مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نفت مخزن آسماري،ميادين واقع در حاشيه شمال **شرق دزفول فروافتاده**

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۲٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۲

محمود معماریانی' و علیرضا بنیاسد^{**} ۱-پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده علوم زمین ۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات Baniasad_alireza@yahoo.com

ېكىدە

میادین مسجد سلیمان، هفت کل، پرسیاه و نفت سفید از میادین تولیدی هســتند که در حاشیه جبهه کوهستانی شمال شرق دزفول فروافتاده قراردارند. در این کار تحقیقاتی جهت تعیین ویژگیهای نفت مخزن آسماری از دیدگاه ژئوشیمیایی، خواص فیزیکی و شیمیایی نمونههایی از نفت خام این میادین مورد مطالعه قرار گرفته است. با توجه به پارامترهای فیزیکی بهدست آمده از نمونههای نفتی و خصوصیات نفتهای موجود در چاههای تحت مطالعه، دو روند شناسایی گردید. یک روند شــمال غربی- جنوب شــرقی که با کاهش کیفیت نفت و افزایش میزان سولفور همراه است و یک روند جنوب غربی– شــمال شــرقی که در آن نیز کاهــش کیفیت نفت با کاهش مقادیر سولفور دیده میشود. با توجه به نتایج حاصل از آنالیزهای کروماتوگرافسی گازی بر روی نمونههای نفت، درصد برشهای مختلف هیدروکربنی، مقادیر عناصر نیکل و وانادیــوم، پارامترهای پریســتان و فیتان، توزیع آلکانهای نرمال، اندیس ارجحیت هیدروکربنی و مقادیر ایزوتوپی ¹³C، مشـخص شـد که نفتهای تجمع یافته در مخزن آسـماری در این میادین از نوع پارافینیک–آروماتیک (در روند شــمال

پروسرطن سال بیست و یکم شماره ۶۷ صفحه ۸۲-۷۰ ۱۳۹۰

غربی– جنوب شرقی) و تا اندازهای افزایش پایه نفتنیکی(در روند جنوب غربی– شــمال شــرقی) بوده و از سنگ(های) منشـاء با کروژن نوع II و III با بلوغ متوسط تغذیه شدهاند کـه در محیط دریایی و احیایی رسـوب کردهاند. نفت های تجمع یافته در این میادین تحت هیچ گونه فرآیند دگرسـایی قرار نگرفتهاند.

واژههای کلیدی: فروافتادگی درفول، میادین حاشیه شرقی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، طبقهبندی نفت

مقدمه

مناطق جنوب غربی ایران یکی از غنی ترین مناطق تولیدی نفت در جهان است [۱] که روی همرفته شامل ذخیره قابل برداشت ۱۳۷/٦ میلیارد بشکه نفت و ۱۰٤٥ تریلیون فوت مکعب از گازهای همراه و غیر همراه میباشد [۲]. اگرچه چهارچوب زمین شناسی این منطقه به خوبی تشریح شده است [۳–٦]، با این وجود ابهامات قابل توجهی در رابطه با منشاء هیدروکربن های موجود در این منطقه وجود دارد.

رشته کوههای زاگرس که در نتیجه کوهزایی میوسن-پلیوسن شکل گرفته دارای دو بالا آمدگی لرستان در شـمال و فارس در جنوب مي باشـد [٧]. منطقه فروافتاده به مساحت ۲۰/۰۰۰ [۸] که در این بین واقع شده به نام فروافتادگی دزفول شــناخته میشـود که شــامل ٤٥ میدان نفتی است که اکثراً دارای کلاهک گازی می باشیند [۷]. در حـدود ۹۵٪ نفـت درجای این منطقـه در مخازن آهكي آسماري (اليگوميوسن') و بنگستان (شامل سازند سروک به سن سنومانین- ترونین ٔ و سازند ایلام به (سن سانتونین") قرار دارد [۹]. از طرف دیگر ۷۵٪ ذخایر هیدروکربوری میادین واقع در خشکی ایران در سنگ آهک آسماری تجمع یافته است. سازند آسماری به ضخامت m Too m تا ۳۰۰ یک سازند آهکی با انرژی بالا[،] و غنے از فرامینافرا (نظیر نومولیت ہےا°، نئوآلو ٹولینا^۲ و ميوژيپسينا) مي باشد. ايس سازند در اکثر مناطق فروافتادگی دزفول دارای خواص مخزنی عالی میباشد. کیفیت مخزنی سازند آسماری بهوسیله یک سیستم درز و شـكاف قابل توجه كه در نزديكي قلـه تاقديسها واقع شده، به طرز چشهگیری افزایش یافته است. این سازند بهوسيله سازند ضخيم و تبخيري گچساران که به عنوان یک پوشسننگ موثر عمل مینماید، پوشیده شده است [۸]. ســنگ آهک سروک دارای ضخامتی بیش از N مى باشــد كه به وسـيله مارن هـاى مخيم گوريـي / يابده

میادین نفت سفید، مسجد سلیمان و هفتکل واقع در مرکز و شمال شرق فروافتادگی دزفول و همچنین میدان نفتی پرسیاه در حاشیه جبهه کوهستانی ناحیـه فروافتادگـی دزفـول شـمالی، از میادینی هسـتند کـه در ایـن تحقیـق مـورد مطالعـه قـرار گرفتهانـد. خصوصيات نفت ميدان پرسياه واقع در حاشيه كوهستاني شمال شرق فروافتادكي دزفول براساس درجه API اندکی سنگینتر از میادین همجوار در ناحیه میباشد. در این تحقیق سعی شده علت این تفاوت بر پایه اطلاعات فیزیکی نفتها از دیدگاههای ژئوشیمی مخزن و ارتباط آن با عوامل تأثير گذاري همچون ويژگي ژئوشيميايي سنگهاي مولد از لحاظ محيط رسوبي، كيفيت و نوع مواد ألي،

يوشيده شده است [٧].

7. Myogypsina

1. Oligomiocene 2. Cenomanian-Turonian

4. High-Energy Limestone

3. Santonian

5. Nummulites

6. Neoalveolina

8. Marn

فرآيندهاي مهاجرتي موثر از قبيل آبشويي، گاز شويي، تخریب میکروبی و پیامدهای آن بر روی کیفیت نفتهای مخزن آسماري در ناحيه مورد مطالعه به بحث گذاشته شود. تاکنون مطالعاتی که بر پایه اطلاعات فیزیکی و شیمیایی نفتها استوار باشد، در این ناحیه صورت نگرفته است.

پس از بررسی اطلاعات عمومی میادین اعم از اطلاعات زمین شناسی، گزارش های حفاری، بررسی وضعیت چینه شناسی ناحیه ای و اطلاعات سازندهای حفاری شده میادین، نمونه نفتهای میادین مختلف جمع آوری و آمادهسازی گردید. سپس برشهای هیدروکربنی با تکنیک کروماتو گرافی ستونی، از یکدیگر جداشده و تعیین خصوصیات شیمیایی آنها با به کارگیری روش کر وماتو گرافی گازی تعیین گردید. در نهایت آنالیزهای ایزوتوپی بهمنظور تکمیل روش های مطالعاتی بر روی نمونه نفت های میادین صورت گرفت. با استفاده از اطلاعات حاصل از آنالیزهای مولکولی و خصوصیات نفتها، با کمک رسم منحنی های مربوطه، ویژگیهای شـیمیایی و فیزیکی این نفتها مورد بررسي و تجزيه وتحليل قرار گرفت.

منطقه زمين شناختي و ميادين مورد مطالعه

تجمع هیدروکربن ها در خاورمیانه با تکامل چینهای و ساختمانی کمربند چین خورده زاگرس در ارتباطی تنگاتنگ مى باشد [١٠]. كمربند چين خورده زاگرس در حاشيه شمال شرقي صفحه عربي واقع شده است. علاوه بر تقسيمات تکتونیکی به موازات کمربند کوهستانی، این کمربند چین خورده به صورت جانبی از شمال غربی به جنوب شرقی به بخشهای لرستان، فروافتادگی دزفول و فارس تقسيم مي گردد (شكل ١) [٦]. فروافتادگي دزفول از شمال به خمش بالارود، از شـمال شرقي به جبهه كوهستاني و از سمت شرق به گسل کازرون محدود شده است [۸].

بر موشر نفت و شماره ۶۷



شکل ۱-میادین نفتی واقع در کمربند چین خورده زاگرس به همراه موقعیت میادین تحت مطالعه در زون گسل بالا رود و نقشه ساختاری منطقه [7]

در زمان الیگوسین، سینگ آهک کم عمق دریایی سیازند 🔤 فروافتادگی دزفول شیمالی، میدان نفت سیفید تقریباً در آســماري (يكي از بهترين مخازن كربناته شــناخته شده در 🔪 مركز فروافتاده دزفول شــمالي، مسجد سليمان در شرق و هفت کل در بخش مرکزی تا شرق فروافتاده دزفول شمالی

مخزن آسماری در میادین مورد مطالعه از سنگهای آهکی، دولومیتی و انیدریت تشکیل شده است. سایر مشخصات میادین تحت مطالعه در جدول ۱ ارائه شده و موقعیت آنها در شکل ۲ دیده می شود [۱۲ و ۱۳].

دنیا) برروی سازند یابده در قسمت جنوب غربی حوضه زاگرس رسوب کرده است. حداکثر ضخامت سازند 🦷 واقع شدهاند [۱۱]. آســماری در گوشه شمال شــرقی فروافتادگی دزفول واقع شده است، جاییکه ضخامت این سازند بهوسیله زونهای گسلی جبهه کوهستانی و بالارود کنترل شده است [٦]. میدان پرسیاه در حاشیه جبهه کوهستانی ناحیه

عمق متوسط تدفین مخزن آسماری (m)	تعداد حلقه چاه حفاری شده	ابعاد میدان در افق آسماری (km)	موقعيت ميدان	نام میدان
٢٤٧٧	۳ حلقه چاه	طول ۲۰ کیلومتر و عرض متوسط ۲/۵ کیلومتر	حاشیه جبهه کوهستانی ناحیه فروافتادگی دزفول شمالی	پرسياه
४२७२	٤١ حلقه چاه	طول ۳۱ کیلومتر و عرض متوسط ٤ کیلومتر در بیشترین حالت ٤/٥ کیلومتر	تقریباً در مرکز ساختمان فروافتاده دزفول شمالی	نفت سفيد
٧٩٤	۲۳٦ حلقه چاه	طول ۳۰ کیلومتر و عرض متوسط ۵ کیلومتر در بعضی نقاط ۷ کیلومتر	شرق فروافتادگی دزفول شمالی	مىىج <i>د</i> سليمان
NAV	٦٣ حلقه چاه	طول ۳۲ کیلومتر و عرض متوسط ٤ کیلومتر	بخش مرکزی تا شرقی ساختمان ناحیهای فروافتادگی دزفول شمالی	هفتكل

جدول ۱- مشخصات میادین مورد مطالعه در این تحقیق [۱۱]



شکل۲- الف: نقشه زمینشناسی ایران، منطقه مورد مطالعه در محدوده زاگرس واقع شده است [۱۲] ب: موقعیت میادین نفتی واقع در فروافتادگی دزفول [۱۳] و ج: موقعیت میادین نفتی مسجد سلیمان، پرسیاه، نفت سفید و هفتکل واقع در شمال شرق فروافتادگی دزفول

روش مطالعه

برای این مطالعه از چهار میدان نفتی به ترتیب دو میدان يرسياه-نفت سفيد در يک روند شمال شرق جنوب غرب و دو میدان مسجد سلیمان- هفتکل در روند شمال غرب-جنوب شرق واقع در حاشیه شمال شرق فروافتادگی دزفول انتخاب و جمعاً چهار نمونه نفت خام از سازند آسماري این میادین برداشت گردید و از دیدگاه خواص فیزیکی و شیمیایی مورد بررسیهای آزمایشگاهی قرار گرفت.

مواد روشها

نمونه برداری از چاههای شماره ۲۲ مسجد سلیمان'، ۳٤ هفتکل، ۱ یرسیاه^۳ و چاه شماره ۳٤ نفت سفید[؛] انجام شده و آنالیزهای مقدماتی و تفضیلی بر روی آنها صورت گرفته است. نمونههای جمع آوری شده از چاههای تولیدی بوده و مختص به زونهای خاصی از مخزن آسماری نمیباشد. آزمایشات مربوط به تعیین خواص فیزیکی نفتها، مقادیر نيکل، واناديوم، درصد سولفور، API، نقطه ريزش، جرم مخصوص، گرانروی سینماتیکی در آزمایشگاههای پژوهــش و ارزیابی نفت خام واقع در پژوهشــگاه صنعت نفت صورت گرفته است.

جهت تعيين مقادير ايزوتوپ كربن ١٣، موجود در تمونهها، ابتدا برش اشباع نمونهها جداسازي و پس از بستهبندی به فرانسه ارسال گردید. این آزمایشات توسط آزمایشگاه ایزوتوپی دانشگاه نانسبی فرانسه انجام شد که نتایج حاصل از این آزمایشات در جدول ۲ نشان داده شده است. جداسازی برش های مختلف هیدرو کربوری و آنالیز برش اشباع نمونههای نفت خام بهوسیله دستگاه کروماتوگراف گازی در بخش شیمی واحد ژئوشیمی پژوهشگاه صنعت نفت صورت پذیرفته است.

> تفكىك برشها جداسازی آسفالتن

ابتدا وزن مشـخصي از نفت خام توزين و سـپس با اضافه كردن حـلال نرمال هيتان، محلول بهدسـت آمده به مدت یک ساعت رفلاکس گردید سپس به مدت بیست و چهار ساعت در محلی آرام قرار داده شد.

^{1.} MIS # 62

^{2.} Haft-Kel # 34

^{3.} Par-e-Siah # 1

^{4.} Naft Safid # 34

^{5.} Kinematic

پژهش نفت • شماره ۶۷

جدول۲- پارامترهای فیزیکی همراه با مقادیر عناصرنیکل، وانادیوم، درصد وزنی سولفور و ایزوتوپ کربن ۱۳ در نمونههای نفتی از چاههای میادین مورد مطالعه

Oil Field/ Well No		Sp.Gr (60/60 F)	API		Kin.Viscosity (cst)			Sulfur (^½ w _t)					
	teservoir			r Point (°C)									, Isotope %
				Pou	۱۰ °C	۲۰ °C	٤۰°C		V	Ni	Ni/V	V/) (V+Ni	13 C
٦٢ # مسجد سليمان		•/٨٢٧١	۳٩/٥٨	-۳۰	١٣/٩٨	۸/۰۲	٤/٣	١/٠٩	١٨	٨/٩	•/£٩	۰/٦V	-70/A
۳٤ # هفتکل	- In	• /٨٤٣	٣٦/٣٥	-71	11/01	٨/٦٨	٣/٨١	1/17	۲۱	٦/١	•/۲٩	• /VV	-۲٦/٦٢
۱ # پرسیاه	5	•///00	٣٤	-٦	١٢	٧/٦٨	٣/٩٧	•/٦٢	٥/V	٥/٤	•/92	•/01	-۲٦/٠٥
۳٤ # نفت سفيد		•/٨٤٩٣	30/11	-17	13/99	۸/۱۲	٤/٤٥	1/72	١٦	٦/٥	•/٤	۰/V١	-77/02

پس از رسوب آسفالتن، عملیات فیلتراسیون از طریق کاغذ صافی صورت گرفت. پس از تبخیر حلال اضافی، وزن نمونه مشخص و تعیین درصد گردید.

كروماتوگرافي ستوني

برش باقی مانده نفت (نمونه بدون آسفالتن یا مالتن) توسط تکنیک کروماتو گرافی ستونی مورد جداسازی برش های مختلف قرار گرفت. برای این کار ستون شیشه ای به قطر ۲۰۳ و طول ۲۰۰۵ به نسبت ۵۰: ۱۰ از فاز جامد پودر آلومینا و سیلیکاژل پر گردید. پس از آمادهسازی ستون، مقدار به قسمت بالای ستون منتقل گردید. با شستشوی ستون کروماتو گرافی به وسیله حلال های نرمال هگزان، بنزن و متانول به ترتیب برش های هیدرو کربور های اشباع، آروماتیک و رزین جمع آوری گردید. پس از تبخیر حلال اضافی از هر برش، نمونه ها تغلیظ، توزین و تعیین درصد گردیدند.

به منظور دست یابی به چگونگی توزیع ترکیبات اشباع نمونه های نفتی و محاسبه پارامتر های مورد نیاز [۱٤]، نمونه ها توسط تکنیک کروماتو گرافی گازی با تزریق برش اشباع و طبق برنامه داده شده به دستگاه مورد آزمایش قرار گرفت. دستگاه کروماتو گراف گازی مورد استفاده از نوع «کرومپک» ^۲ مدل Cp 9000 با مشخصات زیر می باشد: ستون موئینه از نوع 5-sil دوماتو که ۲۰، دمای اولیه ستون ۲۰، موئینه از نوع 5-sil مقدار نمونه تزریق شده اm ۰/۰ و نوع آشکار گر شعله یونی ۲. نتایج حاصل از این تکنیک در جدول

۳ ارائه گردیده است.

بحث

نتايج بهدست أمدهاز أناليزهاي مقدماتي از نقطه نظر خصوصيات فیزیک_ی (جدول ۲)، نشان میدهد که نمونه نفتهای مورد مطالعه در مجموع در یک محدوده وزن مخصوص قرار دارند. بر اساس درجه استاندارد API [۱۵] نفتهای میادین مورد مطالعه در زمره نفتهای معمولی و نسبتاً سبک قرار می گیرند. نفت میدان مسجد سلیمان بالاترین API (۳۹/۵۸) و میدان پرسیاه پائین ترین مقدار API (۳٤) را دارا هستند. درجه API نفت آسماری از میدان مسجد سلیمان به سمت میدان هفتکل و همچنین از میدان نفت سفید به طرف پرسیاه روند کاهشی ملایم را نشان میدهد (شکل ۳). اغلب مخازن نفتي ايران (شمامل أسماري، بنگستان و گروه خامی) در اعماق حدود m ۰۰۰ تا ۲۰۰ قرار داشته و دمای آنها بین C° ٤٠ تا C° ۱۳۰ می باشد [۱۱]. در این مخازن فرآیندهای تخریب و دگرسایی نفتها حتی در مخازن کم عمق مانند مسجدسلیمان، بینک و هفتکل (بهجز میدان کوه موند) نیز دیده نمی شود. رسم عمق تدفين کنونی مخزن آسماری در میادین تحت مطالعه در مقابل تغییرات شاخص API (شکل ۳)، نشان میدهد که با افزایش عمق قرارگیری مخزن آسـماری از اعماق کمتر (مسجد سليمان) به طرف اعماق بيشتر (ميدان يرسياه) مقادیر API به آهستگی کاهش مییابد.

^{1.} Malthene

^{2.} Chrompack

^{3.} Flame Ionization Detector

.Oil Field/Well No	Reservoir			% Resin	% Asphaltene	GC Summary							
		% Saturate	% Aromatic			CPI	Pri/Phy	Pri/n-C ₁₇	Phy/n-C ₁₈	C_{19}/C_{20}	C_{21}/C_{22}	C_{23}/C_{24}	C_{25}/C_{26}
MIS # 62	Asmari	०७/९७	29/29	11/88	1/27	•/9٦	١/•٤	•/27	•/0V	۱/•۷	١/٣٧	١/٤	١/١٩
Haft-Kel # 34		70/77	29/15	٣/٥٩	1/10	1/17	1/1A	•/٦٤	•/٦٢	١/٢٥	١ ٢ ١	١/٣	۱/۰٥
Par-e-Siah # 1		۷٥/٧٢	۱٦/٣٣	0/90	1/02	١/١	1/1V	•/01	•/01	١/١	1/12	۱/•٩	1/17
Naft Safid # 34		٧٤/٠١	۲۰/۲٥	٤/٧٣	•/٧١	•/92	١/•٤	• / ٤	•/٤٩	1/11	1/1A	۲/۱	١/٢

جدول۳– درصد برش های نفتی به همراه اطلاعات حاصل از آنالیز برش اشباع نمونههای نفتی توسط تکنیک کروماتوگرافی گازی در میادین تحت مطالعه



شکل۳- رسم محدوه عمق مخزن آسماری در مقابل شاخص API برای میادین تحت مطالعه

نسبت به سایر نفتها کاملاً متفاوت میباشد. (شکل ٤). رسم درصدهای برشهای مختلف هیدرو کربوری (SARA) (جدول۳) در مقابل توزیع درجه API نمونههای نفت (شکل٥) نیز نشان میدهد که برش ترکیبات اشباع نمونه نفت پرسیاه بیشترین و آروماتیک آن کمترین مقدار است. این ویژگی باعث شده تا نفت پرسیاه خاصیت پارافینیکی بیشتری نسبت به سایر نفتها داشته باشد. افزایش دمای نقطه ریزش با افزایش ترکیبات اشباع و کاهش درجه API همخوانی خوبی را نشان میدهد.

از نظر میزان سولفور، نفتهای میادین مسجد سلیمان، هفت کل و نفت سفید با مقادیر تقریباً یکسان، سولفور بالاتری نسبت به نفت پرسیاه دارند (جدول ۲). به عبارت دیگر نفتهای نسبتاً سبک (API بالاتر)، دارای سولفور بیشتر و نفت پرسیاه با کمترین مقدار سولفور، کمترین درجه API را به دارا می باشد. معمولاً نفتهای حاصل از

نشانههایی از شکست حرارتی بعد از تجمع نفتها در مخازن کم عمق دیده نمی شود، چرا که در غیر این صورت درجه API آنها از مقادیر کنونی نیز قاعدتاً بیشتر می شد. یایین ترین نقط و ریزش، (C° ۳۰-) متعلق به نمونه نفت میدان مسجد سیلیمان و بالاترین آن (C° T-) مربوط به نفت میدان پرسیاه میباشد (جدول ۲). از نظر ویسـکوزیته، نمونههای نفتی با اندکی تفاوت رفتار تقریباً یکسانی را در برابر افزایش دما نشان میدهند. تفاوت API نفتها چندان زیاد نیست و فقط نفت پرسیاه اندکی نسبت به سایر نفتها سنگینتر میباشد. بنابراین چنین به نظر میرسد که این تفاوت ناشمی از نموع و ماهیت ترکیبات موجود در این نمونه نفتی باشد. این خصوصیات نشان میدهد که درجه API نمونهها با چگالی ویژه و ویسکوزیته در دماهای مختلف همخوانی خوبی دارد، ولی اجزای ساختاری گروههای مختلف هیدروکربوری نمونه پرسیاه www.SID.ir **پژوش نفت •** شماره ۶۷

ســنگهای منشاء دریایی که در محیطهای احیایی تشکیل شــدهاند، دارای ســولفور بیشتری هســتند. به این دلیل که فرآیندهای احیاء سولفاتها توسط باکتریهای غیرهوازی در زمان تدفین رسوبات، منجر به تشکیل و تولید نفتهای همراه با H₂S بالا میشود [۱۲].

علمل احتمالمي تفاوت خصوصيمات نفتهاي ميادين

مسجد سلیمان، هفتکل و نفت سفید با نفت میدان پر سیاه می تواند به دلایل زیر باشد: ۱-وجود تداوم کو چکی از عضو تبخیری کلهر به صورت جانبی در تداخل با ردیف کربناته آسماری به نام انیدریت قاعدهای ^۱ در امتداد میدان های مسجد سلیمان، نفت سفید، هفتکل و پارسی [۳و٦] و عدم وجود آن در میدان پرسیاه (شکل ۱).



شکل ٤- مقایسه خواص فیزیکی نمونه های نفتی تحت مطالعه (نشّان دهنده تفاوت ساختاری برش های مختلف از لحاظ غلظت و کیفیت هیدروکربوری در نمونه نفتی میدان پرسیاه میباشد).



شکل٥- مقایسه اجزاء برش های مختلف هیدروکربوری و غیرهیدروکربوری نمونههای تحت مطالعه

1. Basal Anhydrite

با توجه به این که میدان پرسیاه در کناره حوضه رسوبی واقع شده به نظر میرسد رسوب گذاری سنگ منشاء در محیط دریایی کم عمق' رخ داده باشد. در چنین شرایطی امکان راهیابی مواد آلی با منشاء خشکی بیشتری به سنگ منشاء این میدان فراهم شده است (مقادیر نسبتاً زیاد برش رزین، درصد بالای ترکیبات اشباع و مقادیر کم برش آروماتیک).

۲- در فازهای مهاجرتی هیدرو کربورها از جنوب غرب به سمت شمال شرق در نتیجه مسافتهای طولانی، ترکیبات هترو اتم از جمله ترکیبات سولفوردار، حلقوی (ترکیبات تیوفنها، بنزو تیوفنها و تیولها) و گاز H₂S می توانند در حین مهاجرت در مسیر به آهستگی رسوب کرده (جذب کانیها شده) و نفتی با کیفیت نسبتاً بهتر و نه لزوماً سبکتر با مقدار سولفور کمتر به تله نهایی برسد. این پدیده شبیه به فرآیندهای تفکیک کروماتو گرافیکی مواد آلی در آزمایشگاه می باشد که در لایههای زمین رخ می دهد.

۳- مطابق جدول ۲ مقادیر بالایی از فلرات نیکل و وانادیوم در نمونه های نفتی تحت بررسی مشاهده می شود. همان گونه که نتایج این جدول نشان می دهد، نسبت نیکل به وانادیوم در این نمونه ها کمتر از یک می باشد، بنابراین این نفت ها در شرایط احیایی از سنگ منشاء دریایی تولید شده اند. چنین نفت هایی معمولاً دارای موم (واکس) کمتر و سولفور متوسط تا بالا (به جز نفت پرسیاه) می باشند [۲۰و ۷۲]. در مورد میادین تحت مطالعه، آمیختگی



مقدار غلظت عناصر V و Ni در میدان پرسیاه تقریباً برابر و نزدیک به یک میباشد (جدول۲) که تفاوت فاحشی با دیگر نمونهها دارد. با در نظر گرفتن نسبت V/(V+Ni) Vs. S ([۱۸] می توان علت این امر را به کمینه بودن خاصیت احیایی محیط در زمان رسوب گذاری سنگ منشاء تولید کننده نفت میدان پر سیاه نسبت داد (شکل۲). همچنین در حين فرآيندهاي مهاجرتي سيالات هيدروكربوري به طرف افق های مخزنی دورتر، به آهستگی از نسبت V/(V+Ni) کاسته می شود [۱۹] و در مورد نفت پرسیاه كمترين مقدار اين نسبت مشاهده مي شود.بهطور كلي با توجه به خصوصیات فیزیکی نفتهای مخزن آسماری میادین تحت مطالعه، می تو ان چنین گفت که در یک روند شمال غربی- جنوب شرقی از میزان سبکی نفتها کاسته شده و در مقابل بر میزان سولفور افزوده می گردد. همچنین در یک روند جنوب غربی – شیمال شرقی تا اندازهای نفتها سنگین تر شده و میزان سولفور نیز کاهش يافته است (شكل٧).



شکل٦- نسبت عناصر (V/(V+Ni در برابر در صد گوگرد جهت پیش بینی نوع و وضعیت سنگ منشاء مولد نفت [۱۸].

1- Shallow Environment



شکل۷– موقعیت میادین نفتی واقع در حاشیه شمال شرق فروافتادگی دزفول نسبت به یکدیگر و چگونگی روند فاکتورها و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مرتبط با این نفت ها در دو روند جنوب شرق- شمال غرب و شمال شرق- جنوب غرب

این نتایج با تغییر سایر خواص فیزیکی از جمله چگالی، نقطه ریزش و ویسکوزیته همخوانی دارد.

بهمنظور بررسي خصوصيات شيميايي نفتهاي ميادين مورد مطالعه، برش های هیدروکربنی سازنده نفت ها تفکیک و فراوانی آنها نسبت به یکدیگر تعیین گردید که مقادیر آن در جدول ۳ نمایش داده شــده اســت. مشاهده می شود که میادین مسجد سلیمان و پرسیاه بهترتیب دارای کمترین و بیشــترین مقدار برش اشباع هستند و مقدار این برش در میدانهای هفت کل از مسجد سلیمان بیشتر و از میدان نفت سفید کمتر اسـت. روند تغییرات برش آروماتیک در ميادين مورد مطالعه بر خلاف نحوه توزيع برش اشباع أنها میباشد به گونهای که نفت میدان پرسیاه کمترین و مسجد ســلیمان بیشترین مقدار آروماتیک را دارا هستند. هر چهار نمونه نفت، داراي مقادير تقريباً يكساني از برش أسفالتن هستند. اما در مورد برش رزین، نمونه نفت مسجد سلیمان بیشترین مقدار و نفت هفتکل کمترین مقدار را دارا میباشد. با وجود اندک تفاوتهایی در مقدار برشهای مختلف هیدروکربـوری، نفت هر چهار میدان از الگوی یکسـانی تبعیت می کند. این تغییرات با خصوصیات فیزیکی نفتها www.SID.ir

همخوانی خوبی دارد و نشان دهنده افزایش خصوصیات پارافینیکی از نفت سفید به طرف حاشیه حوضه و غالب شدن نفتهایی با خصوصیات زایش از سنگهای منشاء کلاستیک راسب شده در محیط نسبتاً اکسیدی میباشد.

به منظور مطالعه چگونگی کیفیت نفتها، نمودار مثلثی [۲۰] بر اساس سه جزء اشاع ، آروماتیک و قطبی در شکل ۸ ترسیم گردید. محدوده قرارگیری نمونه ها در ایان نمودار، بیانگر خصوصیات نفتهای پارافینیکی برای نفت مخزن آسماری در میادین مورد مطالعه می باشد. وجود بیشترین مقدار ترکیبات اشباع در نفت میدان پر سیاه نشانگر اثر گذاری مواد آلی با منشاء خشکی بر روی کروماتو گرافی برش اشاع نمونه های نفت که در شکل ۹ در ایان کروماتو گرام ها محدوده ای از می اشامل می شود. روند کاهشی طبیعی آلکانهای نر مال (نسبت CP می شود. روند کاهشی طبیعی آلکانهای نر مال (نسبت CP در محدوده عدد ۱)، نشان دهنده عدم وقوع هر گونه پدیده در محدوده عدد ۱)، نشان دهنده عدم وقوع هر گونه پدیده در محدوده عدد ۱)، نشان دهنده عدم وقوع مرگونه پدیده در محلود مان می باشد.



شکل۹- کروماتوگرامهای گازی حاصل از برش اشباع نمونههای نفتی میادین مورد مطالعه

بهدست آمده از آنالیز برش اشـباع نمونهها توسط تکنیک کروماتوگرافی گازی مطابق شـکل ۱۰، از دیاگرام ستارهای [۲۱]، استفاده گردید.

همانگونه که در شکل دیده می شود، روند کلی و توزیع آلکانهای فرد به زوج شباهتهای زیادی به همدیگر دارند که نشان می دهد نفتهای مخزن آسماری (در این ناحیه)، از یک سنگ مولد زایش یافتهاند. همچنین توزیع یکنواخت این طیفها (بهجز قسمتهای ابتدایی طیفها)، حاکی از مرحله بلوغ متوسط این نفتها میباشد. اندیس CPI برای تمام نمونههای نفتی حدود یک میباشد که بیان گر بلوغ طبیعی نفتهای زایش یافته از سنگ مادر است. نتایج بهدست آمده از آزمایشات کروماتو گرافی گازی در جدول (۳) نیز ارائه شده است. بهمنظور مقایسه چگونگی توزیع ترکیبات اشباع بهویژه ترکیبات آلکانهای نرمال فرد به زوج در محدوه 20-10 و ایزوآلکانهای شاخص از جمله پریستان Pri و فیتان Phy

¹⁻ Pristane

²⁻ Phyatane

پژهش نفت • شماره ۶۷

نتيجهگيرى

ارزیابی خواص فیزیکی نفتهای تحت مطالعه نشان می دهد که در یک روند شمال غربی – جنوب شرقی از درجه سبکی نفتها کاسته شده و در مقابل بر میزان سولفور آنها افزوده می شود. نمونه های نفتی عموماً دارای خصوصیات نفتهای پارافینیکی می باشند. نفتهای میادین هفتکل و مسجد سلیمان تا حدود کمی روند پارافینیک –نفتنیک را تعقیب می کنند، در حالی که هیدرو کربورهای تجمع یافته در میدان پرسیاه ویژگی های نفتهای پارافینیکی را نشان می دهند. این ویژگی ها باعث افزایش کیفیت نفت (نه لزوماً سبکتر شدن) کاهش درجه API، کاهش میزان سولفور، افزایش نقطه ریزش، کاهش درصد وزنی مقادیر وانادیوم و نسبت (V/(V+Ni) در نفت پرسیاه شده و آن را از سایر نفتها متمایز می سازد.

سنگ منشا مولد این نفتها با منشاء دریایی، در زمان ته نشست دارای شرایط احیایی بوده و دارای مخلوطی از کروژنهای نوع II و III میباشد که باعث تولید نفتهایی با کیفیت خوب در این ناحیه شده است. واقع شدن میدان پرسیاه در کناره حوضه رسوبی، عدم وجود انیدریت قاعدهای، شرایط احیایی کمتر در زمان رسوبگذاری سنگ منشاء، فازهای مختلف مهاجرتی سیال به تلههای دورتر و پارامترهای تاثیرگذار بر روی خصوصیات فیزیکی نفت پرسیاه از جمله عواملی است که کیفیت ونوع نمونه نفتی آن را متمایز از دیگر نفتهای مورد مطالعه مینماید. کاهش درجه API نفت مخزن آسماری میدان پرسیاه به منزله کاهش کیفیت نفت نبوده و دلیل آن به افزایش غلظت ترکیبات آلکانهای بلند زنجیره و بروز ویژگی نفتهای کاملاً پارافینیکی (تا اندازهای مومی) مربوط میشود.

تشكر و قدردانى

نویسندگان این مقاله از مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی نفت ایران به دلیل حمایت از تحقیقات منتهی به این نتایج، تشکر مینمایند.

وجود تفاوتهای اندک در توزیع آلکانهای فرد به زوج می تواند ناشی از تفاوت خصوصیات فیزیکی و ویژگیهای مواد آلی تولید شـده از سنگ مولد در این بخش از میادین باشد. نسبت این آلکانها همانگونه که در نمودار مزبور مشاهده می شود، برای نفت پرسیاه کمترین مقدار و سپس بهترتیب در مورد نفتهای نفت سفید، هفتکل و مسجد سليمان اندكي افزايش دارد. اين توزيع نشان ميدهد كه در حرکت به طرف حاشیه شمالی فروافتادگی دزفول (میدان پرسیاه)، نسبتهای C₁₉ تا C₂₃ کاهش و نسبتهای بیشتر از ۲۲ کربن افزایش می یابد، زیرا همان طور که پیشتر اشاره گردید، بر اساس درجـه API و چگالی ویژه، نفت تجمع یافته در میدان پرسیاه اندکی سنگین تر میباشد. بر پایه درصد برش های مختلف (جدول۳)، نمونه نفت پرسیاه بیشترین مقدار برش اشباع را دارد. بنابراین سهم کاهش درجه API، ناشی از افزایش برش اشیاع و آلکانهای نرمال سنگین می باشد. مقایسه بخش ابتدایی طیف های به دست آمده از آنالیز کروماتو گرافی گازی نیز مؤید این مطلب است. ابتدای طیفهای نمونههای مسجد سلیمان، هفتکل و نفت سفید با وجود ترکیبات سبک با غلظتهای زیاد، کاملاً متفاوت از نفت پرسیاه می باشد که در شکل ۹ به صورت یک محدوده مستطيل شكل نشان داده شده است. هر دو نمونه نفت پرسیاه و نفت سفید دارای برش آروماتیک کمتر و برش اشباع بیشتر از دو نمونه نفت مسجد سلیمان و هفتکل مىباشند. همخوانى بين خصوصيات شيميايي نفت مخزن آسماري در میادین مورد مطالعه با خواص فیزیکي، مي تواند بیانگر تغذیه این مخازن از یک سنگ منشاء واحد باشد.

به منظور بررسی شرایط محیطی حاکم بر رسوب گذاری سنگ منشاء مولد احتمالی نفت مخزن آسماری میادین مورد Phy/n-C₁₈ نمودار مقدار پارامتر Pri/n-C₁₇ در برابر Phy/n-C₁₈ [۲۲] در شکل ۱۱ رسم گردید. موقعیت نمونه ها بر روی این نمودار وجود شرایط احیایی در زمان ته نشست سنگ منشاء را ثابت مینماید. نوع کروژن برای نمونه های نفت مورد بررسی نشان دهنده تولید این نفت ها از سنگ منشاء با کروژنی از نوع II و III میباشد. همچنین نمودار مزبور بیان گر بلوغی متوسط برای نفت ها و عدم وجود پدیده دگرسایی شدید میباشد.

^{1.} Basal Anhydrite

²⁻ Shallow Environment



منابع

[1] Bordenave M.L. & Burwood R., "Source rock distribution and maturation in the Zagros orogenic bBelt: provenance of the Asmari and Bangestan reservoir oil accumulations", Org. Geochem., Vol. 16, pp. 369-387, 1990.
[2] U.S Energy Information Administration, www.eia.doe.gov/emeu/cabs/iran.html, 2010.

[3] James G.A. & Wynd J.G., "Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area", AAPG, Vol. 49, pp. 2182-2245, 1965.

[4] Jackson J.A., Fitch T. & McKenzie D.P., "Basement faulting and focal depths of the larger earthquakes in the Zagros Mountains (Iran)", Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, Vol. 64, pp. 561-586, 1981.
[5] Furst M., Strike-slip faults and diapirism of the southeastern Zagros range, Proceeding of International Sympo-

sium on Diapirism with Special Reference to Iran, pp.15-182, 1990.

[6] Sepehr M. & Cosgrov J.W., "Structural framework of the Zagros fold-thrust belt", Iran. Marine and Petroleum Geology, Vol. 21, pp. 829-843, 2004.

[7] Bordenave M.L., *The middle cretaceous to early miocene petroleum system in the Zagros domain of Iran*, and its Prospect Evaluation. AAPG Annual Meeting, Houston, Texas, 2002.

[8] Bordenave M.L. & Hegre J.A., "The influence of tectonics on the entrapment of oil in the Dezful embayment Zagros foldbelt", Iran, Journal of Petroleum Geology., Vol. 28, No. 4, pp.339-368, 2005.

[9] Leturmy P. & Robin C., *Tectonic and stratigraphic evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic-Cenozoic,* Special Publications., The Geological Society of London., 2010.

[10] Alavi M., "Structures of the Zagros Fold-Thrust Belt in Iran", American Journal of Science., Vol. 307, pp. 1064-1095, 2007.

[۱۱] سـراج م، تحلیل سـاختاری مقدماتی میادین نفتی مناطق نفت خیز جنوب (محدوده فروافتادگی دزفول شــمال)، گزارش شــماره پ-۵٦۱۳، اهواز، خرداد ۱۳۸٤

[12] Vaziri-Moghaddam H., Kimiagari M. & Taheri A., "Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari formation in SW Iran", Facies., Vol. 52, pp. 41-51, 2006.

[13] Ziegler M. A., "Late permian to holocene paleofacies evolution of the arabian plate and its hydrocarbon occurrences", Geo Arabia., Vol. 6, No. 3, pp. 445-504, 2001.

[14] Barker C.O., *Organic geochemistry in petroleum exploration*, AAPG Continuing Education Course Note, Series 10.

[۱۵] رضایی م.، زمین شناسی نفت، انتشارات علوی، زمستان ۱۳۸٤.

[16] Waples D.W. & Curiale J.A., *Oil-oil and oil-source rock correlation*, In: Beamount, E. A., Foster, N. H. (Eds.), Exploring for Oil and Gas Traps. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, pp. 8-71, 1999.

[۱۷] کمالی م.، قربانی ب.، ژئوشیمی آلی از فیتوپلانکتون تا تولید نفت، آرین زمین، تابستان ۱۳۸۵. [18] Lopez L., Lo Monaco S. & Richardson M., "Use of molecular parameters and trace elements in oil-oil correlation studies, Barinas sub-basin", Venezuela, Org. Geochem. Vol. 29, No. 1-3, pp. 613-629, 1998.

[19] Whelan, Jean K., Kennicutt, Mahlon C., II ; Brooks, James M., Schumacher, Dietmar, Eglinton & Lorraine B., "Organic geochemical indicators of dynamic fluid flow processes in petroleum basins", Organic Geochemistry, Vol 22, No. 3-5, pp. 587-615, 1994.

[20] Tissot B.P. & Welte D.H., Petroleum formation and occurrence, 2nd Ed., Springer-Verlag, Berlin., 1984.

[21] Kaufman R.L., Ahmed A.S. & Elsinger R.J., "Gas chromatography as development and production tools for fingerprinting oils from individual reservoirs :application in the gulf Mexico", In: GCSSEPM Foundation Ninth Annual Research Conference proceeding, pp. 263-282, 1990.

[22] Connan J. & Cassou A.M., "Properties of gases and petroleum liquids derived from terrestrial kerogen at various maturation levels", Geochim Cosmochim Acta., Vol. 4, pp.1-23, 1980.