

لیتواستراتیگرافی سازند میشان در بخش مرکزی فروافتادگی دزفول، جنوب شرقی رامهرمز

جهانبخش دانشیان^{*}، احمد زواره ای، سمیرا همایون زاده

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران

هرمز قلاوند

بخش زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، اهواز، ایران

چکیده

مطالعه لیتواستراتیگرافی ۱۵ برش چینه شناسی سازند میشان از گروه فارس در بخش مرکزی ناحیه فروافتادگی دزفول حاکی از آن است که ضخامت سازند فوق به سمت شرق و جنوب شرق فرو افتادگی دزفول افزایش می یابد، به طوری که بیشترین ضخامت آن در این مطالعه به چاه شماره ۳۹ میدان نفتی پارسی با ۵۹۰ متر و کمترین ضخامت به چاه شماره ۲۲۲ میدان نفتی مارون با ۳۰۰ متر تعلق دارد. سازند میشان در کلیه برش های مورد مطالعه از سنگ آهک قاعده ای عضو گوری و مارن های خاکستری تشکیل شده است، لازم به ذکر است، عضو گوری در بیشتر موارد شامل تناوبی از سنگ آهک رسی و مارن خاکستری است. عضو فوق در استان خوزستان ضخامت قابل توجهی دارد، به طوری که در چاه شماره ۸۵ از میدان نفتی پازنان، حدود ۱۹۲ متر در چاه شماره ۱۱۴ از میدان نفتی کرنج و چاه شماره ۳۹ از میدان نفتی پارسی ۱۷۴ متر و در چاه شماره ۱۸ از میدان نفتی کرنج، ۱۶۲ متر ضخامت دارد.

واژه های کلیدی: لیتواستراتیگرافی، سازند میشان، فروافتادگی دزفول، میوسن

^{*} عهده دار مکاتبات

مقدمه

سازند میشان برای اولین بار توسط جیمز و وایند^(۱) به عنوان برش الگو در یال جنوبی میدان نفتی گچساران واقع در ۵۰ کیلومتری جنوب شرقی گچساران در استان کهکلوپه و بویراحمد با ضخامت ۷۱۰ متر و با مارن های خاکستری و سنگ های آهکی رسی غنی از میکروفسیل و ماکروفسیل معرفی گردید. آن ها سن نهشته های سازند میشان را میوسن پیشین تا میانی ذکر کردند.

سازند میشان در حوضه رسوبی زاگرس واقع است. فاور^(۲) این حوضه را به سه بخش مهم زون راندگی، کمربند چین خورده کوهستانی و فروافتادگی دزفول تقسیم کرده است (شکل ۱). برش های مورد مطالعه در فروافتادگی دزفول واقع هستند. این فروافتادگی پدیده ای ساختمانی در جنوب غربی راندگی زاگرس است که دربرگیرنده اکثر میادین نفتی ایران می باشد. در فروافتادگی دزفول که سازند آسماری فاقد رخنمون است سه پدیده ساختمانی آن را محصور می کنند، زون خمشی (Flexure Zone) بالارود در شمال، زون خمشی جبهه کوهستانی در شمال شرقی و یک زون پیچیده خمشی و گسلی به نام زون گسلی کازرون.^(۳-۴) (شکل ۲)

به استناد اطلاعات و منابع قابل دسترس، سازند میشان تاکنون در منطقه مذکور مورد مطالعه قرار نگرفته است و آنچه راکه به عنوان تاریخچه مطالعاتی بتوان به آن اشاره نمود عبارت است از:

- وایند^(۵) بیواستراتیگرافی سازندهای مزوزوئیک و سنوزوئیک نواحی مختلف زاگرس از جمله سازند میشان رادراستان های خوزستان، فارس و لرستان را مطالعه نمود. جیمز و وایند^(۱) نیز چینه شناسی نهشته های جنوب و جنوب غربی را مطالعه نموده و با مطرح ساختن واحدهای بیواستراتیگرافی و لیتواستراتیگرافی این سازندها برش الگوی سازند میشان را معرفی نمودند. فاور^(۶) در یک گزارش داخلی سازندهای پس از آسماری را براساس تفسیر مقاطع ژئوفیزیکی مطالعه کرده و نقشه های خطوط هم ضخامت نسبی برای آن سازند ها تهیه نمود. مطیعی^(۷) نیز اطلاعات ارائه شده در مورد چینه شناسی زاگرس را گردآوری نمود و در آن به شرح واحدهای لیتواستراتیگرافی و بیواستراتیگرافی سازندهای منطقه زاگرس پرداخت و در سال ۱۳۷۴^(۸) اطلاعات جمع آوری شده راجع به مخازن و میادین نفتی، سازندها و ویژگی های نفتی زاگرس را در مجموعه دوجلدی به نام زمین شناسی نفت منطقه زاگرس تألیف نمود. موحد و لاسمی^(۹) نیز پترولوژی، میکروفاسیس و محیط رسوبی عضوگوری از سازند میشان در بندرعباس را مطالعه و بررسی نمودند.

مواد و روشها

روش کار

جهت بررسی لیتواستراتیگرافی سازند میشان در فروافتادگی دزفول ۱۵ برش چینه شناسی و ۷۰۰ نمونه مورد مطالعه قرار گرفتند. ستون های چینه شناسی برش های تحت الارضی براساس نمودارهای سرچاهی (Graphic Well Log) و ستون چینه شناسی برش سطح الارضی براساس اطلاعات جمع آوری شده از نمونه برداری ترسیم شدند. سپس نمودار تطابق چینه شناسی (Correlation Chart)، نمودار ندرده ای (Fence Diagram) و نقشه هم ضخامت (Isopach) دوبعدی و سه بعدی برش های چینه شناسی ترسیم شدند.

لیتواستراتیگرافی سازند میشان در برش های مورد مطالعه

الف) برش سطح الارضی شمال شرقی ارمش

این برش در میدان نفتی کرنج وبا مختصات جغرافیائی تقریبی $49^{\circ} 52' 45''$ طول شرقی و $30^{\circ} 58' 20''$ عرض شمالی قرار دارد. راه دسترسی به برش فوق از طریق جاده اصلی اهواز- رامهرمز و در ۱۳۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز امکان پذیر است (شکل ۳). ضخامت این برش ۴۱۰ متر بوده که در قاعده از سنگ آهک مملو از فسیل دوکفه ای، بریوزوا، جلبک و استراکد و انواع فرامینفرهای بتتیک تشکیل شده است. بخش بالائی نیز از مارن های خاکستری تشکیل شده که در آن انواع ماکروفسیل های خارپوست، دوکفه ای و میکروفسیل های فرامینفر و استراکد مشاهده شده است. مرز فوقانی سازند میشان در این برش با مارن های قرمز سازند آغا جاری تدریجی و هم شیب است و مرز زیرین آن با سازند گچساران نیز مشخص و هم شیب می باشد که به علت صعب العبور بودن و عدم دسترسی به قاعده سازند، تعیین ضخامت این بخش با استفاده از نقشه هم ضخامت ۶۳ متر به دست آمده است. به عبارت دیگر ۳۴۷ متر از سازند با ۸۸ نمونه آهکی و مارنی مورد مطالعه قرار گرفته است (شکل ۴).

ب) برش های تحت الارضی

در منطقه از ۶ میدان نفتی مختلف ۱۴ برش تحت الارضی انتخاب و مطالعه شده است. در انتخاب برش ها سعی شده تا حد امکان از برش هایی استفاده شود که در آن ها توالی کامل گروه فارس وجود دارد، از این رو در کلیه برش ها سازند میشان به طور مشخص و هم شیب بر روی سازند گچساران قرار گرفته است و مرز بالائی آن با سازند آغا جاری نیز پیوسته و هم شیب می باشد. برش های تحت الارضی در بخش مرکزی فروافتادگی دزفول و با مختصات تقریبی طول جغرافیائی شرقی بین $49^{\circ} 30' 50''$ و عرض جغرافیائی شمالی بین $30^{\circ} 37'$ تا $31^{\circ} 35'$ واقع شده اند. برش های مطالعه شده عبارتند از: چاه شماره ۴ میدان نفتی کوپال، چاه های شماره ۲۲۲ و ۲۲۴ میدان نفتی مارون، چاه های شماره ۱۴۶، ۱۴۷ و ۱۵۹ میدان نفتی آغا جاری، چاه های شماره ۸۵ و ۹۵ میدان نفتی پازنان، چاه های شماره ۱، ۲، ۱۴ و ۱۸ میدان نفتی کرنج و چاه های شماره ۳۱ و ۳۹ میدان نفتی پارس (شکل ۳).

کلیه اطلاعات مربوط به چاه ها از نقشه های (U.G.C) Under Ground Contour، نمودارهای ترسیمی سرچاهی (Graphic Well Log)، گزارش های نهائی چاه ها و خرده های حفاری (Cutting Wells) موجود در بخش زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب (اهواز) به دست آمد. همچنین تعداد ۷۰۰ نمونه متعلق به برش های تحت الارضی مورد مطالعه قرار گرفت و بر مبنای آن ها ستون چینه شناسی هر یک از برش های تحت الارضی ترسیم گردید. از نظر خصوصیات سنگ شناسی و فسیل شناسی در زیر خصوصیات لیتواستراتیگرافی برش های تحت الارضی شرح داده شده است.

چاه شماره ۴ میدان نفتی کوپال

میدان نفتی کوپال، تاقدیس دراز و کشیده ای است که از جنوب شرقی به میدان های نفتی مارون و آغا جاری و از شرق به شهر رامهرمز محدود می شود. ضخامت سازند میشان در این برش ۳۲۴ متر است و از سنگ آهک خاکستری رنگ متمایل به کرم و تا حدودی ماسه ای تشکیل شده که در تناوب با ضخامت های قابل توجهی از مارنهای خاکستری و قرمز قرار دارد (شکل های ۳ و ۵).

چاه های شماره ۲۲۲ و ۲۲۴ میدان نفتی مارون

میدان نفتی مارون یکی از بزرگ ترین میداین نفتی زاگرس بوده که در جنوب شرقی اهواز و جنوب غربی رامهرمز و بین میداین آغاچاری و کوپال قرار دارد. ضخامت سازند میشان در چاه شماره ۲۲۲ این میدان ۳۰۰ متر و شامل سنگ آهک بخش گوری درقاعده و تناوب مارن های قرمز و خاکستری در بالا می باشد. در چاه شماره ۲۲۴ ضخامت ۳۱۰ متر بوده و همان ویژگی های سنگ شناسی چاه شماره ۲۲۲ را دارد (شکل های ۳ و ۵).

چاه های شماره ۱۴۶، ۱۴۷ و ۱۵۹ میدان نفتی آغاچاری

این میدان یکی از مشهورترین میداین نفتی خاورمیانه بوده و در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز و ۵ کیلومتری امیدیه قرار دارد. در چاه شماره ۱۴۶، سازند میشان ۳۶۲/۵ متر ضخامت دارد و از سنگ آهک حاوی فسیل فراوان و مارن خاکستری که در بخش فوقانی سازند با مارن های قرمز به حالت متناوب است، تشکیل شده است. سازند میشان در چاه شماره ۱۴۷ ویژگی های سنگ شناسی مشابه چاه شماره ۱۴۶ را نشان می دهد و ضخامت آن ۴۳۰ متر است همچنین سازند میشان در چاه شماره ۱۵۹ شامل ۳۴۳ متر سنگ آهک بخش گوری و مارن های خاکستری و قرمزی با شد. قاعده این برش برخلاف سایر چاه ها که بخش گوری در آن ها تناوبی از سنگ آهک و مارن خاکستری است، از ضخامت قابل توجهی سنگ آهک کرم تا خاکستری رنگ حاوی فسیل فراوان تشکیل شده است (شکل های ۳ و ۵).

چاه های شماره ۸۵ و ۹۵ میدان نفتی پازنان

میدان نفتی پازنان در جنوب شرقی میدان نفتی آغاچاری و باروند شمال غربی- جنوب شرقی در ۱۵ کیلومتری جنوب و جنوب غربی بهبهان و ۱۵۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز واقع شده است. سازند میشان در چاه شماره ۸۵ از سنگ آهک قاعده ای بخش گوری و مارن های خاکستری با ضخامت ۴۷۱ متر تشکیل شده است. ضخامت سنگ آهک بخش گوری در این چاه حدود ۱۹۲ متر است. در چاه شماره ۹۵ که خصوصیات سنگ شناسی مشابه چاه شماره ۸۵ را نشان می دهد، از ضخامت ۳۵۴ متری، حدود ۱۰۰ متر آن را سنگ آهک قاعده ای بخش گوری تشکیل می دهد (شکل های ۳ و ۵).

چاه های شماره ۱۴، ۲، ۱۸ و ۱۸ میدان نفتی کرنج

این میدان در شمال و شمال غربی میدان نفتی آغاچاری و جنوب و جنوب غربی میدان نفتی پارس و در فاصله ۱۱۵ کیلومتری اهواز واقع شده است. ضخامت سازند میشان در چاه شماره ۱، ۱۷۵ متر و در چاه شماره ۲، ۳۳۵ متر و در هر دو آن ها از سنگ آهک قاعده ای بخش گوری و مارن خاکستری تشکیل شده است. در چاه شماره ۱۴، سازند میشان شامل ۵۴۹ متر سنگ آهک ضخیم لایه قاعده ای بخش گوری، مارن خاکستری و ماسه سنگ می باشند. در این برش لایه های سنگ آهک تا قسمت فوقانی سازند به صورت متناوب با مارن های خاکستری قرار گرفته اند و بخش گوری ضخامتی برابر ۱۷۴ متر را دارا می باشد در حالی که این سازند در چاه شماره ۱۸ با خصوصیات سنگ شناسی مشابه چاه شماره ۱۴، ضخامتی برابر ۴۳/۵ متر را داراست و ضخامت بخش گوری در آن ۱۶۲ متری باشد (شکل های ۳ و ۵).

چاه های شماره ۳۱ و ۳۹ میدان نفتی پارسی

میدان نفتی پارسی در ۱۳۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز و ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی رامهرمز واقع است. در چاه شماره ۳۱، سازند میشان با ضخامت ۳۵۵ متر و متشکل از سنگ آهک و مارن خاکستری است و در چاه شماره ۳۹ با ضخامت ۵۹۰ متر و از سنگ آهک، مارن های خاکستری و قرمز تشکیل شده، بخش گوری در این چاه حدود ۱۷۴ متر ضخامت دارد (شکل های ۳ و ۵).

تطابق چینه شناسی سازند میشان در برش های چینه شناسی مورد مطالعه

به منظور بررسی تغییرات جانبی رخساره ها و تعیین تغییرات سنگ شناسی سازند میشان یک نمودار تطابق چینه شناسی (Correlation Chart) بر مبنای اطلاعات به دست آمده از ۱۴ برش تحت الارضی، یک برش سطح الارضی و برش الگوی سازند میشان تهیه و ترسیم شده است (شکل ۶).

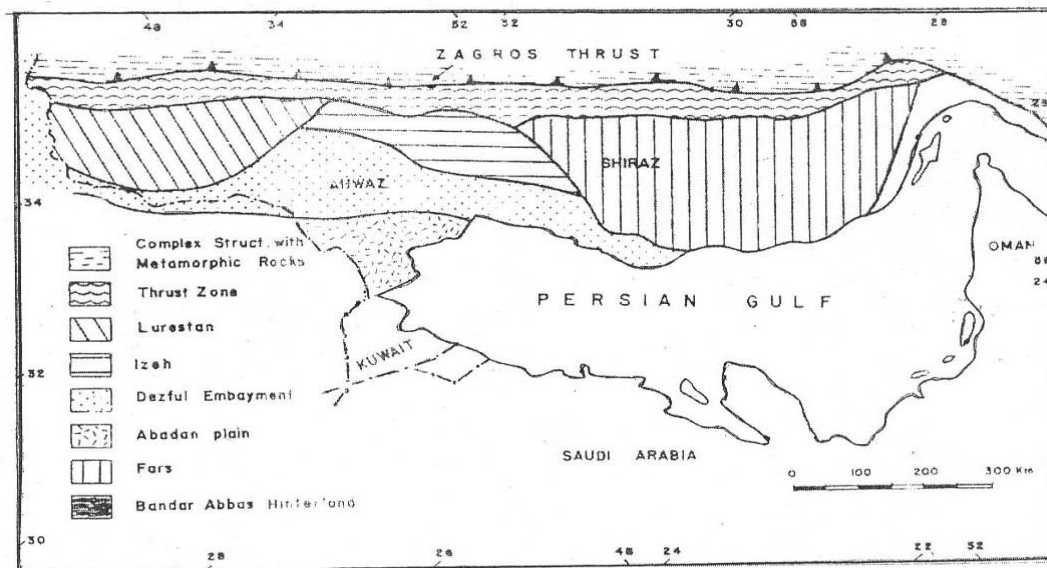
یک نمودار برده ای (Fence diagram) نیز از برش ها تهیه و ترسیم شده است. در این نمودار که بر اساس فواصل واقعی برش ها ترسیم می شود به واسطه فاصله کم بین برخی از برش ها و جلوگیری از تداخل و به هم ریختن نظم نمودار فقط ۱۱ برش تحت الارضی ترسیم شده است (شکل ۷). اطلاعات به دست آمده از نمودارهای مذکور حکایت از تغییر ضخامت قابل توجه سنگ آهک قاعده سازند میشان (بخش گوری) دارد، به گونه ای که بیشترین ضخامت را به میزان ۱۹۲ متر در میدان نفتی پازنان و چاه شماره ۸۵ واقع در مرکز فروافتادگی دزفول دارد و به سمت شمال غرب در چاه های شماره ۱۴ میدان نفتی کرنج و ۳۹ میدان نفتی پارسی این ضخامت کاهش یافته و به ۱۷۴ متر و در چاه شماره ۱۸ میدان نفتی کرنج به ۱۶۲ متر می رسد. به عبارتی این طور به نظر می رسد که ضخامت بخش گوری در فروافتادگی دزفول بیشتر از ضخامت ۱۱۲ متری آن در برش الگوی سازند میشان می باشد.

نقشه خطوط هم ضخامت

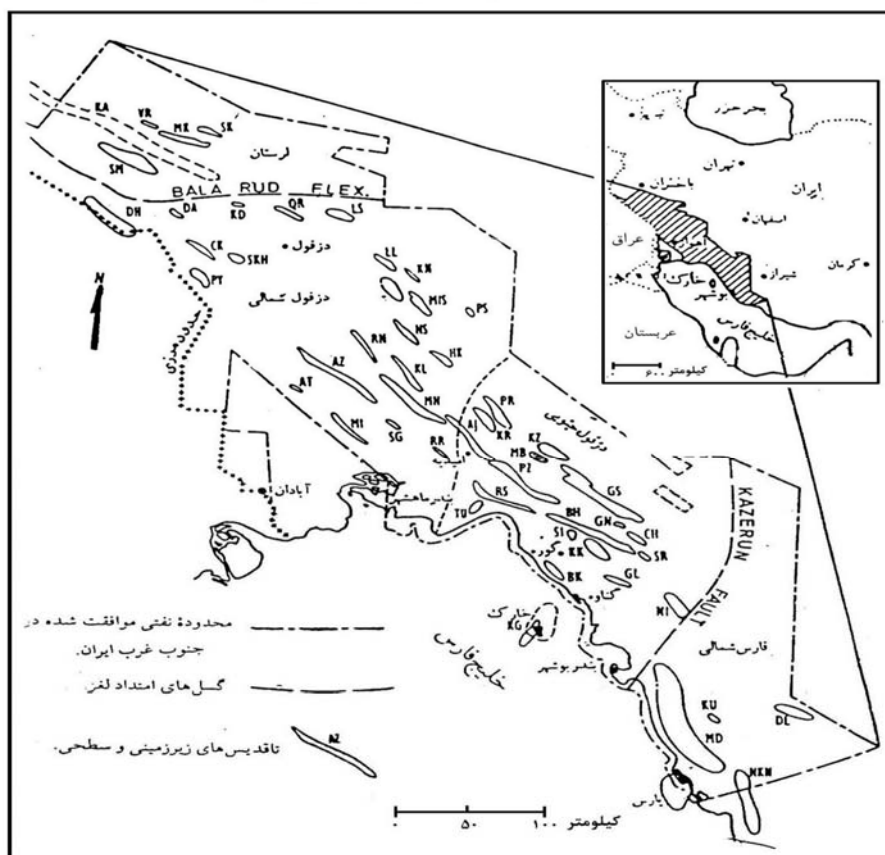
جهت بررسی گسترش و تغییرات ضخامت سازند میشان در منطقه مورد مطالعه بر اساس اطلاعات به دست آمده از برش ها نقشه خطوط هم ضخامتی (Isopach) به صورت دوبعدی و سه بعدی ترسیم شده است (شکل های ۸ و ۹).

بررسی نقشه ها نشان می دهد که بیشترین ضخامت در چاه شماره ۳۹ میدان پارسی با ۵۹۰ متر و کمترین ضخامت به چاه های ۲۲۲ و ۲۲۴ میدان نفتی مارون و به ضخامت ۳۰۰ و ۳۱۰ متر مربوط می شود و به طور کلی ضخامت این سازند از جنوب شرق به سمت شمال در ابتدا با افزایش ضخامت همراه است و سپس به سمت شمال غرب مجدداً ضخامت کاهش می یابد. بررسی سازند میشان در نواحی هم جوار حکایت از آن دارد که ضخامت سازند مذکور از فروافتادگی دزفول به سمت فارس و بندرعباس افزایش می یابد، به طوری که موحد و لاسمی (۱۳۷۵) ضخامت این سازند را در کوه باز بندرعباس ۳۸۰۰ متر گزارش کرده اند. از طرفی این سازند در استان لرستان گسترش نداشته و از استان خوزستان به سمت عراق و عربستان نیز گزارشی از آن در دسترس نیست^(۱). مطیعی^(۷) سن سازند میشان در بندر عباس را آکیتاین ذکر کرده و معتقد است ارتباط دریای میشان بین حوضه پلاتفرم فارس و فروافتادگی دزفول در اواخر بوردیگالین و اوایل لانگین برقرار شده و سپس نهشته های سازند میشان در فروافتادگی دزفول رسوبگذاری نموده است اما با توجه به سن سازند میشان در منطقه جنوب شرق

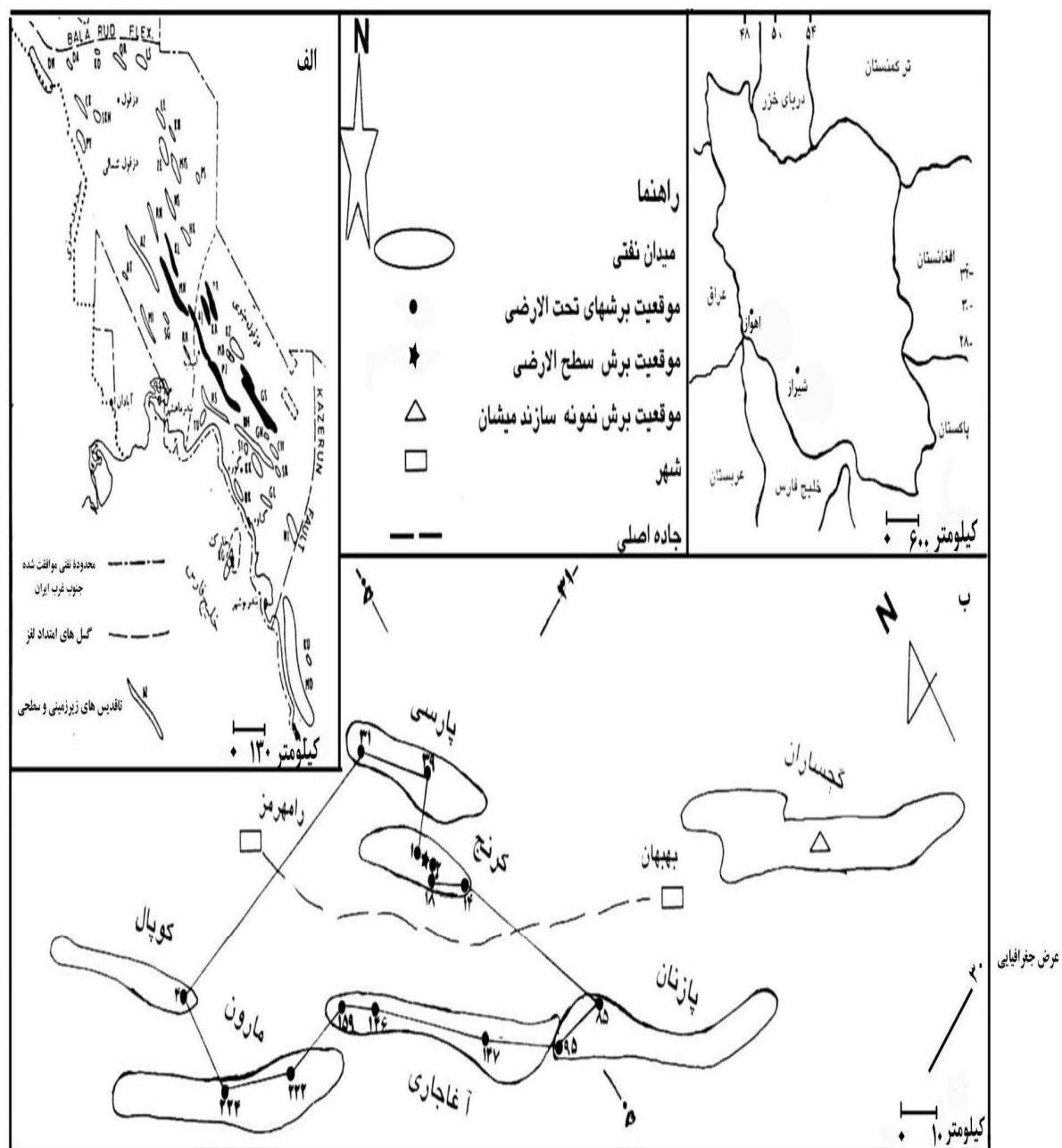
رامهرمز که آکیتانین پسین تا اوایل بوردیگالین می باشد می توان چنین نتیجه گرفت که ارتباط حوضه بندر عباس با فروافتادگی دزفول از آکیتانین پسین برقرار بوده است.



شکل ۱ : تقسیمات ساختمانی زاگرس ، Favre, 1975 .



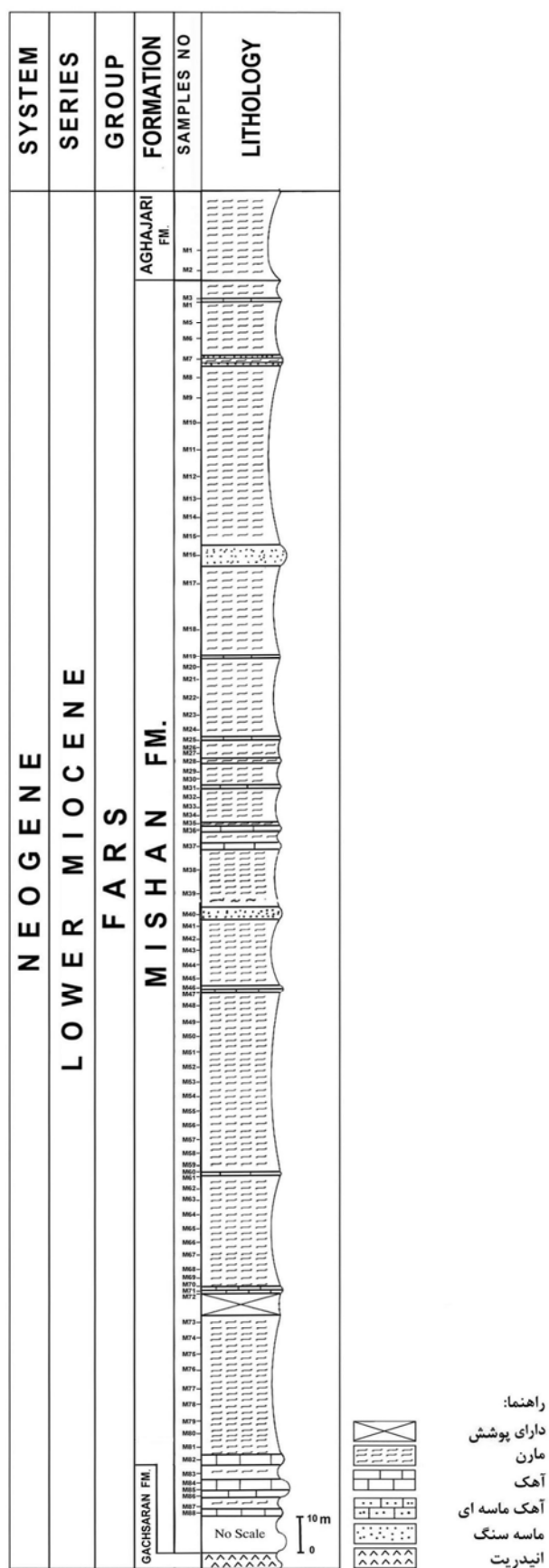
شکل ۲ : نقشه فروافتادگی دزفول (Takin, 1970) (۳)



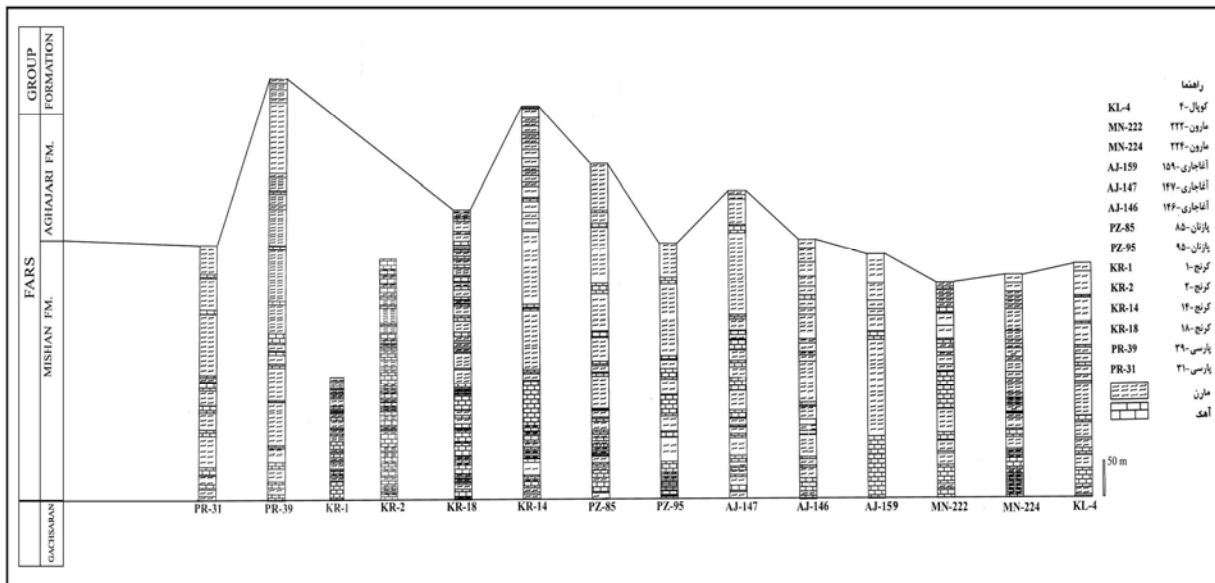
شکل ۳: موقعیت جغرافیایی برشهای مطالعه شده سازند میشان

الف) نقشه ۱:۱۳/۰۰۰/۰۰۰ فروافتادگی دزفول (Takin, 1970) (۳)

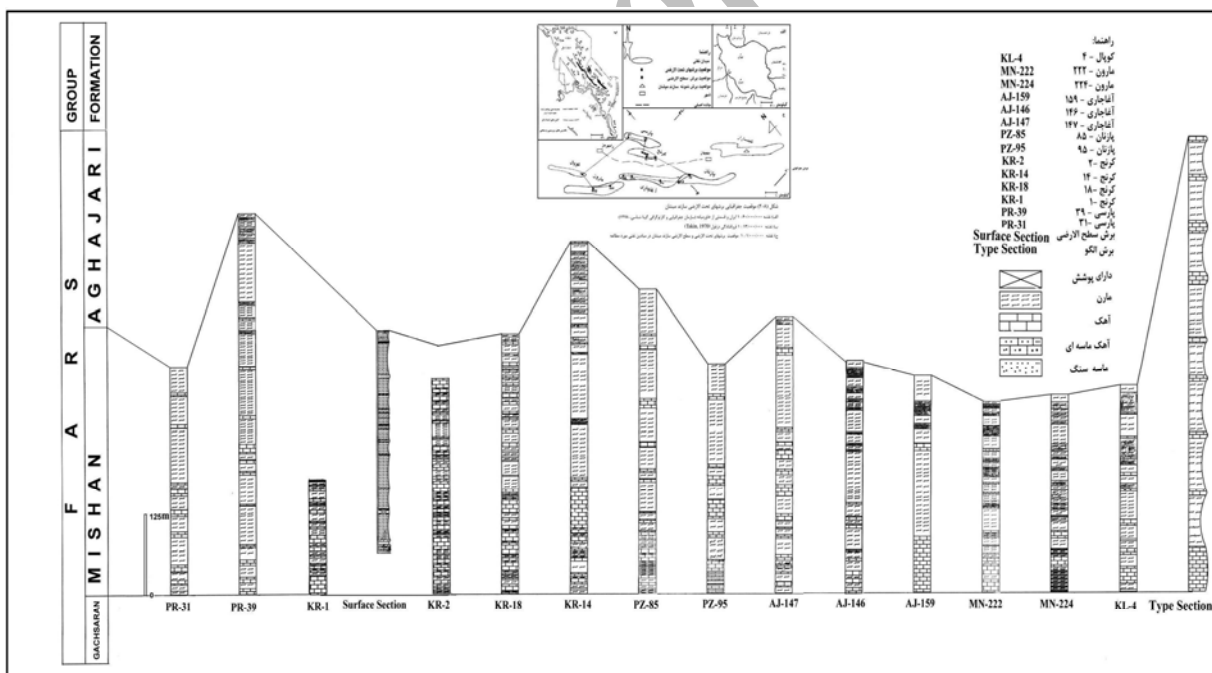
ب) نقشه ۱:۱/۰۰۰/۰۰۰ موقعیت برشهای تحت الارضی و سطح الارضی سازند میشان در میدان نفتی مورد مطالعه



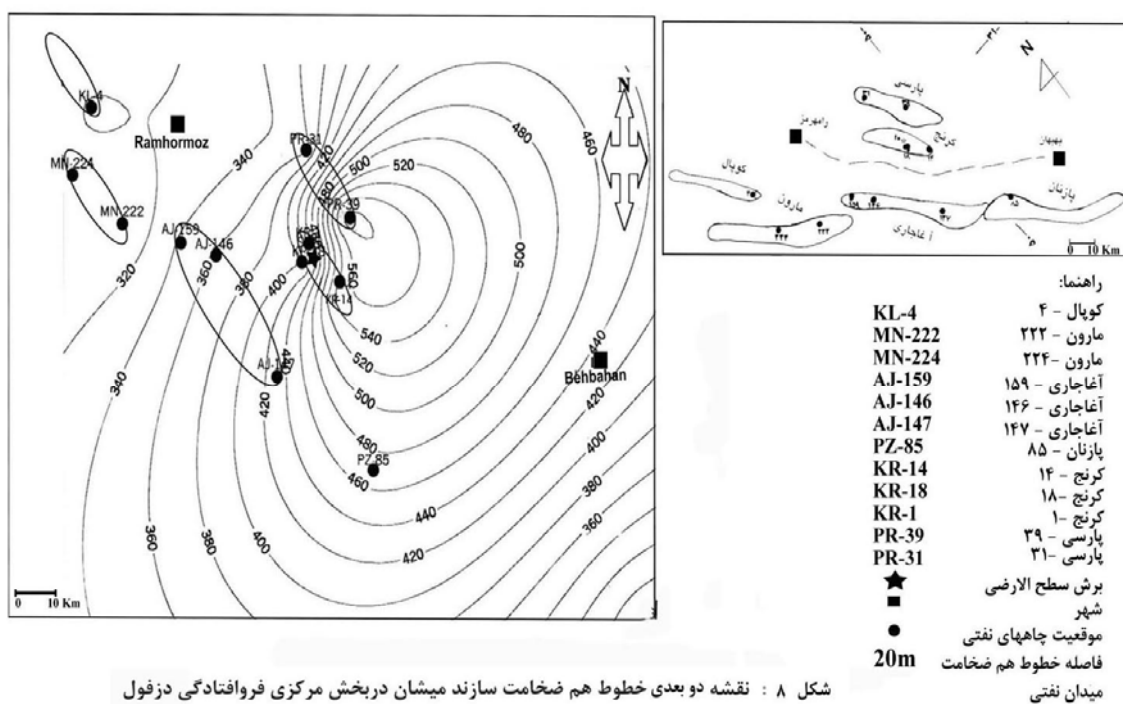
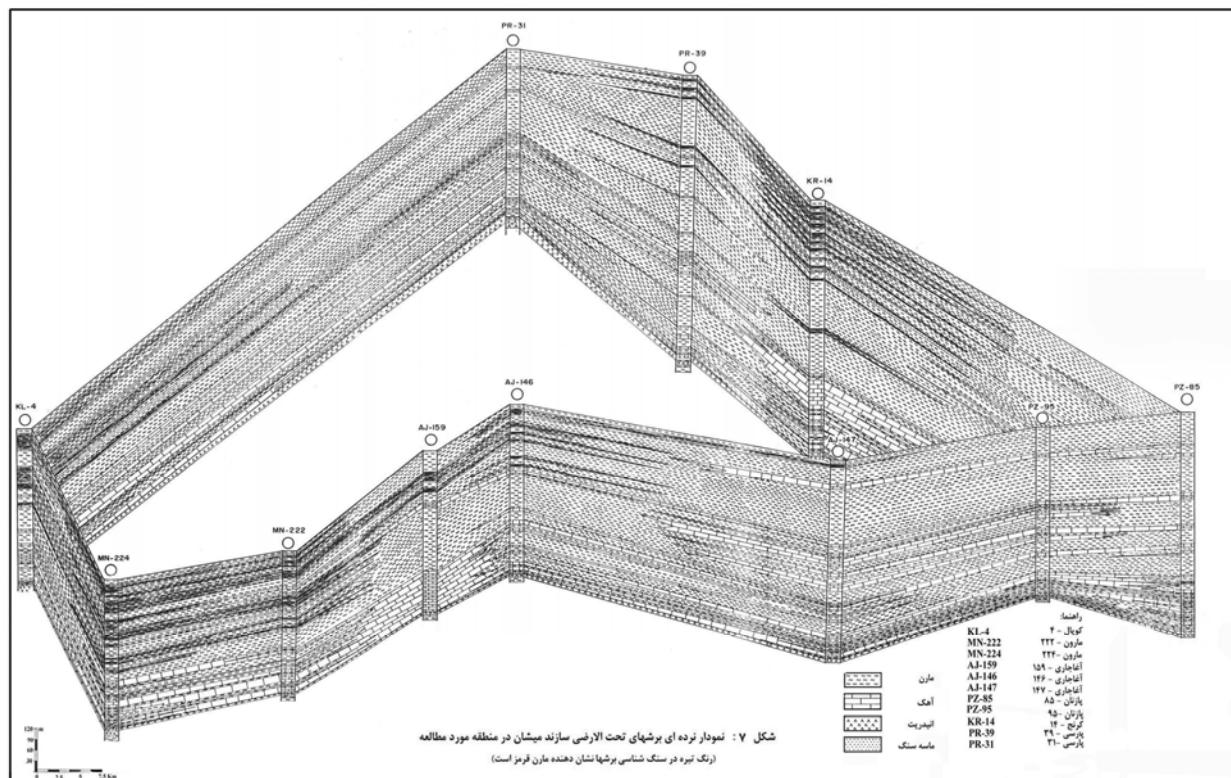
شکل ۴ : ستون چینه شناسی برش سطح الارضی سازند میشان در شمال شرقی ارمش (جنوب شرقی رامهرمز)

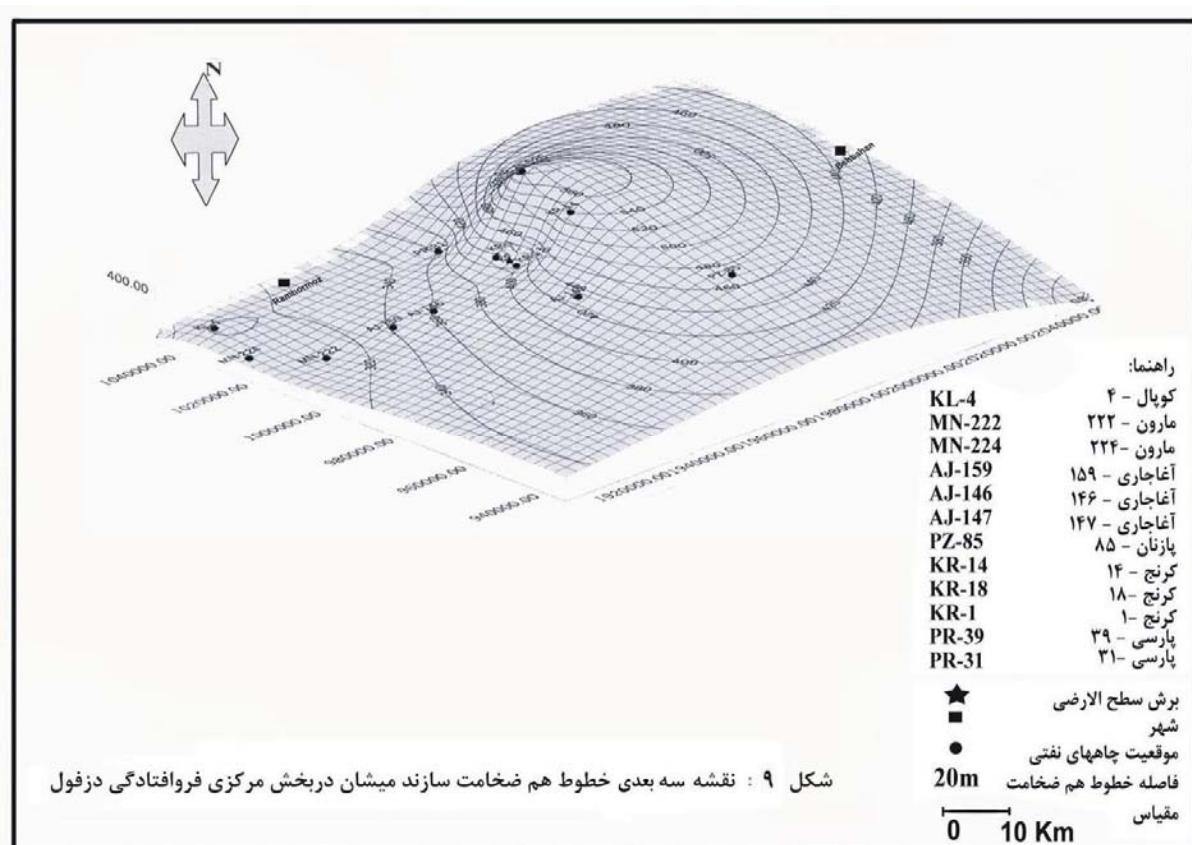


شکل ۵: ستونهای چینه شناسی کلیه برشهای تحت آتشفشانی مطالعه شده سازند میشان (رنگ تیره در سنگ شناسی برشها نشان دهنده مارل قرمز است)



شکل ۶: نمودار تطابق چینه شناسی کلیه برشهای مطالعه شده سازند میشان (رنگ تیره در سنگ شناسی برشها نشان دهنده مارل قرمز است)





بحث و نتایج

نتیجه بررسی ویژگی های سنگ چینه ای سازند میشان در بخش مرکزی فرو افتادگی دزفول و مطالعه، ۷۰۰ نمونه ازپانزده برش چینه شناسی سطح الارضی و تحت الارضی، در حدفاصل شهرهای رامهرمز و بهبهان نشان می دهد که بیشترین ضخامت سازند میشان مربوط به چاه شماره ۳۹ میدان پارسی با ۵۹۰ متر و کمترین مربوط به چاه ۲۲۲ میدان مارون با ۳۰۰ متر می باشد. ضخامت این سازند در محدوده مورد مطالعه از جنوب شرق به سمت شمال در ابتدا افزایش یافته و سپس به سمت شمال غرب کاهش می یابد. این در حالی است که به طور کلی ضخامت سازند میشان در فرو افتادگی دزفول به سمت فارس و بندرعباس نیز افزایش می یابد. همچنین بیشترین ضخامت بخش گوری سازند میشان مربوط به مرکز فروافتادگی دزفول با ۱۹۲ متر و در میدان نفتی پازنان و چاه شماره ۸۵ می باشد.

تغییرات ضخامت در فرورفتگی دزفول و در محدوده مورد مطالعه نظرات مطیعی^(۷) را تایید می نماید. از این جهت که فرونشست فرورفتگی دزفول یک نشست نامتعادل بوده و احتمالاً می تواند نتیجه شکل گیری های ساختمانی و یا دگرشکلی های سازند گچساران و بالا آمدن تدریجی مناطق شمالی تر آن باشد و در نتیجه موجب پدیدار شدن ضخامت های نا متعادل در فروافتادگی دزفول شده است. به گفته مطیعی^(۷) گسترش جغرافیایی و تغییرات رخساره ای هر سازند تابع ساز و کار ساختمانی منطقه بوده و عوامل مذکور نیز خود متاثر از ساختمان پی-سنگ می باشد. امین^(۱۰) نیز به نوعی همین نظر را دارد. وی محدوده زاگرس درایران تا توروس در ترکیه را به

صورت تعدادی بلوک های جدا از هم تعریف می کند و ذکر می نماید که بلوک ها از نظر اختصاصاتی نظیر شکل، ضخامت و روند ساختاری متفاوتند.

نتیجه گیری

بنابر این به یقین بررسی تغییرات ضخامت نهشته های سازند میشان در فرورفتگی دزفول نیاز به بررسی دقیق تر از جهات دیگر به ویژه از نظر ساختاری - تکتونیکی و تحلیل حوضه دارد. با این حال توجه به تغییرات ضخامت سازند میشان می تواند در مطالعات آتی این سازند به عنوان پوش سنگ (cap rocks) مورد توجه قرار گیرد، همان گونه که جونز و ریزی^(۱۱) ذکر می نمایند و یا در اکتشاف میادین جدید به عنوان یک مخزن می تواند مورد توجه واقع شود. به عنوان مثال همان گونه که الشرحان و نیرن^(۱۲) ذکر می نمایند نهشته های سازند میشان در میدان نفتی سرخوم یک مخزن گازی کوچک را تشکیل می دهند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله نهایت امتنان و قدردانی را از زحمات ریاست محترم بخش زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب (اهواز) آقای دکتر حسن امیربختیار به جهت همکاری صمیمانه در انجام این تحقیق دارند.

References:

1. James, G. A. and Wynd, J. C., A. A. P. G. Bulletin, **49**, 12 (1965).
2. Favre, G., Structures in the Zagros Orogenic Belt, O. S. C. O., Report, **1233** (unpub.) (1975).
3. Takin, M., Dezful Embayment Surveys, N.I.O.C., Geological Laboratories, (unpub.) (1970).
4. Player, R. A., Hulstr, R.F. and Ghashghaie, M., The Central Lurastan Geological Survey 1963-1964, I. O. O. C. Report, **1103** (unpub.) (1966).
5. Wynd, J. C., Biofacies of The Iranian Oil Consortium Agreement Area, N. I. O. C., Report, 1082 (1965).
6. Favre, G., The Post Asmari Formation of Southwest Iran, I. O. O. C., Report, 1220, (unpub) (1974).
7. Motiei, H., Stratigraphy of Zagros, Treatise on The Geology of Iran, Ministry of Mines and Metals, Geological Survey of Iran (1993).
8. Motiei, H., Petroleum Geology of Zagros, Treatise on the geology of Iran. Ministry of Mines and Metals, Geological Survey of Iran (1995).
9. Movahed, B. and Lasemi, Y., Journal of Petroleum Society of Iran, **41**, 9 (1996).
10. Ameen, M. S., Am. Asoc. Petrol. Geol. Bull., **76**, 356 (1992).
11. Jones, R. W. and Racy, A., Cenozoic Stratigraphy of The Arabian Peninsula and Gulf, Simmons, M. D. (ed), Micropalaentology and Hydrocarbon Exploration in the Middle East, chapman & Hall (1994).
12. Alsharhan, A. S. and Nairn, A. E. M., Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East, Elsevier Science, Netherland (1997).