

به نام خداوند بخشنده و مهربان

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه
گاوزنگ - زنجان



مقایسه شتاب گرانی مشاهده شده و محاسبه شده با روش مستقیم در مقاطع لرزه‌ای فارس ساحلی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

مریم صفری

اساتید راهنما: دکتر عبدالرضا قدس

دکتر مجید عباسی

مهر ۱۳۹۳

تقديم به:

پدر و مادر عزيزم،

همسر مهربانم،

خواهر و برادر نازنينم

و همه كسانى كه دوستشان دارم.

چکیده

منطقه مورد مطالعه در این پایان‌نامه، موسوم به فارس ساحلی، در جنوب شرقی پهنه رورانده-چین خورده زاگرس قرار دارد. این منطقه علاوه بر پیچیدگی‌های زمین‌شناسی، دارای گنبد‌های نمکی فراوان نیز بوده و اهمیت آن، به خاطر وجود منابع هیدروکربنی است. هر چند تاکنون در افق‌های کم‌عمق آن منابع نفتی پیدا نشده است. این امر به علت عدم وجود پوش سنگ بر روی سنگ مخزن‌های موجود در منطقه است. از این رو در افق‌های عمیق‌تر این حوضه به دنبال نفت هستند. مطالعات فراوانی در این منطقه انجام شده است. در یکی از این مطالعات با استفاده از روش لرزه‌ای، داده‌های به دست آمده از چاه‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی، تصاویری از ساختار-چینه‌ای منطقه ارائه شده است. مشکل این تصاویر این است که در ساختن آن‌ها از فرض‌های متعدد زمین‌شناسی استفاده شده است، به نحوی که تطابق آن‌ها با سایر نتایج مشابه، نیاز به استفاده از داده‌های مستقل در منطقه دارد. این داده‌های مستقل در تحقیق حاضر، داده‌های گرانی هستند. داده‌های گرانی در منطقه موجودند و قسمتی از پروفیل‌های لرزه‌نگاری را پوشش می‌دهند.

برای محاسبه آنومالی گرانی بر روی تصاویر ساختار-چینه‌ای، از روش مدل‌سازی مستقیم استفاده شد. روش کار به این صورت است که به تصاویر ارائه شده از ساختار-چینه‌ای منطقه چگالی‌های مناسب نسبت داده شد. سپس گرانش تصاویر ارائه شده با روش پلوف ۱۹۷۶، محاسبه شد. گرانش محاسبه شده با آنومالی گرانی مشاهده شده بر روی پروفیل‌های لرزه‌ای مقایسه و نتایج زیر حاصل شد: از مجموع سه پروفیل مورد مطالعه، گرانی محاسبه شده برای دو پروفیل به طور کلی با گرانی مشاهده شده تطابق دارد ولی در جزئیات اختلافاتی دیده می‌شود. در پروفیل دیگر، تقریباً هیچ‌گونه هماهنگی بین گرانش محاسبه شده و مشاهده شده دیده نشد. این اختلافات را می‌توان به قدرت تفکیک اندازه‌گیری‌ها در پروفیل‌های لرزه‌ای و همچنین قدرت تفکیک تصاویر استفاده شده برای مدل‌سازی مستقیم نسبت داد. همچنین این اختلافات می‌تواند ناشی از گسلی باشد که از بخشی از پروفیل مورد نظر عبور کرده و در تصاویر ارائه شده مشخص نشده است. علاوه بر این موارد، بر اساس مطالعات مستقل قبلی، دو گنبد نمکی زیرسطحی در بخش‌هایی از پروفیل‌ها وجود دارند که در تصاویر استفاده شده دیده نمی‌شوند.

منابع داده‌ها

داده‌هایی که در این پایان‌نامه از آن‌ها استفاده شده است، شامل داده‌های گرانی‌سنجی زمینی، سرعت‌های موج فشارشی و تصاویر ساختار-چینه‌ای منطقه مورد مطالعه است. داده‌های گرانی‌سنجی زمینی، توسط شرکت بی جی پی ایران کیش به سفارش شرکت ملی نفت ایران در سال ۲۰۰۴، در آن منطقه برداشت شده است. سرعت‌های موج فشارشی و تصاویر ساختار-چینه‌ای منطقه، نتایج بدست آمده از مطالعه لرزه‌ای در منطقه مورد نظر است که در پایان‌نامه دکتری جهانی ۲۰۰۹، آورده شده است.

فهرست

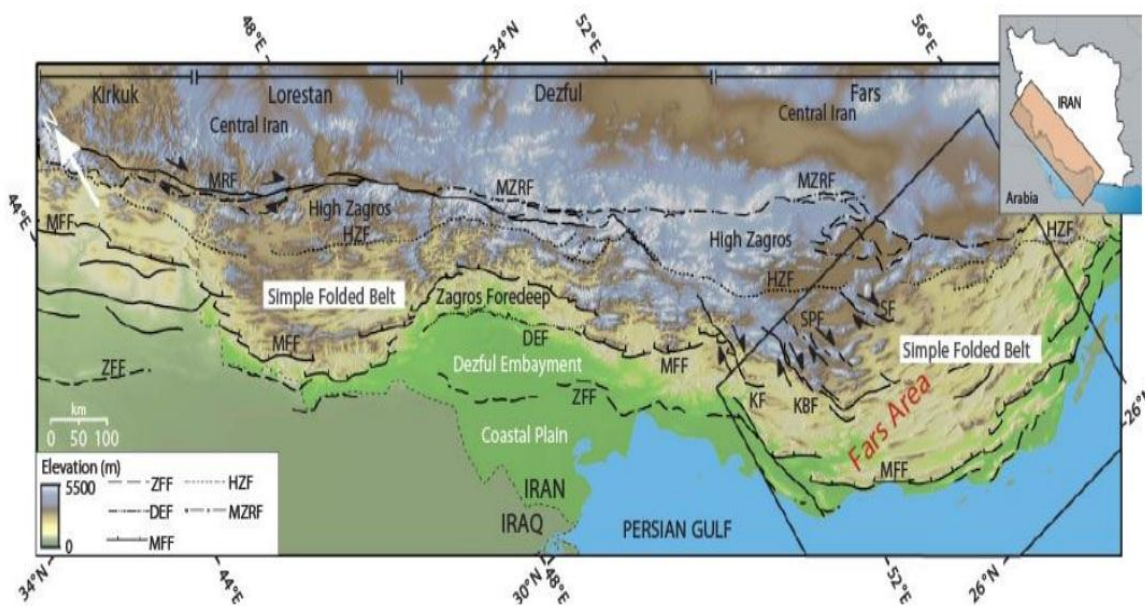
۱	..... مقدمه
۷	..... فصل اول- زمین‌شناسی
۷	..... ۱-۱ زاگرس
۸	..... ۲-۱ زیرپهنه‌های ساختاری-ریختی زاگرس
۸	..... ۱-۲-۱ دشت خوزستان
۸	..... ۲-۲-۱ زاگرس مرتفع
۸	..... ۳-۲-۱ کمربند چین‌خورده ساده زاگرس
۹	..... ۳-۱ نمک
۹	..... ۴-۱ چین‌شناسی
۱۳	..... ۵-۱ لرزه‌خیزی
۱۳	..... ۶-۱ منطقه مورد مطالعه
۱۴	..... ۷-۱ مطالعه اخیر
۱۴	..... ۸-۱ نیم‌رخ عرضی
۱۵	..... ۱-۸-۱ روش شیب-حوزه
۱۸	..... ۲-۸-۱ روش کینک
۲۱	..... ۹-۱ نیم‌رخ عرضی متعادل
۲۳	..... ۱-۹-۱ بازگردانی شیب-خمش
۲۳	..... ۱۰-۱ نیم‌رخ‌های عرضی متعادل در منطقه مورد مطالعه
۲۵	..... ۱-۱۰-۱ A نیم‌رخ عرضی متعادل
۲۶	..... ۲-۱۰-۱ B نیم‌رخ عرضی متعادل
۲۶	..... ۳-۱۰-۱ C نیم‌رخ عرضی متعادل
۲۷	..... ۴-۱۰-۱ D نیم‌رخ عرضی متعادل
۲۹	..... فصل دوم-تئوری کار
۲۹	..... ۱-۲ قانون گرانش نیوتن

۳۰	..... ۲-۲ شتاب گرانش
۳۰	..... ۳-۲ روش گرانی سنجی
۳۱	..... ۱-۳-۲ روش مستقیم
۳۱	..... ۲-۳-۲ روش وارون
۳۱	..... ۴-۲ گرانی توده دلخواه
۳۳	..... ۱-۴-۲ گرانی لامینا
۳۵	..... ۲-۴-۲ گرانی منشور مستطیلی
۳۶	..... ۵-۲ روش مورد استفاده در این پایان نامه
۳۷	..... ۶-۲ شبیه سازی
۴۰	..... فصل سوم- تخمین چگالی
۴۰	..... ۱-۳ نمونه گیری
۴۱	..... ۲-۳ روش نتلتون
۴۱	..... ۳-۳ روش های چاه پیمایی
۴۱	..... ۱-۳-۳ نگار صوتی
۴۱	..... ۲-۳-۳ گرانی سنجی درون چاهی
۴۱	..... ۳-۳-۳ امواج لرزه
۴۳	..... ۲-۳ چگالی های مورد استفاده در این پایان نامه
۴۶	..... فصل چهارم- روش کار
۴۶	..... ۱-۴ داده های لرزه ای و گرانی
۴۹	..... ۲-۴ رنگ آمیزی
۵۱	..... ۳-۴ خواندن تصاویر به صورت یک ماتریس
۵۱	..... ۴-۴ اختصاص دادن مختصات به درایه های یک ماتریس
۵۱	..... ۵-۴ در نظر گرفتن تصاویر به صورت مجموعه ای از مکعب مستطیل ها
۵۲	..... ۶-۴ یافتن نقاط مشاهده
۵۷	..... ۷-۴ اختصاص دادن چگالی به درایه ها
۵۸	..... ۸-۴ محاسبه گرانش

۶۰	..... ۹-۴ مقایسه نتایج
۶۵	..... ۱۰-۴ بررسی آنومالی گرانی مشاهده شده
۶۷	..... فصل پنجم- بحث و نتیجه گیری
۷۲	..... مراجع
۷۶	..... واژه نامه فارسی به انگلیسی
۷۹	..... واژه نامه انگلیسی به فارسی

مقدمه

پهنه رورانده-چین خورده زاگرس، در جنوب شرقی ایران یکی از جوان ترین کمربندهای رورانده-چین خورده در جهان است. این کمربند از شمال شرق به جنوب غرب به سه منطقه ساختاری، زاگرس مرتفع^۱، کمربند چین خورده ساده زاگرس^۲ و پیش گودال^۳ زاگرس تقسیم می شود (شکل ۱) (اشتوکلین، ۱۹۶۸؛ فالکن، ۱۹۶۷، ۱۹۷۴). منطقه چین خورده ساده زاگرس بر اساس تکتونیک و تاریخچه چینه نگاری به سه حوضه لرستان، ایذه و فارس تقسیم می شود. منطقه فارس نیز به نوبه خود به چهار بخش، فارس ساحلی^۴، فارس نزدیک ساحل^۵، فارس داخلی^۶ و خشکی بندرعباس^۷ تقسیم می شود (شکل ۲) (مطیعی، ۱۳۷۴؛ آقاباتی، ۱۳۸۳). منطقه مورد مطالعه در کمربند چین خورده ساده زاگرس قرار دارد و شامل مناطق فارس ساحلی، فارس نزدیک ساحل و خشکی بندرعباس است.



شکل (۱) نقشه توپوگرافی شرق کمربند رورانده-چین خورده زاگرس، همراه با سه منطقه تکتونیکی زاگرس مرتفع، کمربند چین خورده ساده و پیش گودال زاگرس. منطقه مورد مطالعه با کادر مشکی مشخص شده است (بربریان، ۱۹۹۵).

- ¹ High Zagros
- ² Zagros simply folded belt
- ³ Foredeep
- ⁴ Coastal Fars
- ⁵ Sub-coastal Fars
- ⁶ Interior Fars
- ⁷ Bandar-Abbas hinterland



شکل (۲) زیرتقسیمات اصلی پهنه رورانده و چین خورده زاگرس (بربریان، ۱۹۹۵).

پهنای زاگرس چین خورده حدود ۱۵۰-۲۵۰ کیلومتر است. روند چین ها در آن عمدتاً شمال غرب- جنوب شرق است و در جنوب زاگرس، تقریباً شرقی- غربی می شود. رسوبات زاگرس چین خورده شامل سنگ های دولومیتی، تبخیری، آهکی، ماسه سنگی و تخریبی است (آقائباتی، ۱۳۸۳). ضخامت رسوبات آن از مزوزوئیک تا نئوژن به بیش از ۱۰۰۰۰ متر می رسد (سجادیان، ۱۳۷۹). بیشترین ذخایر نفتی ایران، در زاگرس چین خورده قرار دارد. سازندهای سروک از گروه بنگستان و آسماری در کمربند رورانده- چین خورده زاگرس دو مخزن بزرگ نفت هستند. بیشترین مخازن نفتی اصلی ایران را سازند آهکی آسماری تشکیل می دهد. سازند آسماری کم عمق ترین افق تولید نفت در جنوب غربی ایران است (مطیعی، ۱۳۷۴).

از نکات قابل توجه در زاگرس چین خورده و در بخش شرقی گسل کازرون، فراوانی گنبد های نمکی آن است که از سری هرمز و گروه فارس نشأت گرفته است (آقائباتی، ۱۳۸۳). حجم زیاد نمک هرمز بر روی پی سنگ، در توسعه ساختارها و تله های هیدروکربوری این منطقه تأثیر گذاشته است، به طوری که بیشترین تاقدیس های منطقه مورد مطالعه توسط هسته های نمکی تحت تأثیر قرار گرفته اند و تله های مناسبی برای تجمع مواد هیدروکربوری در منطقه به شمار می روند (ابراین، ۱۹۵۷؛ علا، ۱۹۷۴؛ کنت، ۱۹۷۰). با این وجود، سنگ مخزن های ناحیه فارس دارای نفت نیستند. در بیشترین تاقدیس ها، پوش سنگ گچساران وجود ندارد و در بعضی از موارد نیز، گچساران دارای خواص پوش سنگی نیست، در نتیجه سازند آسماری نمی تواند سنگ مخزن نفت باشد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ منابع گازی، دارای اهمیت بسیار است. سازندهای گروه دهرم (سازندهای فراقون، دالان و کنگان) و قدیمی تر در این ناحیه دارای منابع عظیم گازی هستند (آقائباتی، ۱۳۸۳).

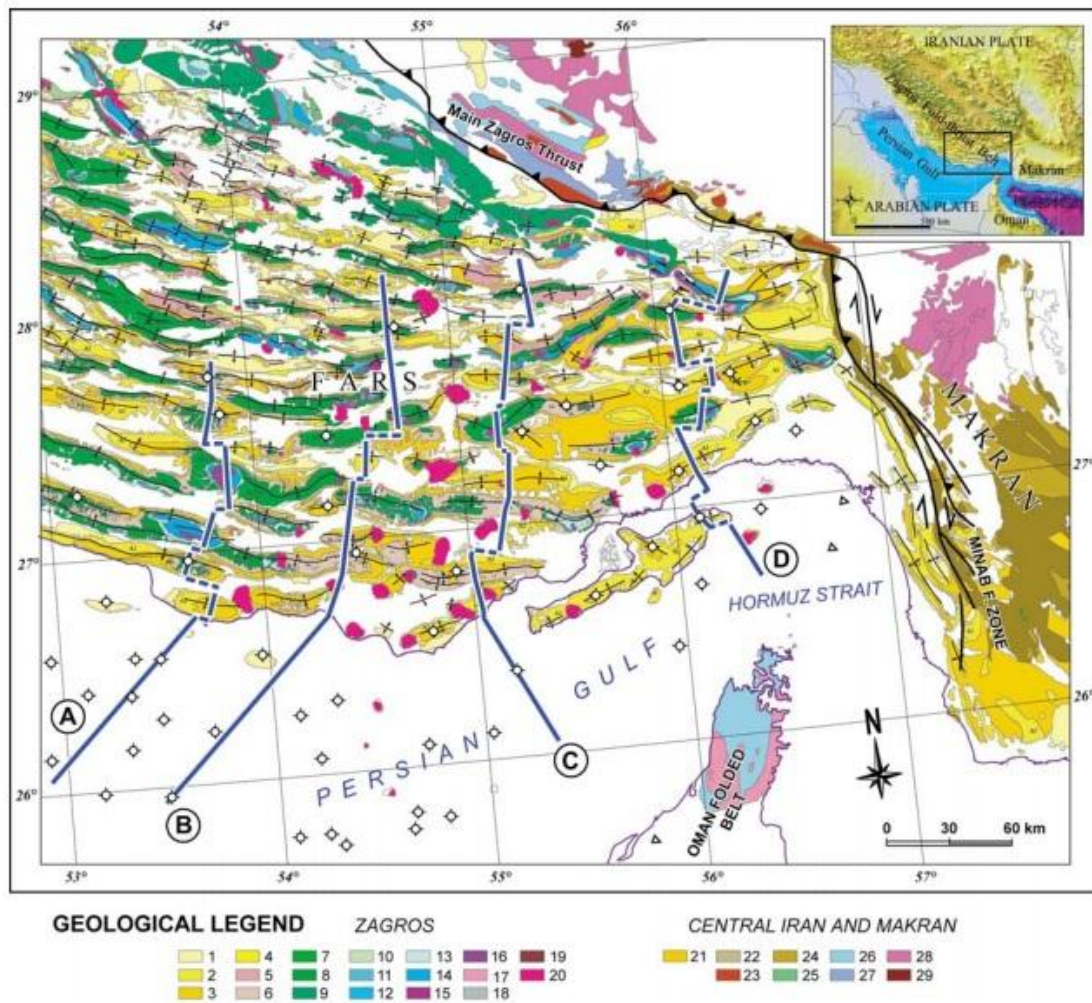
تاکنون در افق‌های کم‌عمق جنوب شرقی زاگرس، نفت یافت نشده است (مطیعی، ۱۳۷۴). بنابراین جست‌جوی نفت در لایه‌های عمیق این حوضه مورد بررسی قرار دارد.

اهمیت اقتصادی منابع نفت و گاز و هزینه‌های زیاد مطالعات اکتشافی باعث شده است تا پژوهشگران، به دنبال روش‌های جدید و کم‌هزینه برای اکتشاف منابع هیدروکربنی باشند. با توجه به اهمیت منطقه در تولید ذخایر هیدروکربنی، و ارزیابی ساختارهای زیرسطحی آن، مطالعات فراوانی در این ناحیه انجام شده است. با استفاده از داده‌های گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی زمینی، مطالعاتی از جمله مطالعه عمق پی‌سنگ، و ارزیابی گنبد‌های نمکی سطحی و زیرسطحی در این منطقه انجام شده است (تکنیک، ۱۳۹۰؛ دهنادی، ۱۳۹۰). در یکی دیگر از مطالعات، با استفاده از پروفیل‌های لرزه‌ای و داده‌های بدست آمده از چاه‌ها (شکل ۳)، چهار نیم‌رخ عرضی متعادل^۱ ساخته شده است که ساختار-چینه‌ای منطقه را نشان می‌دهند (شکل ۴). این نیم‌رخ‌ها با روش کینک^۲ ساخته شده‌اند و میزان صحت آن‌ها با روشی که توسط دال‌استروم، ۱۹۶۹ ارائه شده، مورد بررسی قرار گرفته است (جهانی، ۲۰۰۹).

نیم‌رخ‌های عرضی، ساختار-چینه‌ای منطقه را نشان می‌دهند. در صورت درست بودن ساختار-چینه‌ای ارائه شده، مکان تله‌های نفتی در منطقه مشخص و دسترسی به نفت و گاز آسان‌تر می‌شود. وجود گنبد‌های نمکی فراوان در این بخش از زاگرس و تأثیر آن‌ها بر بازتاب‌های لرزه‌ای، وجود چین‌های فراوان متأثر از حرکت نمک در این ناحیه، ثابت بودن سرعت لرزه‌ای در هر لایه از زمین با وجود افزایش سرعت با عمق در هر لایه، فرض‌هایی که در ساختن نیم‌رخ‌های عرضی با توجه به مشاهدات سطحی سه‌بعدی انجام گرفته است. همچنین نداشتن اطلاعات کافی در مورد عمق پی-سنگ، ضخامت واحدهای چینه‌شناسی، تغییر ضخامت واحدهای چینه‌شناسی در امتداد نیم‌رخ عرضی، و سبک تغییر شکلی که در واحدهای چینه‌شناسی وجود دارد و از معایب نیم‌رخ‌های عرضی است (آقانباتی، ۱۳۸۳؛ جهانی، ۲۰۰۹؛ دال‌استروم، ۱۹۶۹؛ سوپ، ۱۹۸۳)، که باعث می‌شود نیم‌رخ‌های عرضی متعادل نتوانند تصاویر دقیق و درستی از ساختار-چینه‌ای منطقه را نشان دهند.

¹ Balanced cross section

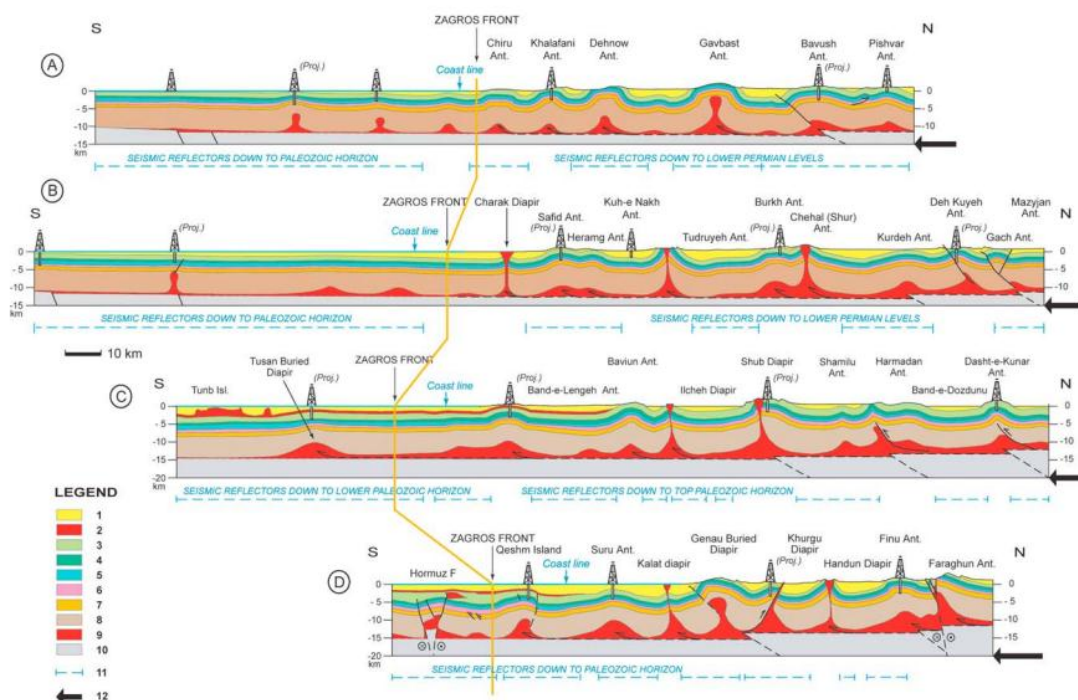
² Kink method



شکل (۳) نقشه زمین‌شناسی کمربند رورانده-چین خورده زاگرس شرقی همراه با موقعیت چاه‌ها (چندضلعی‌های توخالی) و پروفیل‌های لرزه‌ای (خطوط آبی) در منطقه مورد مطالعه. دیابیرهای نمکی با اشکال قرمز رنگ، و مولفه‌های ساختاری مهم با خطوط مشکی نشان داده شده‌اند (جهانی، ۲۰۰۹).

راهنمای رنگ‌های نقشه:

(۱) پلیستوسن (بختیاری)، (۲) پلیوسن (آغاچاری)، (۳) میوسن میانی (گوری-میشان)، (۴) نئوژن (گروه فارس)، (۵) اوایل میوسن (رازک)، (۶) اوایل میوسن (گچساران)، (۷) اواخر الیگوسن-اوایل میوسن (پابده)، (۸) پالئوژن-اوایل میوسن (آسماری--جهرم)، (۹) پالئوژن (جهرم)، (۱۰) پالدوژن (پابده)، (۱۱) ماستریپتیان (تاربور)، (۱۲) اواخر کرتاسه (گورپی)، (۱۳) پالئوژن--اواخر کرتاسه (پابده، گورپی)، (۱۴) کرتاسه میانی (گروه بنگستان)، (۱۵) اواخر ژوراسیک (هیث، سورمه)، (۱۶) اوایل کرتاسه--اواخر ژوراسیک (گروه خامی)، (۱۷) تریاس (کنگان، دشتک-خانه‌کت)، (۱۸) اواخر پالئوژنیک، (۱۹) اوایل پالئوژنیک، (۲۰) اوایل کامبرین-اواخر پره‌کامبرین (تمک هرمز)، (۲۱) پالئوژن (فلیش مکران)، (۲۲) اوایل پالئوژنیک (فلیش، اولترابازیک‌ها، افیولیت‌ها)، (۲۳) اوایل پالئوژن-اواخر کرتاسه (مخلوط رنگی)، (۲۴) اواخر کرتاسه (گروه رادیولاریت)، (۲۵) مزوزوئیک، (۲۶) کرتاسه-ژوراسیک، (۲۷) کرتاسه-ژوراسیک، (۲۸) ژوراسیک، (۲۹) پالئوژنیک (جهانی، ۲۰۰۹).



شکل (۴) (A) نیم‌رخ عرضی متعادل (B) نیم‌رخ عرضی متعادل (C) نیم‌رخ عرضی متعادل (D) نیم‌رخ عرضی متعادل که قسمت‌هایی از خلیج فارس تا بخش‌های درونی کمربند رورانده-چین خورده زاگرس را در بر می‌گیرند. خط زرد زیگزاگی، پیشانی زاگرس را نشان می‌دهد. خط‌چین‌های آبی که در زیر هر نیم‌رخ، نشان داده شده است، موقعیت خطوط لرزه‌ای را نشان می‌دهند که برای ساختن این نیم‌رخ‌ها از آن‌ها استفاده شده است. پیکان‌های ضخیم مشکی رنگ در هر چهار نیم‌رخ عرضی متعادل، کوتاه‌شدگی ناشی از طول افقی را نشان می‌دهد. به علت عدم وجود تصاویر لرزه‌ای خوب از عمق، رسوبات قبل از هرمز در منطقه نشان داده نشده‌اند. به همین دلیل پی‌سنگ به عنوان یک پی‌سنگ مسطح رسم شده است و از گسل‌های ریفت-زایی مربوط به اوایل پالئوزوئیک چشم‌پوشی شده است. دیاپیرهای نمکی از تصاویر لرزه‌ای و داده‌های سطحی بدست آمده‌اند. با این وجود تصاویر لرزه‌ای دقت مشخص کردن شکل و عمق دیاپیرها و گنبد‌های مدفون را ندارد (جهانی، ۲۰۰۹).

راهنمای نقشه:

- (۱) نئوژن، (۲) نمک فارس میوسن پایانی، (۳) کرتاسه بالایی و پالئوژن، (۴) کرتاسه پایینی تا میانی، (۵) ژوراسیک، (۶) تریاس، (۷) پالئوزوئیک بالایی، (۸) پالئوزوئیک پایینی، (۹) نمک هرمز، (۱۰) رسوبات قبل از هرمز و پی‌سنگ، (۱۱) خطوط لرزه‌ای، (۱۲) کوتاه‌شدگی (جهانی، ۲۰۰۹).

هدف این پایان‌نامه با توجه به اهمیت منطقه، مقایسه نتایج حاصل از روش لرزه‌ای با داده‌های گرانی در منطقه مذکور است. در این پایان‌نامه با استفاده از داده‌های گرانی، به بررسی ساختار-چینه-ای ارائه شده در نیم‌رخ‌های عرضی متعادل پرداخته می‌شود. با محاسبه گرانی نیم‌رخ‌های عرضی متعادل و مقایسه آن‌ها با گرانی هوای آزاد مشاهده شده، به مقایسه نتایج حاصل از این دو روش

پرداخته می‌شود.

داده‌های گرانی‌سنجی زمینی در منطقه مورد مطالعه موجود است. این داده‌ها توسط مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران با ۶۳۵۰ ایستگاه گرانی برداشت شده است. فاصله خطوط برداشت داده‌های گرانی در مناطقی که دارای توپوگرافی شدید هستند، ۲/۵ کیلومتر، با فاصله نقاط برداشت ۰/۵ کیلومتر در راستای خطوط، و در مناطقی که دارای توپوگرافی ملایم هستند، ۵ کیلومتر، با فاصله نقاط برداشت ۱ کیلومتر در راستای خطوط است (شرکت بی جی پی ایران کیش، ۲۰۰۴).

داده‌های مورد استفاده در این پایان‌نامه علاوه بر نیم‌رخ‌های عرضی متعادل و داده‌های گرانی‌سنجی زمینی، شامل سرعت امواج فشارشی به دست آمده از چاه‌های حفر شده در منطقه است که سرعت لایه‌های مختلف زمین را نشان می‌دهند.

در فصل اول این پایان‌نامه، زمین‌شناسی زاگرس و منطقه مورد مطالعه، نیم‌رخ‌های عرضی متعادل و چگونگی ساخت آن‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. فصل دوم، شامل مقدمه‌ای بر روش گرانی، روش مستقیم و چگونگی محاسبه گرانی یک توده است. در فصل سوم، به روش‌های تعیین چگالی پرداخته می‌شود. فصل چهارم، شامل روند محاسبات آنومالی گرانی نیم‌رخ‌های عرضی متعادل، و مقایسه آنومالی گرانی آن‌ها با آنومالی گرانی مشاهده شده بر روی سطح زمین است. در فصل پنجم، جمع‌بندی نتایج به دست آمده ارائه می‌شود.

فصل اول

زمین شناسی

۱.۱ زاگرس

کمر بند رورانده-چین خورده زاگرس به عنوان بخشی از کوه‌زایی آلپ-همی‌مالیا، یکی از جوان‌ترین و فعال‌ترین مناطق برخورد قاره‌ای روی زمین است. این کمر بند از کوه‌های توروس در جنوب شرقی ترکیه شروع می‌شود و تا گسل میناب در شرق تنگه هرمز واقع در جنوب ایران گسترش پیدا می‌کند و حدود ۱۵۰۰ کیلومتر طول دارد (اسنایدر و برازنگی، ۱۹۸۶).

از نظر جغرافیایی، زاگرس به نواحی لرستان، خوزستان و فارس تقسیم می‌شود. از نظر الگوی ساختاری و زمین‌ریخت‌شناسی از شمال شرق به جنوب غرب، زاگرس شامل زاگرس مرتفع (پهنه راندگی‌ها^۱ یا زاگرس داخلی^۲)، زاگرس چین‌خورده (زاگرس بیرونی^۳) و دشت خوزستان (فروافتادگی دزفول^۴ و دشت آبادان) است. بر پایه انباشته‌های نمکی سری هرمز، زاگرس به دو بخش جنوب شرقی (حوضه هرمز) و بخش شمال غربی (حوضه اهواز) تقسیم می‌شود که مرز جدایی این دو، خطوارگی قطر-کازرون است (شکل ۱-۱) (آق‌نابتی، ۱۳۸۳).

در ادامه به معرفی زیرپهنه‌های زاگرس پرداخته می‌شود. همچنین توضیحاتی درباره نمک، چینه‌شناسی و لرزه‌خیزی زاگرس داده می‌شود. منطقه مورد مطالعه، نیم‌رخ‌های عرضی متعادل که ساختار-چینه‌ای منطقه را نشان می‌دهند و چگونگی ساخت آن‌ها نیز در این فصل آورده شده است.

¹ Thrust zone

² Inner Zagros

³ Outer Zagros

⁴ Embayment Dezful



شکل (۱-۱) زیرپهنه‌های زاگرس از نظر، جرافیایی، ساختاری و پراکندگی گنبد های نمکی (آقناباتی، ۱۳۸۳).

۲.۱ زیرپهنه‌های ساختاری-ریختی زاگرس

۱.۲.۱ دشت خوزستان

دشت تقریباً مسطحی است که بیش‌تر قسمت‌های آن را رسوبات آبرفتی عهد حاضر تشکیل می‌دهد. ضخامت این پوشش رسوبی از اهواز به سمت سواحل خلیج فارس به تدریج زیاد می‌شود. چین‌خوردگی آن ساده و بسیار ملایم با روند شمالی-جنوبی است (آقناباتی، ۱۳۸۳).

۲.۲.۱ زاگرس مرتفع

زاگرس مرتفع به صورت نوار باریک و طولی در قسمت شرقی زاگرس چین‌خورده و موازی با آن قرار گرفته است. این بخش بلندترین قسمت کوه‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد و در آن رخنمونی از سنگ‌های پره‌کامبرین دیده نشده است (آقناباتی، ۱۳۸۳). گسل اصلی معکوس زاگرس^۱ و گسل اصلی زاگرس مرتفع^۲ دو گسلی هستند که مرز شمالی و جنوبی این پهنه را در بر می‌گیرند (بربریان، ۱۹۹۵).

۳.۲.۱ کمربند چین‌خورده ساده زاگرس

این کمربند، گسل زاگرس مرتفع در سمت شمال شرقی و گسل پیشانی کوهستان^۳ در جنوب غربی را در بر می‌گیرد (فالکن، ۱۹۷۴). این واحد ساختمانی با پهنایی حدود ۲۵۰-۱۵۰ کیلومتر، حاشیه سپر عربستان است (آقناباتی، ۱۳۸۳). آهک‌های ائوسن-الیگوسن، آسماری و سازندهای مزوزوئیک، بیش‌تر توپوگرافی منطقه را تشکیل می‌دهند (فالکن، ۱۹۷۴).

در زاگرس چین‌خورده، سنگ‌های پره‌کامبرین پسین تا تریاس میانی، رخساره گندوانایی و مشابه

¹ Main Zagros reverse fault

² Main Zagros fault

³ Mountain frontal fault

با دیگر نواحی ایران دارند، اما سنگ‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک آن، رخساره جنوب تیس جوان را دارند (مطیعی، ۱۳۷۴).

بیش‌تر مخازن نفتی و گازی خاورمیانه در کمربند چین‌خورده ساده زاگرس قرار گرفته است. منطقه چین‌خورده ساده زاگرس بر اساس تکتونیک و تاریخچه چینه‌نگاری به سه حوضه لرستان، ایزه و فارس تقسیم می‌شود. منطقه فارس نیز به نوبه خود به چهار بخش، فارس ساحلی، فارس نزدیک ساحل، فارس داخلی و خشکی بندرعباس تقسیم می‌شود (به شکل ۲، در قسمت مقدمه مراجعه شود). وجود گنبد‌های نمکی فراوان در هسته تاقدیس‌های این ناحیه که منشأ آن‌ها سری هرمز و فارس است، وجود منابع هیدروکربوری، تغییر روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق ساختارهای زاگرس به روند شرقی-غربی در نزدیکی تنگه هرمز از ویژگی‌های ناحیه فارس است (مطیعی، ۱۳۷۴؛ آقائاتی، ۱۳۸۳). منطقه مورد مطالعه در این پایان‌نامه در فارس ساحلی و نزدیک ساحل و خشکی بندر عباس قرار دارد.

۳.۱ نمک

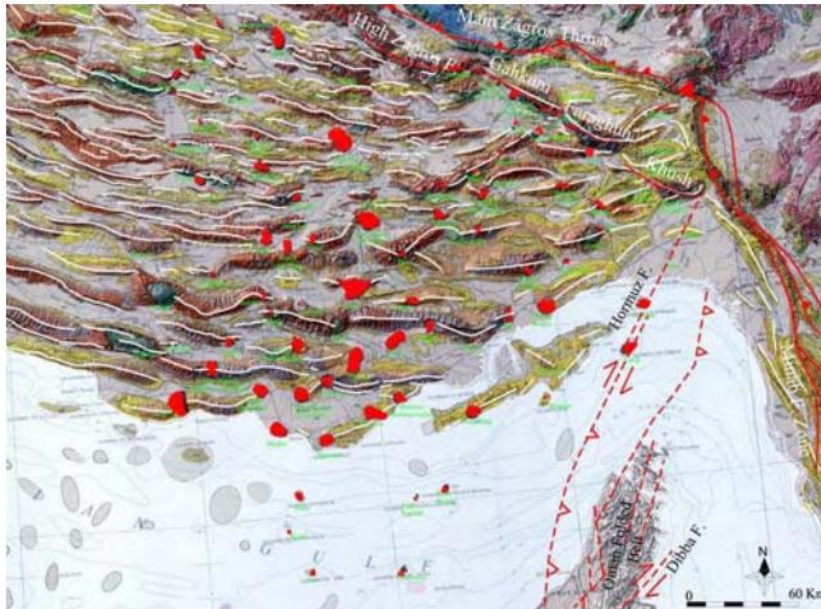
بیش‌ترین پراکندگی گنبد‌های نمکی در جنوب‌شرقی کمربند رورانده-چین‌خورده زاگرس است (شکل ۱-۲). حدود ۲۰۰ گنبد نمکی در این حوضه شناخته شده است (جهانی، ۲۰۰۹). گسترش زیاد نمک هرمز بر روی پی‌سنگ، ساختمان‌های این ناحیه را تحت تأثیر قرار داده است، به طوری که بیش‌تر تاقدیس‌های این منطقه توسط هسته‌های نمکی تحت تأثیر قرار گرفته‌اند (شرکتی و لتوزی، ۲۰۰۴). سری هرمز در اواخر پروتوزوئیک-اوایل کامبرین در یک حوضه تبخیری بزرگ، شامل شرق زاگرس، قسمت شرقی خلیج فارس، عمان، قطر، ایران مرکزی، شمال‌غربی هند و سالت رنج پاکستان^۱ نهشته شده است. سری هرمز شامل، مخلوط رنگی نمک، آن‌هیدریت، دولومیت سیاه، شیل، سیلت-استون قرمز، ماسه‌سنگ و بلوک‌های دگرگونی و آتشفشانی که بخشی از پی‌سنگ را تشکیل می‌دهند، است (علا، ۱۹۷۴؛ کنت، ۱۹۷۹).

۴.۱ چینه‌شناسی

حوضه زاگرس در زمان پالئوزوئیک پیشین، بخشی از حوضه رسوبی بزرگی بوده است و با باز شدن اقیانوس تیس نو، این حوضه از سایر بخش‌های ایران جدا گردید. بنابراین، چینه‌شناسی حوضه

^۱Pakistani Salt Range

زاگرس را می‌توان به دو دوره تقسیم‌بندی کرد. دوره قبل از باز شدن اقیانوس تتیس نو که مشابه دیگر نقاط ایران است و دوره بعد از باز شدن اقیانوس تتیس نو که باعث شکل‌گیری حوضه زاگرس به عنوان لبه پهنه عربی شده است (آقائباتی، ۱۳۸۳).



شکل (۲-۱) نقشه زمین‌شناسی جنوب‌شرقی زاگرس، همراه با توزیع گنبد‌های نمکی سطحی (اشکال قرمز) و زیرسطحی (اشکال خاکستری) (جهانی، ۲۰۰۹)

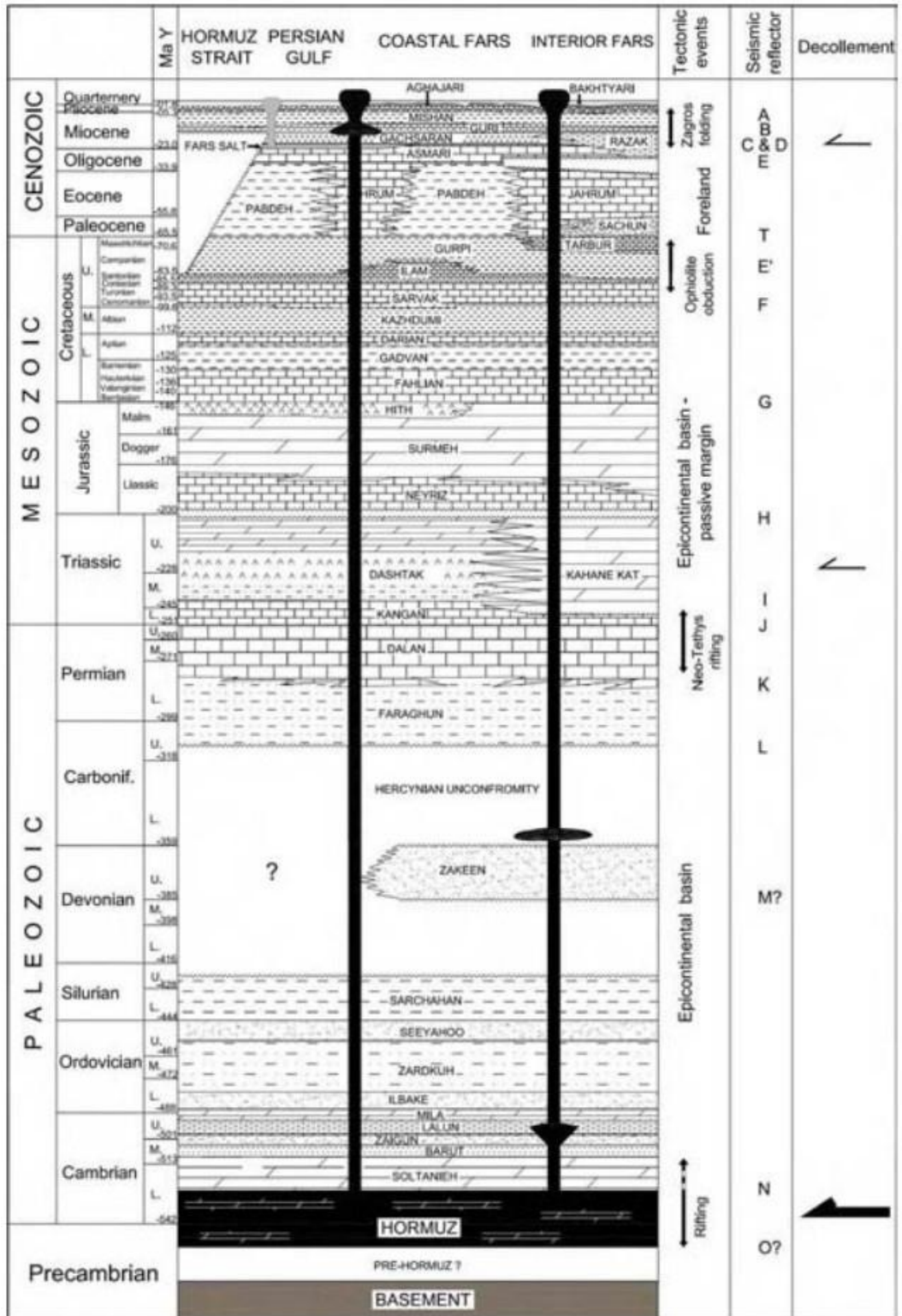
در حفاری‌های نفتی زاگرس، تا به حال پی‌سنگ مشاهده نشده است. با این حال، با توجه به قطعات آذرین و دگرگونی که توسط گنبد‌های نمکی به سطح زمین آورده شده است، می‌توان پوسته زاگرس را ادامه پوسته عربستان دانست. همه سنگ‌های زاگرس را می‌توان به دو گروه پی‌سنگ دگرگونه پره‌کامبرین و پوشش رسوبی آن تقسیم کرد (آقائباتی، ۱۳۸۳). او بر این ۱۹۵۰، ستون رسوبی زاگرس چین‌خورده را به پنج گروه ساختاری-مکانیکی، گروه پی‌سنگ، گروه متحرک پایینی، گروه مقاوم، گروه متحرک بالایی و گروه نامقاوم بالایی تقسیم کرده است. گروه پی‌سنگ شامل گرانیت، گابرو، بازالت، آمفیبولیت و شیست است که تکه‌هایی از آن توسط گنبد‌های نمکی به سطح رسیده و سن آن پره‌کامبرین است. گروه متحرک پایینی از نمک، گچ، شیل، کربنات‌ها و قطعاتی از سنگ‌های آذرین و دگرگونی پی‌سنگ تشکیل شده است. سن این گروه پره‌کامبرین پسین-کامبرین، و دارای ضخامت ۴۰۰۰ متر است. این گروه شامل سری هرمز می‌باشد. گروه مقاوم متشکل از شیل، ماسه-

سنگ، کربنات‌ها و تبخیری‌ها است. این گروه ضخیم‌ترین ستون چینه‌ای زاگرس را تشکیل می‌دهد. سن سازندهای آن کامبرین تا میوسن، و دارای ضخامت ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ متر است. گروه متحرک بالایی که از نمک، آندزیت و گچ میوسن تشکیل شده است، دارای ضخامت ۱۶۰۰ متر است. این گروه شامل سازند گچساران است. گروه نامقاوم بالایی مخلوطی از ماسه‌سنگ، شیل، کنگلومرا و آندزیت است. این گروه شامل سازندهای میشان، آجاجاری، بختیاری، به ضخامت ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر است.

نبود فعالیت‌های آذرین، وجود سنگ مادرهای غنی از مواد آلی، وجود سنگ مخزن‌های متخلخل و تراوا، وجود پوش‌سنگ‌های مناسب شرایط خوبی را برای تولید و ذخیره شدن مواد هیدروکربنی فراهم کرده است. سازندهای مارنی گروه فارس (شامل گچساران، میشان و آجاجاری) که پوش‌سنگ مخازن نفتی آسماری هستند، در اکتشافات نفتی اهمیت زیادی دارند. سن گروه فارس میوسن است (آقانی، ۱۳۸۳).

سازند گچساران به دلیل داشتن خواص پلاستیکی ناشی از وجود لایه‌های نمک، آن‌هیدریت و لایه‌های مارنی به عنوان پوش‌سنگ سازند آسماری در نظر گرفته می‌شود. سازند میشان به عنوان مخزن گاز در بعضی از میدان‌ها مورد توجه قرار دارد. در زاگرس مرکزی این سازند کم‌تر رخنمون دارد و فرسایش یافته است. سازند آسماری از یک سنگ آهک متراکم تشکیل شده است و به دلیل تخلخل ناشی از شکستگی‌های حاصل از نیروهای فشارشی، یکی از مهم‌ترین افق‌های مخزنی نفت جهان به‌شمار می‌رود. سازند پابده نیز به عنوان سنگ منشا هیدروکربن به‌شمار می‌آید (مطیعی، ۱۳۷۴). شکل (۱-۳)، ستون چینه‌شناسی شرق کمر بند رورانده-چین‌خورده زاگرس و جنوب شرقی خلیج فارس را نشان می‌دهد.

شکل (۱-۳) ستون چینه‌شناسی شرق کمر بند رورانده-چین‌خورده زاگرس و جنوب شرقی خلیج فارس، همراه با رویدادهای تکتونیکی، سطوح جدایش اصلی، و موقعیت چینه‌شناسی افق‌های لرزه‌ای: بازتاب کننده لرزه‌ای A، میوسن میانی، بالای گوری؛ بازتاب کننده لرزه‌ای B، میوسن میانی، بالای گچساران/ ناپیوستگی میوسن میانی؛ بازتاب کننده لرزه‌ای C، اوایل میوسن، بالای آسماری؛ بازتاب کننده لرزه‌ای D، اوایل میوسن، بالای نمک فارس؛ بازتاب کننده لرزه‌ای E، ائوسن، بالای پابده؛ بازتاب کننده لرزه‌ای T، ماستریشین، بالای تاربور و گورپی؛ بازتاب کننده لرزه‌ای E، سانتونین، بالای ایلام؛ بازتاب کننده لرزه‌ای F، آلبین، بالای کژدمی؛ بازتاب کننده لرزه‌ای G، اواخر ژوراسیک، بالای هیث؛ بازتاب کننده لرزه‌ای H، اواخر تریاس، بالای دشتک؛ بازتاب کننده لرزه‌ای I، اوایل تریاس، بالای کنگان؛ بازتاب کننده لرزه‌ای J، اواخر پرمین، بالای دالان و خوف؛ بازتاب کننده لرزه‌ای K، اوایل پرمین، بالای فراقون؛ بازتاب کننده لرزه‌ای L و M، پالئوزوئیک؛ بازتاب کننده لرزه‌ای N، نزدیک بالای نمک هرمز. ستون خاکستری تیره دیابیر نمک هرمز و ستون خاکستری روشن دیابیر نمک فارس را نشان می‌دهد (جیمز و وایند، ۱۹۶۵).



شکل (۳-۱)