتراواتر بوده و شکستگی آن کمتر باشد، توان بیشتری برای حفظ هیدروکربن خواهد داشت. سنگ‌های دارای خاصیت انعطاف‌پذیری (Plasticity) چون شکنندگی کمتری دارند پوش سنگ‌های خوبی را تشکیل می‌دهند (افشار حرب، 1382). پوش سنگ می‌تواند از انواع سنگ‌های رسوبی مانند تبخیری‌ها، کربنات‌ها و آواری‌ها باشند. سنگ‌های تبخیری مثل انیدریت و هالیت مهمترین گروه پوش سنگ‌ها را تشکیل می‌دهند آنها از بهترین نوع پوش سنگ‌ها هستند چون تراوایی نزدیک به صفر دارند و عملکردشان در برابر نیروهای تکتونیکی شکننده نیست. در مناطق فعال تکتونیکی سنگ‌های