

چینه‌شناسی رسوبات پالئوزوئیک در ایران مرکزی و زاگرس و ارزیابی پتانسیل هیدروکربوری آنها

منصور قربانی* مرکز پژوهشی زمین‌شناسی پارس (آرین زمین) ■ محمدرضا آریانسب، فرید تزه و حسین صباغیان، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران ■ آذین آهی فر، مرکز پژوهشی زمین‌شناسی پارس (آرین زمین)

چکیده

پتانسیل هیدروکربوری رسوبات پالئوزوئیک در دو «زون» مهم ساختاری ایران مرکزی و زاگرس از اهمیت بالایی برخوردارند. هرچند مطالعات انجام شده در حوضه زاگرس نسبت به ایران مرکزی گسترده‌تر بوده، اما هنوز موارد ناشناخته‌ای در آنها وجود دارد. در مطالعات زمین‌شناسی ایران مرکزی، روند مطالعاتی سیستماتیک انجام نشده و داده‌های مستند زیادی وجود ندارد، اما می‌توان با بررسی‌های اصولی به اهدافی بزرگ دست یافت که پایه‌گذار اکتشاف هیدروکربوری در ناحیه ایران مرکزی باشد. در این پژوهش برش‌هایی از رسوبات پالئوزوئیک که حضور مواد آلی در آنها محرز بوده و از توان فسیلی آنها تا حدی اطمینان وجود داشت، از دیدگاه «چینه‌شناسی»، «فسیل‌شناسی»، «ژئوشیمی» و «ایزوتوپی» مورد بررسی قرار گرفتند. مطالعات چینه‌شناسی حاکی از شباهت بسیار زیاد رسوبات پالئوزوئیک آذربایجان با ایران مرکزی است. قدیمی‌ترین واحد سنگی که در زاگرس «برونزد» دارد، «سری هرمز» است که در هیچ جا قاعده‌ی آن دیده نمی‌شود. بررسی‌های چینه‌شناسی حاکی از وجود ویژگی‌های مشترک در سری هرمز و «سری ریزو» است و «سین» «پراکامبرین» دارند. پس از آن، بخش بالایی «سازند سلطانی» قدیمی‌ترین واحد سنگی است که تاکنون در زاگرس برونزد داشته و در این پژوهش برای نخستین بار معرفی شده است. بر اساس مطالعات انجام شده و آنالیزهای شیمیایی، در ایران مرکزی رسوبات «افق موش» و «سازند شیشو II»، و در مرحله بعدی «سازند شیرگشت» و «آباد» از نظر منشأ هیدروکربوری می‌توانند مدنظر قرار گیرند. در نهایت براساس نتایج حاصل از مطالعات، در پالئوزوئیک زاگرس می‌توان سه سیستم نفتی «میلا III و باروت»، سیستم «بلیبیکو زردکوه» و سیستم نفتی «پالئوزوئیک بالا» را تعریف نمود. شایان ذکر است احتمال وجود یک سیستم نفتی در «هرمز» دور از انتظار نیست، به طوری که سنگ منشأ و سنگ مخزن هرمز و نیز سنگ‌های بالایی آن به عنوان سنگ پوشش باشند.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۸/۰۷/۱۶

تاریخ ارسال به داور: ۹۸/۰۷/۲۱

تاریخ پذیرش داور: ۹۸/۰۹/۱۴

واژگان کلیدی:

ایران مرکزی، زاگرس، پالئوزوئیک، هیدروکربور، چینه‌شناسی.

مقدمه

دفاع زیادی وجود ندارد، در حالی که به نظر می‌رسد با بررسی‌های اصولی می‌توان به اهدافی بزرگ دست یافت که پایه‌گذار اکتشاف هیدروکربوری در ناحیه ایران مرکزی باشد.

در این راستا، بررسی و انتخاب برش‌هایی از ترادف‌های پالئوزوئیک که به داشتن مواد آلی بارز بوده و اطمینان از توان فسیلی رسوبات پالئوزوئیک نظیر: «کنودنت‌ها»، «پالینومورف‌ها»، «فرامینیفرها» و ... که می‌توانند شناساگر شرایط «فیزیکی-شیمیایی» پالئوزوئیک باشند، بسیار حائز اهمیت هستند.

افزون بر آن، برآورد سنی ترادفات، بر مبنای یک گروه فسیلی نمی‌تواند بیانگر جایگاه سنی واقعی و راستین نهشته‌ها باشد. به عبارت دیگر با برداشت‌های جامع زمین‌شناسی از گروه‌های مختلف فسیلی، مطالعه و «واسنجی»^۱ آنها می‌توان ضمن برطرف کردن ناهمخوانی‌های احتمالی، در خصوص دیرینگی نهشته‌ها و شرایط پالئوژئوگرافی انباشت آنها، داده‌هایی مستند

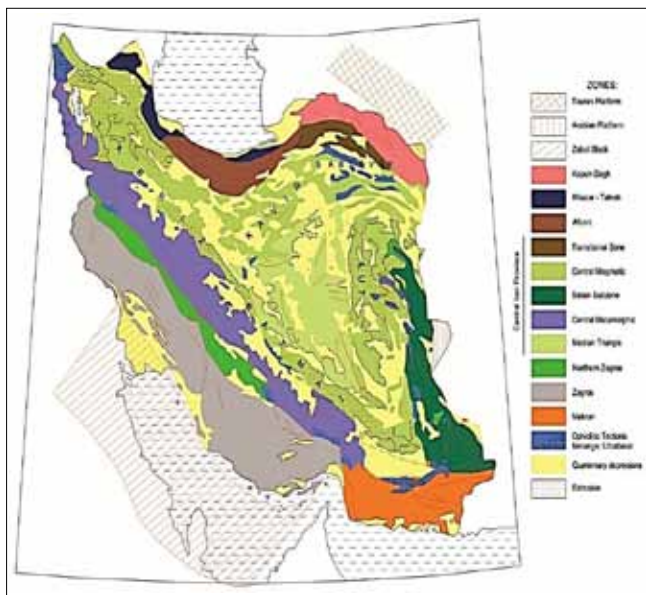
فسیل‌های جانوری و گیاهی، باقی‌مانده‌های حیاتی ادوار گذشته بوده و می‌توانند نشانگر بسیاری از رخداد‌های گذشته زمین باشند. برای نمونه در تشکیل و انباشت ذخایر هیدروکربوری، فسیل‌های کهن این توانایی را در شرایط فیزیکی‌شیمیایی نشان داده‌اند. جدا از تشکیل هیدروکربورها، پاره‌ای از داده‌ها بیانگر آن هستند که حتی موجودات میکروسکوپی توانسته‌اند در فعل و انفعالات مربوط به ذخایر فلزی کارساز باشند. بنابراین شناخت انواع گونه‌های گروه‌های فسیلی می‌تواند در درک بهتر و شناخت دقیق‌تر رسوبات، در برهه‌های زمانی مختلف راهگشا باشد.

برخلاف زاگرس که به لحاظ داشتن میدان‌های عظیم نفت و گاز، از نگاه دیرینه‌شناسی مورد توجه خاص بوده است، در ایران مرکزی مطالعات زمین‌شناسی انجام شده عمدتاً عمومی بوده و بررسی‌های پالئوتولوژی جنبه حاشیه‌ای داشته، در انجام آن نیز یک روند نظام‌مند مطالعاتی لحاظ نشده است، لذا در گستره وسیع ایران مرکزی، داده‌های مستند و قابل

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات (m_ghorbani@hotmail.com)

همه لوت را جزء ایران مرکزی می‌داند. «نوگل سادات» [۴] محدوده‌ی ایران مرکزی را گسترش بیشتری داده و بخش‌های بزرگی از آذربایجان و شرق ایران را نیز به آن می‌افزاید، ولی در داخل آن، بخش‌هایی را به صورت «زیرزون» جدا می‌کند (شکل-۱). در این نوشتار با توجه به ویژگی‌های پالئوژئیک نظر نوگل سادات [۴] مدنظر قرار گرفته است.

به عقیده‌ی «بولین» [۵] ایران مرکزی بین دونوارکوه‌زایی «پالئوتیس» (در شمال) و «نئوتیس» (در جنوب) واقع شده است. حد شمالی این حوضه، بلندی‌های البرز و حد جنوب- جنوب غربی آن، سنگ‌های آتشفشانی «رومیه- دختر» قرار دارد که توسط کمربندی از گسل‌های پرشیب و مستقیم، از ناحیه‌ی «سندج- سیرجان» جدا می‌شود [۶]. حد شرقی این حوضه چندان مشخص نیست، چراکه برخی زمین‌شناسان، «بلوک لوت» را جزء ایران مرکزی و برخی دیگر قطعه‌ای جداگانه از آن می‌دانند. این حوضه از بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین واحدهای زمین‌شناسی ایران به‌شمار می‌آید و حوادث متعددی را نیز پشت سر نهاده و بارها دست‌خوش دگرگونی، ماگماتیسم، کوهزایی و چین خوردگی شده است. واقعیت این است که تفاوت‌چندانی بین زون سندج-سیرجان تا قبل از کرتاسه نمی‌توان یافت، به خصوص در پالئوژئیک حتی بین ایران مرکزی و البرز نمی‌توان اختلاف چندانی مشاهده کرد. همان‌طور که در این مطالعه مشاهده می‌شود، در پالئوژئیک بین زاگرس، البرز و ایران مرکزی اختلاف چینه‌شناسی، دگرگونی و ماگماتیسم خاصی دیده نمی‌شود. ایران مرکزی در این پژوهش شامل «بلوک طبس»، «کرمان»، «یزد»، «منطقه جام»، «ترود» و کل زون «سندج-سیرجان» و تمامی آذربایجان است (شکل-۱).



شکل ۱ | تقسیم‌بندی ساختارهای اصلی، اقتباس با تغییر از «نوگل سادات» [۴]

ارائه نمود.

به این منظور گردآوری داده‌های پیشین، ارزیابی و تحلیل آنها، تهیه بانک اطلاعاتی از فسیل‌های شاخص پالئوژئیک، انتخاب برش‌های چینه‌شناسی، نمونه‌برداری اصولی و آماده‌سازی آنها به منظور مطالعه گروه‌های مختلف فسیلی، مطالعات آزمایشگاهی، شناسایی و معرفی «زون‌های زیستی» یا «بیوزون‌ها»^۲ با بهره‌گیری از گروه‌های گوناگون فسیلی، واسنجی آنها و نهایتاً جمع‌بندی یافته‌ها در این پژوهش به انجام رسید.

قابل ذکر است بیش از ۱۵ هزار نمونه سنگی از برش‌های چینه‌شناسی پالئوژئیک به منظور مطالعات چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی، مطالعات ایزوتوپی و ژئوشیمی برداشت شد و مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت. آنچه در این نوشتار ارائه می‌گردد دستاوردهای حاصل از نتایج مطالعات فسیل‌شناسی و «منطقه‌بندی زیستی»^۳ در راستای درک بهتر چینه‌شناسی رسوبات پالئوژئیک ایران مرکزی و زاگرس و بررسی پتانسیل هیدروکربوری آنها است. این پژوهش با نظارت اداره پژوهش و فناوری مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و توسط مرکز پژوهشی زمین‌شناسی «پارس‌آرین زمین» به عنوان مجری پژوهشی انجام شده است.

۱- محدوده‌ی مطالعاتی

در مطالعه‌ی حاضر، هدف بررسی دوزون مهم ساختاری ایران مرکزی و زاگرس است؛ به این منظور ۵۱ برش چینه‌شناسی سطح‌الارضی پالئوژئیک و ۱۱ چاه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۲- زون‌های ساختاری

زون‌های ساختاری واحدهایی هستند که در روند تحولات زمین‌شناسی، ویژگی‌های مشترکی چون رسوب‌شناسی، چینه‌شناسی، ماگماتیسم، متامورفیسم و به طور کلی شیوه‌ی «زمین ساخت» مشابهی دارند. در این مقاله دو زون ساختاری ایران مرکزی و زاگرس مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

۱-۲- زون ایران مرکزی

زون ایران مرکزی یکی از واحدهای اصلی و عمده‌ای است که به شکل مثلثی در مرکز ایران قرار دارد و بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین واحد زمین‌شناسی به‌شمار می‌آید. در این واحد، سنگ‌های «نئوپروتروزوئیک» تا «کواترن» و هم‌چنین فازهای گوناگون کوه‌زایی، «ماگماتیسم» و دگرگونی رخ داده را می‌توان مشاهده کرد. محدوده ایران مرکزی، از دیدگاه پژوهشگران آشنا به زمین‌شناسی ایران متفاوت بوده و برخی از زمین‌شناسان از جمله «اشتوکلین» [۱]، ایران مرکزی را از شمال به کوه‌های البرز، از شرق به «بلوک لوت» و از جنوب غربی به زون «سندج-سیرجان» محدود می‌کنند. در حالی که «نبوی» [۲] بخشی از لوت (شمال لوت)، و «افتخارنژاد» [۳]

۲-۲- زون زاگرس

زون زاگرس نیز از جنوب ایران (منطقه‌ی بندرعباس) شروع و در شمال غرب، از طریق کرمانشاهان وارد کشور عراق می‌شود. این زون در حقیقت لبه‌ی شمال شرقی ورقه عربستان است که توسط «گسل تراستی»، به نام «تراست سراسری زاگرس» از ایران مرکزی (سندج- سیرجان) جدا می‌شود. حوضه زاگرس، از پرمین تا پلیوسن، از دیگر بخش‌های ایران با نشست دائمی تمیز داده می‌شود (هرچند ناپیوستگی‌های هم‌شیب در آن دیده می‌شود)؛ ویژگی‌های این زون عبارتند از:

■ بعد از سازند هرمز هیچ‌گونه فعالیت‌های ماگمایی و دگرگونی تاکنون در آن دیده نشده است. هرچند که فقط سازندهای ایلپیک و زردکوه در برخی موارد دگرگونی ضعیفی از نوع رخساره «سریستی» نشان می‌دهند.

■ قدیمی‌ترین سنگ‌های مشاهده شده در آن از سری هرمز است که در هیچ منطقه‌ای قاعده‌ی آن دیده نمی‌شود.

■ از نظر زمین‌ساختی دارای ساختارهای بزرگ تاقدیسی و ساختارهای کوچک ناودیسی است.

■ از آغاز «پرمین‌پسین» تا اواخر «میوسن»، توقف رسوب‌گذاری چندانی در آن دیده نمی‌شود و پاره‌ای از ناپیوستگی‌های رسوبی موجود در آن به صورت هم‌شیب قرار دارند.

در حقیقت زون زاگرس، حوضه رسوبی ویژه‌ای است که از شمال و شمال شرق به راندگی اصلی زاگرس و از جنوب شرق به کوه‌های عمان و از غرب و جنوب غرب به «سپر عربستان» محدود می‌شود. زاگرس مهم‌ترین منطقه نفتی-گازی ایران است. در این زون، تقریباً رسوبات «کامبرین پیشین» تا «پلیوسن» را می‌توان به صورت متوالی مشاهده کرد. این حوضه از کامبرین پیشین تا «تریاس میانی»، همانند نقاط دیگر ایران، محیط رسوبی «سکوبی»^۴ داشته که گاهی تحت تأثیر حرکات خشکی‌زایی بوده است. از تریاس تا میوسن، رسوباتی به سبب برای بیش از ۱۰,۰۰۰ متر در این حوضه در حال فرونشینی مداوم، تشکیل شده است؛ این رسوبات بیشتر شامل کربنات و در مواردی «ماسه‌سنگ» «شیل» و «مارن» هستند که البته سرعت فرونشینی از جنوب به سمت شمال کمتر بوده است. به طوری که در امتداد گسله دنا (مانند ناحیه «تنگ پوتک»، «لردگان» و ...) سبب برای کل رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و دوره‌ی «ترشیری» حدود ۵,۰۰۰ متر است این نشان می‌دهد که فرونشینی‌ای که برای حوضه‌ی زاگرس وجود داشته، از جنوب به سمت شمال تغییر کرده است [۷]. به طوری که برخی از سازندها در لبه‌ی شمالی یا تشکیل نشده‌اند و یا کم‌ضخامت‌تر بوده‌اند؛ به عنوان نمونه در برش چینه‌شناسی «دنا» (تنگ پوتک) دالان I و II ضخامت کمی دارند.

زاگرس در میان کمربند کوه‌زایی «آلپ- هیمالیا» از جمله کوه‌زادهای

جوان و فعالی است که در اثر برخورد تقریباً شمالی- جنوبی «ورقه‌ی عربی» با «ورقه‌ی اوراسیا» به وجود آمده است [۸]. باتوجه به وقوع احتمالی زمین‌لرزه در یک ناحیه [۹,۱۰] و داده‌های اخیر سامانه‌ی موقعیت یاب جهانی یا «جی. پی. اس»^۵ [۱۱,۱۲] میزان هم‌گرایی در سراسر زاگرس، مرتبط با «زون چین‌خورده ساده»^۶ است که خود متشکل از سیستم چین‌خورده پیش‌بوم و کمربندهای راندگی است. باتوجه به داده‌های به‌دست آمده از شبکه‌ی GPS [۱۱] کوتاه‌شدگی به میزان ۸-۱۰ mm/yr در ناحیه زاگرس قابل مشاهده است که می‌تواند برابر با ۴۰-۴۵ درصد از کل هم‌گرایی برآورد شده (۲۱ mm/yr) از برخورد صفحات اوراسیا و عربی باشد، اما به عقیده «ورنانت و همکاران» [۸] و «سلا و همکاران» [۱۳] در حال حاضر هم‌گرایی فعالی در جهت نسبی شمالی- جنوبی با نرخ تقریبی ۲۵-۳۰ mm/yr در لبه‌ی شرقی صفحه‌ی عربی در حال انجام است.

با وجود داده‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی، ابهاماتی در خصوص گسترش دگرشکلی در پوسته زاگرس وجود دارد. چین‌های نامتقارنی که در رشته‌کوه‌های زاگرس دیده می‌شوند معمولاً دلیلی از «دگرشکلی» ناشی از فشارش شمالی- جنوبی موجود در ۱۰ کیلومتر بالایی پوسته است که توسط رسوبات ابردوران «فانروزوئیک» پوشیده شده‌اند [۱۰]. براساس مطالعات جدید، سبب برای رسوبات دگرگون نشده‌ی پوسته در زاگرس، حداقل ۱۰ کیلومتر است و گاه تا ۱۶ کیلومتر هم می‌رسد [۱۴]. چین‌های گسترش یافته فوق، دارای یک سطح گسسته پایه‌ای هستند که در تبخیری‌های «سری هرمز» متعلق به «نئوپروتروزوئیک»، روی پی‌سنگ کریستالین قرار گرفته‌اند [۱۰]. اگرچه سبب برای لایه دگرشکل شده‌ی پوسته زاگرس توسط «اویسی و همکاران» [۱۵] و «بربریان» [۱۰] بیش از ۱۰ کیلومتر در نظر گرفته شده است، ولی بر پایه‌ی سبب برای به‌دست آمده برای هر واحد چینه‌ای- بر پایه گزارش‌ها و داده‌های زیرسطحی مدیریت اکتشاف وزارت نفت ایران- ژرفای پهنه‌ی دگربرخت دست‌کم بالغ بر ۱۴ کیلومتر است که این مقدار بیشتر هم‌سان با مقادیر برآورد شده توسط «جهانی و همکاران» [۱۴] به میزان ۱۶ کیلومتر است.

ناهمسانی توپوگرافی در سطح، نشانگر فعالیت گسله‌های بزرگ پی‌سنگی است [۱۰]. حال آن‌که در عناصر ساختاری سراسر زاگرس، تغییراتی چون شیب عناصر مربوطه در پوسته‌ی میانی نتیجه‌ای از جابه‌جایی‌های عمودی با مقیاس کیلومتری در پی‌سنگ است [۱۶, ۱۷, ۱۸]؛ با این وجود، مدل‌های ساختاری دیگر نیز پله‌های ساختاری را به میزان زیاد در نمک‌های هرمز نشان می‌دهند که نتیجه‌ای مشابه با برش‌های عرضی موجود در ساختارها دارند [۱۹].

۳- برهه‌های زمانی

مطالعات زمین‌شناسی به خصوص نتایجی که از مطالعات فسیل‌شناسی

همین سنگ‌شناسی است. «سازندآباد» نیز در برش الگو (دره همبست) شامل تناوبی از سنگ‌آهک دارای مواد آلی با میان‌لایه‌های شیل است که در ناحیه‌ی جلغا نیز دارای لیتولوژی مشابه است. هم‌چنین سازند هم بست در ناحیه‌ی جلغا دارای لیتولوژی مشابهی با ناحیه «ابرقوه» (دره همبست) است. مطالعات فسیل‌شناسی و شواهد صحرایی حاکی از آن است که آنچه از رسوبات پرمین تاکنون در ناحیه آذربایجان تحت عنوان سازندهای «دورود»، «روته» و «تسن» در نظر گرفته می‌شد، شباهت بسیاری با ناحیه آباده دارد، لذا می‌توان از نام سازندهای «وژنان»، «سورمق»، «آباده» و «همبست» که واحدهای سنگی متعلق به حوضه ایران مرکزی هستند به جای سازندهای البرزی استفاده کرد.

در ناحیه جنوب گسل «سلطانیه-تبریز-میشو» یعنی نواحی کوه‌های «سلطانیه»، «شاهین‌دژ»، «ارومیه» و «عجب‌شیر» سنگ‌های اردوئین تا کربونیفر برونزد ندارند. در این نواحی رسوبات پرمین شباهت بیشتری با البرز دارند اما هم‌چنان تفاوت کمی با غرب ایران مرکزی دارند. بنابراین بهتر است به دلیل شباهت سنگ‌شناسی این رسوبات، آنها هم ارز سازندهای ایران مرکزی در نظر گرفته شوند.

همان‌طور که ذکر شد، بین زون‌های ساختاری ایران در پرکامبرین پسین-پالئوزوئیک، تفاوت چندانی در ایران مرکزی، غرب ایران مرکزی و ناحیه آذربایجان به چشم نمی‌خورد. هم‌چنین پاره‌ای از سازندهای ایران مرکزی با سن پالئوزوئیک، با سازندهای زاگرس به خوبی قابل تطابق هستند. در ادامه به بحث در مورد نتایج مطالعات به تفکیک برهه‌های زمانی پالئوزوئیک پرداخته می‌شود.

۳-۱- پرکامبرین پسین-کامبرین پیشین

در این برهه زمانی، در ایران مرکزی و زاگرس، سازندهای «کاهار»، «تاشک»، «کلمرد»، «مراد»، «قره‌داش»، «ریزو»، «دسو»، «هرمز»، «بایندر»، «سلطانیه»، «باروت»، «زاگون» و «لالون» برونزد دارند. مطالعات چینه‌شناسی و صحرایی در این پژوهش، رابطه‌ی سازندها را در شکل-۲ نشان می‌دهد.

شواهد فسیل‌شناسی برای رابطه صحرایی صحه می‌گذارد، به طوری که ماکروفسیل‌هایی که در سازند سلطانیه و باروت مشاهده می‌شوند، به خوبی این ارتباط را نشان می‌دهند. هم‌چنین میکروفسیل‌هایی که در سازند باروت در آذربایجان و زاگرس مشاهده شده‌اند، نیز این موضوع را ثابت می‌کنند.

۳-۲- کامبرین میانی

کامبرین میانی در تمام ایران مرکزی و زاگرس با «سازند میلا» شروع

رسوبات پالئوزوئیک حوضه‌های زاگرس و ایران مرکزی به دست آمده است، حکایت از این دارد که بین واحدهای سنگی و جمعیت «فرامینیفراهای بنتیک» پالئوزوئیک ایران، در ایران مرکزی، زاگرس و البرز، اختلاف چندان زیادی وجود ندارد و این اختلاف در زون‌های ساختاری و حوضه‌های رسوبی ایران عموماً از اواخر پالئوزوئیک و ابتدای مزوزوئیک ظهور می‌کنند. از گذشته‌های دور که واحدهای ساختاری و حوضه‌های رسوبی ایران تفکیک شده‌اند، در مورد پهنه‌ی آذربایجان بین زمین‌شناسان اختلاف نظر وجود داشته است؛ عده‌ای آذربایجان را جزئی از ایران مرکزی دانسته [۱] و عده‌ای دیگر آن را جزء البرز [۲] قلمداد کرده‌اند؛ ولی واقعیت این است که زمین‌شناسی آذربایجان نشان می‌دهد که در پالئوزوئیک، به خصوص در شمال گسل «سلطانیه-تبریز-میشو» واحدهای سنگی، رخساره‌های آنها، فازهای پیشروی و پسروی و نیز جمعیت فرامینیفرای بنتیک تا حدی با ایران مرکزی شبیه هستند، به طوری که نمی‌توان سازندهای پالئوزوئیک آذربایجان-در شمال گسل سلطانیه-تبریز-میشو-را جدا از سازندهای پالئوزوئیک ایران مرکزی-ناحیه‌ی آباده-دانست. از سوی دیگر زون‌های فسیلی که پیش از این توسط محققان متعدد از پرمین میانی ایران مرکزی گزارش شده‌اند شامل: *Cancellina cutalensis*, *Chusenella brevipola*, *Chusenella*

Dubarula nana و *conicocylindrica Chusenella abichi*, *Dubarula mathieui*

[۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳]، در آذربایجان هم قابل شناسایی هستند. به طور مثال «سازند مولی» از نظر سنگ‌شناسی با یک «دولومیت» شروع و بعد به سنگ‌آهک ضخیم‌لایه و به تدریج به آهک متوسط‌لایه با میان‌لایه‌های شیل تبدیل می‌شود. هم‌چنین این سازند دارای ماکروفسیل‌های فراوان «براکیوپود» است که با ایران مرکزی شباهت دارند. سازند مولی در آذربایجان از نظر «لیتولوژیکی» شباهت زیادی به «سازند بهرام» در برش الگو و برش مرجع در دهنه کلت و هم‌چنین به برش‌های «نارک» مهاباد در ایران مرکزی دارد؛ هم‌چنین به باور «علوی نایینی» [۲۴] واحدهای سنگی بعضی قسمت‌های ناحیه «پلدشت» قابل مقایسه با «سازندهای سیب‌زار» و بهرام در ایران مرکزی است. از این گذشته سازند مولی از نظر سنی هم مشابه با سازند بهرام است. از سوی دیگر «سازند ایلان قره» در «برش جلغا» از نظر لیتولوژیکی دقیقاً مشابه «سازند شیشو» در برش تیپ است. سازندهای «سورمق»، «آباده» و «همبست» در این ناحیه از نظر لیتولوژیکی و محتوای فسیلی شباهت زیادی به نواحی «ابرقوه»، «آباده» و «شهرضا» دارند. در مطالعات گذشته در ناحیه‌ی آذربایجان در تفکیک رسوبات پرمین از سازندهای مختلفی هم چون وژنان، سورمق، الی‌باشی، درود، روته، تنسو لایه‌های جلغا استفاده شده است [۲۵].

«سازند سورمق» در برش الگو-«دره همبست» معمولاً به صورت یک سنگ آهک ضخیم‌لایه چرت‌دار است که در ناحیه‌ی جلغا نیز دارای

درباره‌ی کامبرین پسین نهشته شده است. ضخامت سازند شیرگشت از شمال شرقی یعنی ناحیه‌ی طبس به سمت غرب ایران مرکزی کاسته می‌شود، چنان‌که اگر «میلا IV» در آذربایجان معادل شیرگشت در نظر گرفته شود، فرض درستی است، به طوری که ضخامت میلا IV در زنجان ۴۰ متر است.

به نظرمی‌رسد پدیده‌های تکتونیکمانند بالآمدگی‌ها و گسله‌های پی‌سنگی در تغییر ضخامت، نقش اصلی رداشته‌اند؛ چنان‌که در ناحیه‌ی «کلمرد» به خصوص در کوه «لَخر بخشی» - نزدیک رباط کلمرد - ضخامت سازند «شیرگشت» با اینکه فاصله کمی با برش الگو دارد، خیلی کم است. در زاگرس ضخامت سازندهای اردویسین - «زردکوه»، «سیاهو» و «ایلیک» - تغییرات چندانی با ایران مرکزی ندارند. در حقیقت سازند شیرگشت معادل سه سازند ایلیک، زردکوه و سیاهو در زاگرس است. سازند ایلیک معادل بخش پایینی سازند شیرگشت است که سن کامبرین پسین را دارد.

تفاوت آشکاری بین سازندهای اردویسین در ایران مرکزی و زاگرس وجود دارد. این تفاوت در مقدار مواد آلی و نقش آنها در منشاء هیدروکربوری است. سازند شیرگشت باتوجه به آنالیزهای شیمیایی آلی انجام گرفته از نظر منشاء هیدروکربوری ضعیف است و برعکس سازندهای اردویسین زاگرس به خصوص سیاهو در این مورد نقش قابل توجه‌ای در منشاء هیدروکربوری «مخازن دهرم» زاگرس دارد.

۳-۴- سیلورین در ایران مرکزی و زاگرس

رسوبات برهه‌ی «سیلورین» در زاگرس و ایران مرکزی تفاوت قابل توجهی باهم دارند. این رسوبات در ایران مرکزی، ماسه‌سنگی، دولومیتی و گاه آهکی هستند، که در شمال ایران مرکزی با سنگ‌های آتشفشانی همراه می‌شوند،



شکل ۲ | رابطه سازندها در برهه‌ی زمانی پرکامبرین پسین - کامبرین پیشین در ایران

می‌شود. در ناحیه‌ی کرمان شروع کامبرین میانی با «سازند کوهبنان» است. «میلا I» یک واحد «دولومیتی» صخره‌ساز و سخت است که در تمام ایران مرکزی از طبس تا آذربایجان و در زاگرس، در تمام مناطقی که پالئوژئیک پیشین دیده می‌شود، برونزد دارد. هرچند، گاهی به دلیل سخت بودن، «تکتونیزه» شده است. نکته قابل توجه این است که ضخامت این واحد در مناطق یادشده تفاوت چندانی نمی‌کند و تنها در ناحیه کرمان، در قاعده‌ی کوهبنان کم ضخامت‌تر است.

در طبس در ناحیه‌ی «شیرگشت» و «ازبک‌کوه»، «میلا I» با سازند زیرین خود، تکتونیزه است و تشکیل آمیزه‌ای داده که در این ناحیه به آن «کالشانه» گفته می‌شود، در صورتی که واحد یک میلا فقط می‌تواند به عنوان بخشی از آنچه به آن کالشانه گفته می‌شود، در نظر گرفته شود. واحد میلا I در آذربایجان کاملاً شبیه به آن چیزی است که در زاگرس دیده می‌شود. در تمامی برونزدهای میلا I در زاگرس و آذربایجان یک لایه‌ی دو تا چهارمتری متشکل از «سیلستون»^۱ یا «لای سنگ» و شیل نرم‌فرسا به رنگ قرمز وجود دارد که به عنوان یک لایه‌ی کلیدی قابل پیگیری است.

واحد «میلا II» در آذربایجان و زاگرس بسیار به هم شبیه هستند و ضخامت آن نیز در مناطق یادشده زیاد نیست و به طور متوسط در زاگرس و آذربایجان کمتر از ۱۰۰ متر است. واحد میلا II در کرمان همان بخش بالایی سازند «کوهبنان» است که بسیار شبیه به میلا II در زاگرس است. واحد «میلا III» در آذربایجان فقط در منطقه‌ی زنجان و «شاهین‌دژ» برونزد داشته و قابل مشاهده است. در ایران مرکزی در ناحیه طبس، هم‌ارز میلا III، «سازند درنجال» در نظر گرفته می‌شود. در زاگرس، واحد میلا III در چندین منطقه کاملاً برونزد دارد و ترکیب آن تقریباً مشابه ایران مرکزی و آذربایجان است.

۳-۳- اردویسین در ایران مرکزی و زاگرس

«اردویسین»، در ایران مرکزی و زاگرس از دیدگاه چینه‌شناسی و به خصوص منشاء هیدروکربوری بسیار قابل توجه است؛ در مورد سنگ‌های اردویسین نکات زیر قابل توجه است:

- مرکز کامبرین - اردویسین در ایران مرکزی و زاگرس پیوسته است.
 - تفاوت لیتولوژی چندانی بین سازندهای ایران مرکزی و زاگرس نیست؛ تمام سازندهای اردویسین در ایران مرکزی و زاگرس، شیلی و ماسه‌سنگی هستند. در ایران مرکزی لیتولوژی ماسه‌سنگی بارزتر از زاگرس است.
 - بیوزون‌های مشترک بین ایران مرکزی و زاگرس دیده می‌شود.
- اردویسین در ایران مرکزی با سازند «شیرگشت» شناخته می‌شود که ضخیم‌ترین برونزد آن در این ناحیه بوده و به ۱۰۷۱ متر می‌رسد، که البته ۲۶۰ متر از آن

آهکی که گاه همراه با ماسه سنگ است در تمام نقاط ایران مرکزی از طبس گرفته تا جام و کرمان برونزد دارد و تا آذربایجان قابل پیگیری است. این سازند به عنوان یک سازند پرفسیل به خصوص از نوع ماکروفسیل‌هایی که زون‌های زیستی زیادی هم دارد، در تمام نقاط ایران مرکزی مشابه بوده و از این نظر یک سازندی کلیدی محسوب می‌شود.

درزاگرس، رسوبات بخش بالایی سازند زکین (شیل) شرایط دریایی پیدا می‌کند که با بخش کربناتی دونین یعنی بهرام و احتمالاً «شیشتو I» قابل مقایسه است، ولی در اثر فرسایش حذف شده است.

درزاگرس برخلاف ایران مرکزی واحدهای سنگی کربناته که روی واحدهای دونین تشکیل شده‌اند، وجود ندارند. در واقع بخش زیادی از زاگرس در کربونیفر از آب خارج شده و رسوب گذاری صورت نگرفته است و احتمالاً رسوبات دونین پیشین را هم در صورت تشکیل، حذف کرده است. دونین پسین در ایران مرکزی سازند شناخته شده‌ای است که در تمام نقاط ایران مرکزی می‌توان آن را پیگیری کرد و تحت عنوان «شیشتو I» شناخته می‌شود؛ از ناحیه طبس تا کرمان، انارک تا آذربایجان تقریباً تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود. حتی در ضخامت هم تغییرات چندانی به چشم نیامده و نواحی مربوطه دارای زون‌های زیستی مشابهی هستند.

درزاگرس واحدهای هم ارز «شیشتو I» دیده نمی‌شود که به احتمال زیاد تشکیل نشده و یا دستخوش فرسایش شده‌اند. از دیدگاه هیدروکربوری دونین ایران مرکزی و زاگرس بسیار ضعیف است.

۳-۶- کربونیفر در ایران مرکزی و زاگرس

رسوبات کربونیفر در ایران مرکزی و زاگرس و در نقاط مختلف ایران مرکزی تفاوت زیادی با هم دارند. درزاگرس رسوبات کربونیفر اولین بار در «چاه آغار» دیده شد که دارای فسیل‌های متنوع پالینومورف بوده و قابل مقایسه با سازند Berwath عربستان است.

در کوه «چالیشه» در لرستان، واحدهای ماسه‌سنگی که تا کنون سازند «فراقان» در نظر گرفته شده بودند، به نظر می‌رسد در قسمت‌های پایین به سن پرمین نبوده و متعلق به کربونیفر باشد؛ اما مشکلی که برای اثبات این موضوع وجود دارد این است که این سنگ‌ها به خصوص بخش پایینی آنها فاقد فسیل هستند ولی بر پایه فسیل گیاهی «سجیلاریا براردی» *Sigillaria brardii* - جناب دکتر «فخر» - در طی مصاحبه شفاهی بیشترین احتمال را به کربونیفر داده‌اند. به هر حال وجود رسوبات کربونیفر در زاگرس در این پژوهش اثبات شده است.

در ایران مرکزی سه سازند متعلق به کربونیفر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که شامل: بخش شیشتو II، سازندهای «سردر» و «زلدو» هستند. واقعیت این است که سازندهای کربونیفر در ایران مرکزی، گاه در قسمت‌های بالایی

ولی در زاگرس، رسوبات سیلورین شیلی بوده که از نظر منشأ هیدروکربوری بسیار قابل توجه هستند.

در بسیاری از مناطق ایران مرکزی «نبود»^۴ در رسوبات سیلورین وجود دارد؛ درزاگرس نیز ظاهراً چنین است. شواهد رسوبات زاگرس نشان می‌دهد که این رسوبات - هم‌ارز «سازند سرچاهان» - در همه جای زاگرس تشکیل شده و نبود آن در بسیاری از مناطق نتیجه فرسایش‌های بعدی است. در ایران مرکزی نیز چنین است. به طور کلی می‌توان گفت که در اغلب نقاط ایران مرکزی و زاگرس رسوبات سیلورین تشکیل شده ولی فرآیندهای فرسایشی، باعث حذف یا کم ضخامت شدن آنها در مناطق مختلف شده است.

بین رسوبات سیلورین ایران مرکزی و زاگرس یک تفاوت آشکار وجود دارد و آن این است که این رسوبات در ایران مرکزی فاقد مواد هیدروکربوری است؛ در صورتی که درزاگرس از این نظر بسیار غنی است.

۳-۵- دونین در ایران مرکزی و زاگرس

واقعیت این است که رسوبات دونین در ایران مرکزی و زاگرس تشکیل شده‌اند، اما آنگونه که شواهد نشان می‌دهد بخش‌هایی از این رسوبات به خصوص بخش‌های بالایی فرسایش یافته و حذف شده‌اند و یا از ضخامت آنها کاسته شده است.

بخش‌های پایینی واحدهای سنگی «دونین» در ایران مرکزی و زاگرس، ماسه سنگی بوده و شرایط دریایی کم ژرفا و گاه قاره‌ای را نشان می‌دهد؛ اما بر حسب شواهد در ناحیه‌ی «زرنند کرمان»، «کاشمر» و قسمت بالایی «سازند زکین» در زاگرس، بخش بالایی دونین، دریا ژرفتر می‌شود.

هر چند در این پژوهش، تلاش فراوان شد تا جایگاه سازندهای «پادها» و «زکین» دقیق مشخص شود و این اتفاق هم تا حدود زیادی رخداد اما به دلیل زیاد نبودن تعداد فسیل‌ها این امر به خوبی تحقق نیافت. اما واقعیت فسیلی و جایگاه چینه‌شناسی هر دو سازند نشان می‌دهد که سازند پادها در ایران مرکزی، همان سازند زکین در زاگرس است. البته لازم به ذکر است که تفاوت‌هایی هم بین این دو سازند دیده می‌شود. سازند پادها، در ایران مرکزی دارای واحدهایی است که شواهد تبخیری را نشان می‌دهد. البته این موضوع چندان قابل توجه نیست و باید به این مهم توجه کرد که بخش‌های «سیلتی» و «مارنی» پادها در ایران مرکزی به دلیل موقعیت جغرافیایی دارای ماده‌ی معدنی «ژپیس» هستند که غالب آنها ثانویه بوده و از اقلیم منطقه و لیتولوژی خاص «سیلتی - مارنی» ناشی می‌شوند.

در ایران مرکزی بر روی سازند پادها، سازند کربناته‌ای می‌نشیند که تحت عنوان سبزار و بهرام شناخته شده است، که سنی از «ایفلین» تا «فرازنین» و گاه «فامنین پیشین» نشان می‌دهد.

بخش دولومیتی سازند بهرام در همه‌ی برونزدها وجود ندارد. اما بخش

از لحاظ لیتولوژی به هم نزدیک و یا جایگزین هم می‌شوند، که باید مورد توجه قرار گیرد.

بخش شیشو II در برش «حوض دوراه» با یک واحدشیلی و آهک نازک لایه به نام «افق موش» شروع می‌شود که در «کوه‌های شتری» - در ناحیه‌ی طبس - دیده شده و در غرب ایران مرکزی گسترش ندارد؛ این واحد از نظر منشاء مواد هیدروکربوری قابل توجه است. این بخش تقریباً در تمام نقاط ایران مرکزی، «کوه‌های شتری»، «ازبک‌کوه»، «انارک» و «آذربایجان» قابل پیگیری است.

این سازند در برخی از نقاط جایگزین سازند بالایی خود می‌شود به عنوان مثال: در ازبک‌کوه و انارک و آذربایجان. البته در تمام این نقاط سازند سردر با لیتولوژی ماسه‌سنگی - شیلی (بیشتر ماسه سنگ و کمی کربنات) بر روی شیشو II دیده می‌شود. اما یک تغییر قابل توجه و بین انگشتی بین آنها دیده می‌شود. مثلاً در برش «حوض دو راه»، رسوب‌گذاری شیشو II، تا «ویزین پسین» و در «ازبک‌کوه» تا «باشکیرین» ادامه می‌یابد؛ در «انارک» این رسوب‌گذاری تا «مسکووین» و در آذربایجان برش ایلانلو تا «ویزین پیشین» ادامه می‌آید. «سازند سردر»، که به طور عمده از ماسه‌سنگ، شیل و «سیلت» تشکیل شده و گاه در بخش‌های بالایی کربناته می‌شود، در نقاط مختلف ایران مرکزی برونزد داشته و در پاره‌ای از نقاط از نظر سنی تا «اشکوب قزلین» هم پیش می‌رود. البته بخش کربناته آن «زلدو» نامیده شده که دارای زون‌های زیستی مختلفی است.

سازند «زلدو» سن کربونیفر پسین را نشان می‌دهد و فقط در ازبک‌کوه برونزد دارد. البته در انارک در «کوه عبدالحسین» هم گزارش شده که مورد قبول واقع نشده است. به نظر می‌رسد «زلدو» تغییر رخساره کربناتی بالایی «سازند سردر» باشد که در برخی از نقاط ایران مرکزی دیده می‌شود. از نظر هیدروکربوری تمام واحدهای کربونیفر به جزء «افق موش» فقیر بوده و امیدی به تولید ذخایر هیدروکربوری در سازندهای کربونیفر نیست. تفاوت آشکار بین ایران مرکزی و زاگرس در نبود رسوبات فراگیر کربونیفر در زاگرس است.

۳-۲- پرمین در ایران مرکزی و زاگرس

رسوبات پرمین را در تمام نقاط ایران مرکزی و زاگرس را با شباهت زیاد بین این دو می‌توان مشاهده نمود؛ از جمله اینکه هم در ایران مرکزی و هم زاگرس، رسوبات پرمین با ماسه سنگ شروع شده و سازندهای آن در ایران مرکزی در قاعده‌ی «سازند جمال»، قاعده‌ی «سازند خان» و «سازند وژنان» از طبس تا آذربایجان تقریباً یکسان است. در زاگرس نیز این مسأله قابل توجه است که قاعده‌ی «سازند فراقان» هم ماسه‌سنگی است، که گاه بین آنها شیل نیز دیده می‌شود؛ در تمام ایران مرکزی و زاگرس این مسأله قابل پیگیری است. به نظر می‌رسد شروع دریای پیش‌رونده در سراسر ایران از شرق به سمت

غرب شروع می‌شود، زیرا بخش ماسه‌سنگی قاعده‌ی «جمال»، «خان»، «وژنان» و «باغ‌ونگ» (در کوه باغ‌ونگ) از پرمین پیشین شروع می‌شود، ولی در زاگرس «سازند فراقان» از آخر پرمین پیشین شروع شده و تا پرمین میانی ادامه می‌یابد و بیشتر ضخامت آن به پرمین میانی تعلق دارد. در ایران مرکزی بخش ماسه‌سنگی پرمین زودتر از زاگرس شروع و دیرتر پایان می‌یابد.

در ایران مرکزی به جز در ناحیه‌ی کلمرد که در پالئوزوئیک حالت بالا آمده داشته، تقریباً در تمام نقاط دیگر از جمله طبس، کوه‌های شتری، ازبک‌کوه، بلوک یزد و کرمان یک سازند کربناته ضخیم لایه به نام «سازند جمال» وجود دارد که این سازند در ناحیه‌ی غرب ایران مرکزی و آذربایجان «سورمق» نامیده شده و در زاگرس هم‌ارز سازند جمال و سورمق، از «سازند دالان» نامبرده می‌شود.

«سازند فراقان»، در تمام مناطق زاگرس دیده می‌شود، این سازند از چند جهت مورد اهمیت است: اول آنکه فراگیر است و در تمام مناطق زاگرس دیده می‌شود. به علت وجود شیل در بالای آن و گاه میان لایه‌های ماسه‌سنگی این سازند هم می‌تواند منشاء هیدروکربوری داشته باشد و هم لایه‌ی ماسه‌سنگی آن می‌تواند مخزن نفتی باشد. از طرف دیگر، به علت وجود واحد شیلی در قسمت بالای آن، این سازند می‌تواند به عنوان سنگ پوشش هم نقش ایفا کند. هرچند که ضخامت شیل زیاد نیست، ولی به علت بار زیادی که بر روی آن است (حداقل ۵,۰۰۰ متر رسوب) ضخامت کم شیل هم می‌تواند نقش یک سنگ پوشش را ایفا نماید.

۴- سیستم‌های نفتی در سنگ‌های پالئوزوئیک ایران مرکزی و زاگرس

یک سیستم نفتی می‌تواند شامل سه واحد باشد: ۱- «سنگ منشا»

۲- «سنگ میزبان» و «سنگ پوشش»^۹.

۴-۱- ایران مرکزی

در ایران مرکزی رسوباتی که از نظر منشاء هیدروکربوری قابل توجه بوده‌اند، بر اساس مطالعات انجام شده و آنالیزهای شیمیایی عبارتند از:

در مرحله اول افق موش و سازند شیشو II، و در مرحله بعدی سازند «شیرگشت»، که یک منشاء ضعیف هیدروکربوری محسوب می‌شود؛ از «سازندآباد» در غرب ایران مرکزی نیز می‌توان به عنوان یک منشاء نسبتاً خوب یاد کرد.

ایران مرکزی هرچند که در پالئوزوئیک دارای سنگ مخزن ماسه سنگی و کربناتی خوبی است، ولی سنگ پوشش خوبی در پالئوزوئیک ندارد؛ مگر اینکه سازندهای جوانی که در مزوزوئیک و سنوزوئیک وجود دارند را سنگ پوشش در نظر گرفت. به هر حال در پالئوزوئیک سازندهایی که

منشاء هیدروکربوری داشته باشند، محدود هستند.

شده است.

۲-۴- زاگرس

در زاگرس از نظر سیستم نفتی می‌توان با قاطعیت گفت که منشاء بسیاری از ذخایر هیدروکربوری مهم، از سازندهای پالئوزوئیک است، به خصوص پالئوزوئیک پایینی؛ چنان‌که سازندهای «اردویسین» و «سیلورین» مانند: «باروت»، «میلا III»، «ایللیک»، «زردکوه»، «سیاهو» و «سرچاهان» شواهد منشاء را نشان می‌دهند. از بین این سازندها، «سیاهو» و «سرچاهان» بسیار قابل توجه هستند. از طرف دیگر باید گفت که سازندهای سیاهو و سرچاهان، علاوه بر بندرعباس (فارس) در لرستان هم پروند دارند. سازند سیاهو در لرستان-که سن آن تا اردویسین پیشین هم می‌آید- از نظر توان هیدروکربوری نسبت به بندرعباس بسیار قابل توجه‌تر است.

سازند سرچاهان که شواهد آن به عنوان منشاء در مناطق فارس و بندرعباس تأیید شده و بسیار قابل توجه است در لرستان نیز دیده می‌شود. بنابراین منشاء هیدروکربوری در زاگرس با سن پالئوزوئیک منحصر به منطقه‌ای خاص نیست و می‌توان آن را در همه جای زاگرس مورد کنکاش قرار داد. سازندهای پالئوزوئیک بالا که در زاگرس از نظر منشاء هیدروکربوری قابل توجه هستند عبارتند: از «سازند فراقان» و بخش‌های بالایی «سازند زکین».

۳-۴- سیستم‌های نفتی

با توجه به آنچه گفته شد می‌توان سه سیستم نفتی در پالئوزوئیک زاگرس تعریف کرد؛ جدا از اینکه شواهد نشان می‌دهد که ذخایر هیدروکربوری «دهرم» از پالئوزوئیک منشاء گرفته است.

■ سیستم نفتی «میلا III» و «باروت»: سازندهای باروت و میلا III به عنوان سنگ منشاء، میلا III به عنوان مخزن و «سیاهو» یا «ایللیک» یا «زردکوه» به عنوان سنگ پوشش مطرح اند، که «دره یاس» نمونه بارز آن است.

■ سیستم «ایللیک» و «زردکوه»: ایللیک و زردکوه هم به عنوان سنگ منشاء و هم سنگ مخزن، و سیاهو به عنوان سنگ پوشش مطرح اند، که زردکوه نمونه بارز آن است.

■ سیستم نفتی پالئوزوئیک بالا: سازندهای «سیاهو» و «سرچاهان» از نظر منشاء هیدروکربوری بسیار غنی هستند؛ سازندهایی مانند «باروت» و «میلا III»، «ایللیک» و «زردکوه» به عنوان سنگ منشاء و سازندهای «زکین» و «فراقان» به عنوان سنگ مخزن مطرح اند و سنگ پوشش آن هم می‌تواند شیل‌های سازند فراقان باشد.

جدا از سیستم‌هایی که ذکر شد مطالعات ژئوشیمی و فسیل‌شناسی نشان می‌دهد که عمده‌ی نفت و گازهای گروه دهرم از پالئوزوئیک هستند و با توجه به مطالعات انجام شده در زاگرس بخش کوچکی از آن تاکنون کشف

البته شواهد منطقه‌ای نشان می‌دهد احتمال یک سیستم نفتی در «هرمز» هم دور از انتظار نیست، به طوری که سنگ منشأ و سنگ مخزن هرمز و سنگ‌های بالایی آن به عنوان سنگ پوشش باشند. البته این سیستم تاکنون مورد مطالعه دقیق قرار نگرفته و به دلیل جایگاه سنی هرمز در این مطالعه نیز مورد نظر نبوده است.

نتیجه‌گیری

۱- پیشنهاد می‌شود «معدن کوشک» به عنوان برش نمونه برای «ریزو» در نظر گرفته شود؛ چون مرز زیرین و بالایی آن مشخص بوده و می‌تواند مرتبه‌اش از سری به سازند تغییر کند؛ به علاوه گسترش آن در ایران مرکزی در مناطق «بافق»، «ساغند» و «کرمان»، قابل پیگیری است.

۲- در برش چینه‌شناسی «کوشک»، واقع در شمال شرق بافق در محدوده معدن سرب- روی کوشک، «سازند هشتم» برای نخستین بار گزارش می‌شود؛ و درست بر روی واحدهای ریزو و در زیر سنگ‌آهک «عقدا» قرار می‌گیرد. این سازند در برش کوشک حتی از مقطع تیپ هم کامل‌تر بوده و لیتولوژی غالب آن شیلی است.

۳- میان لایه‌های آهکی در بخش بالایی «سازند لالون» در برش چینه‌شناسی «شیرگشت» بر اساس ایزوتوپ «روبیوم- استرونیوم» مورد بررسی قرار گرفت که سن حدود ۵۱۰ میلیون سال قبل را نشان می‌دهند. سن تعیین شده برای نمونه‌های مورد بررسی از «سازند لالون» بسیار واقع‌بینانه بوده و برای اولین بار در تاریخ مطالعات زمین‌شناسی ایران سن تعیین شده برای این سازند، با دیگر شواهد چینه‌شناسی مطابقت دارد.

۴- آنچه که به عنوان جایگاه واقعی در منابع زمین‌شناسی «سازند کالشانه» (کامبرین میانی) ذکر می‌شود، صحیح نبوده و سنگ‌هایی که به «سازند کالشانه» منسوب شده‌اند، از نظر لیتولوژی در واقع به سه سازند «دزو»، «عقدا» و «ریزو» در منطقه‌ی «بافق» شباهت داشته و به نظر می‌رسد سازندی به نام کالشانه نمی‌تواند وجود داشته باشد. زیرا کنتاکت بالایی و زیرین آن هر دو گسله هستند؛ ولی چون با زمین‌های بالایی و پایینی خود هم امتداد و هم‌شیب است به اشتباه، تحت عنوان یک سازند مجزا نامگذاری شده است. در حقیقت بخش‌های چهارگانه‌ای برای «سازند کالشانه» ذکر شده است که سه واحد آن مربوط به «دزو» یا «ریزو» است که سن پرکامبرین دارد و واحد چهارم آن «سازند عقدا» است که سن کامبرین پیشین برای آن حتمی است.

۵- در غرب ایران مرکزی- «زون سندنج- سیرجان» و «آذربایجان» سازندهای سورمق» و «آباد»، شواهد لیتولوژی مشابهی را نشان می‌دهند؛ به همین دلیل در آذربایجان، آنچه به «روته» نسبت داده شده، در این

۷- بر اساس مطالعات انجام شده و آنالیزهای شیمیایی، در ایران مرکزی رسوبات «افق موش» و «سازند شیشتو II» و در مرحله بعدی «سازند شیرگشت» و «آباد» از نظر منشاء هیدروکربوری قابل توجه هستند.

۸- در پالئوزوئیک زاگرس، می توان سه سیستم نفتی تعریف نمود که عبارتند از: سیستم نفتی «میلا III و باروت»، «سیستم ایلپیک و زردکوه» و «سیستم نفتی پالئوزوئیک بالا».

۹- احتمال وجود یک سیستم نفتی در هرمز دور از انتظار نیست، به طوری که سنگ منشأ و سنگ مخزن هرمز و سنگ های بالایی آن به عنوان سنگ پوشش باشند. ■

مطالعه سازند سورمق در نظر گرفته شده است، که با توجه به ویژگی های لیتولوژیکی، فسیل شناسی و جغرافیای دیرینه، فرض درستی است.

۶- برخلاف ایران مرکزی، قدیمی ترین واحد سنگی که در زاگرس برونزد دارد، «سری هرمز» است که در هیچ جا قاعده آن دیده نمی شود. مقایسه ی چینه شناسی و تطابق بخشی این سری و نیز ویژگی های سنگ شناسی و ماهیت پترولوژیکی سری هرمز نشان می دهد که «سری هرمز» و «سری ریزو» ویژگی های مشترکی داشته، دارای یک سن بوده و متعلق به پرکامبرین می باشند. جدا از سری هرمز، قدیمی ترین واحد سنگی که تاکنون در زاگرس برونزد دارد بخش بالایی «سازند سلطانیه» است که در این پژوهش برای نخستین بار معرفی شده است.

پانویس ها

1. Calibration
2. Biozone
3. Biozonation
4. Platform
5. Global Positioning System (GPS)

6. Simply Folded Zone (SFZ)
7. Siltstone
8. gap
9. source rock, host rock and cover rock.

منابع

- [1]. Stocklin, J., Structural history and tectonics of Iran, A review. AAPG Bulletin, 1968, 52, 7, 1229-1258.
- [۲]. نبوی، مح.، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، تهران، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۵۵، ۱۰۵ ص.
- [۳]. افتخار نژادج، تفکیک بخش های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه های رسوبی، تهران، نشریه انجمن نفت، ۱۳۵۹، شماره ۸۲.
- [4]. Nogole Sadat, M.A.A., Seismotectonic map of Iran (scale 1:1 000 000), Geological Survey of Iran, 1993, (proof print).
- [5]. Boulin, J., Structures in Southwest Asia and evolution of the eastern Tethys. Tectonophysics, 1991, 196, 211-268.
- [6] Şengör, A. M. C., Cin, A., Rowley, D. B and Nie, S. Y., Magmatic evolution of the Tethysides: a guide to reconstruction of collage history. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1991, 87, 411-440.
- [۷] قربانی، م.، زمین شناسی ساختاری و تکتونیک ایران، تهران، نشر آری زمین، ۱۳۹۳، ۲۷۱.
- [8]. Vernant, P., Nilfouroushan, F., Hatzfeld, D., Abbassi, M. R., Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Martinod, J., Ashtiani, A., Bayer, R., Tavakoli, F., Chery, J., Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman, Geophys. J. Int., 2004, 157, 381-398.
- [9]. Talebian, M., & Jackson, J., A reappraisal of earthquake focal mechanisms and active shortening in the Zagros Mountains of Iran. Geophysical Journal International, 2004, 156, 506-526.
- [10]. Berberian, M., Master "Blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. Tectonophysics, 1995, 241, 193-224.
- [11]. Tatar, M., Hatzfeld, D., Martinod, J., Walpersdorf, A., Ghafori-Ashtiany, M. & Chery, J. The present-day deformation of the Central Zagros from GPS measurements, Geophysical Research Letters, 2002, 29, 1-33.
- [12]. Walpersdorf, A., Hatzfeld, D., Nankali, R., Tavakoli, F., Nilfouroushan, F., Tatar, M., Vernant, P., Chery, J. & Masson, F., Difference in the GPS deformation pattern of North and Central Zagros (Iran), Geophysical Journal International, 2006, 167, 1077-1088.
- [13]. Sella, G.F., Dixon, T.H., Mao, A., REVEL: a model for recent plate velocities from space geodesy. Journal of Geophysical Research, 2002, 107, 11, 1-30.
- [14]. Jahani, S., Callot, J.P., Letouzey, J., Frizon de Lamotte, D., The eastern termination of the Zagros Fold-and-Thrust Belt, Iran: Structures, evolution, and relationships between salt plugs, folding, and faulting, Tectonics, 2009, 28, TC6004.
- [15]. Oveisi, B., Lavé, J., Van der Beek, P., Carcaillet, J., Benedetti, L., & Aubourg, C., Thick- and thin-skinned deformation rates in the central Zagros simple folded zone (Iran) indicated by displacement of geomorphic surfaces. Geophysical Journal International, 2009, 176, 627-654.
- [16]. Molinaro, M., Leturmy, P., Guezou, J.-C., Frizon de Lamotte, D., Eshraghi, S.A., The structure and kinematics of the southeastern Zagros fold-thrust belt, Iran: From thin-skinned to thick-skinned tectonics, Tectonics, 2005, 24, 1-19.
- [17]. Mouthereau, F., Lacombe, O., Meyer, B., The Zagros Folded Belt (Fars, Iran): Constraints from topography and critical wedge modelling, Geophysical Journal International, 2006, 165, 336-356.
- [18]. Sherhati, S., Letouzey, J., Frizon de Lamotte, D., Central Zagros fold-thrust belt (Iran): New insights from seismic data, field observation, and sand-box modeling, Tectonics, 2006, 25, TC4007.
- [19]. McQuarrie, N., Crustal scale geometry of the Zagros fold-thrust belt, Iran. Journal of Structural Geology, 2004, 26, 519-535.
- [20]. Baghbani, D., Correlation chart of selected Permian strata from Iran, Pemophiles, 1997, 30, 24-25.
- [21]. Kobayashi, Fumio & Ishii, K.-I., Permian fusulinaceans of the Surmaq Formation in the Abadeh Region, central Iran, Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 2003, 109, 307-337.
- [22]. Leven, E.J. & Gorgij, M.N., Gzhelian fusulinids first discovered in central Iran, Stratigraphy and Geological Correlation, 2006, 14, 1, 19-29.
- [23]. Leven, E.J. & Gorgij, M.N., First record of Gzhelian and Asselian Fusulinids from the Vazhnan Formation (Sanandaj-Sirjan zone of Iran) Stratigraphy and Geological Correlation, 2011, 19, 5, 16-31.
- [۲۴]. علوی نائینی، م.، چینه شناسی پالئوزوئیک، طرح تدوین کتاب، تهران، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۲، ۴۷۰ ص.
- [۲۵]. شعبانیان، ر.، چینه شناسی و فوزولینیدهای پرمین شمال غرب ایران، نشریه علوم پایه (دانشگاه آزاد اسلامی)، ۱۳۸۸، ۱۹، ۷۳، ۱۱۸-۱۰۱.