بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تهران

پردیس علوم

دانشکده زمین شناسی

چینه‌نگاری سکانسی بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان در تعدادی از چاههای میدان گازی پارس جنوبی و نقش آن در درک نحوه تغییرات کیفیت مخزنی

نگارش : مسعود عباسی

استاد راهنما : دکتر حسین رحیم‌پور بناب

استاد مشاور: دکتر عبدالحسین امینی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته زمین شناسی، گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی

مهر ۸۸

تقدیم به:

خانواده‌ام

بخاطر حمایت‌های بی‌دریغ‌شان

چکیده:

میدان پارس جنوبی در آب‌های خلیج فارس، میزبان بزرگترین ذخیره گازی جهان است. سنگ مخزن اصلی گاز طبیعی در این میدان شامل بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان با سن پرمین پسین ـ تریاس پیشین می‌باشد که از یک سری توالی‌های کربناته – تبخیری تشکیل شده و معادل سازند خوف در کشورهای همسایه است. بر اساس مطالعات میکروسکوپی و مشاهدات مغزه، کمربندهای رخساره‌ای اصلی در این سازندها شامل پهنه جزر و مدی و بالای جزر و مدی، لاگون، پشته‌های سدی زیرآبی اوئیدی و بایوکلاستی و رخساره دریای باز بوده که در یک رمپ کربناته کم‌عمق و کم‌شیب با وسعت زیاد و در اقلیم بیابانی و خشک گسترش یافته‌اند. بررسی فرایندهای دیاژنزی مختلف، تأثیر هر سه محیط دیاژنز دریایی، جوی و دفنی را در توالی مخزنی نشان می‌دهد. این فرایندها در مواردی مانند انحلال و دولومیتی شدن به افزایش کیفیت مخزنی کمک نموده و در مواردی چون گسترش سیمان‌های انیدریتی و کلسیتی و تراکم، آثار مخربی بر روی کیفیت مخزنی نهاده‌اند.

بررسی توالی‌های رخساره‌ای و الگوی برانبارش رخساره‌ها در این مطالعه، شکل‌گیری چهار سکانس رسوبی رده سوم و نه سکانس رده چهارم را در بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان نشان می‌دهد. این سکانس‌ها بخشی از یک سکانس پیشرونده- پسرونده رده دوم هستند. عمده‌ترین سیستم تراکت‌های تشکیل شده در این سکانس‌ها شامل سیستم‌تراکت پیشرونده (TST) و سیستم‌تراکت تراز بالا (HST) می‌باشد که با الگو-های برانبارش پسرونده، تجمعی و پیشرونده طی نوسانات دریای پرمین بالایی و تریاس پیشین گسترش یافته‌اند. سطوح چینه‌ای شاخص شامل مرزهای سکانسی (SB) و سطح حداکثر غرقابی (mfs) هستند. در این مطالعه مرزهای سکانسی بر اساس سطوح رخنمون یافته و یا گسترش رخساره-هایی که معادل با حداکثر افت سطح نسبی دریا بودند تعیین گردیدند و سطوح حداکثر غرقابی معادل عمیق ترین رخساره‌های گسترش یافته در طی هر سکانس بودند که در چاه‌های مورد مطالعه مطابقت خوبی نشان می‌دهند.

کیفیت مخزنی توالی‌های دالان و کنگان در ارتباط با توزیع رخساره‌های مستعد مخزن در زون‌های

حداکثر رسوبگذاری، و دیاژنز است. بهترین رخساره‌های مستعد مخزن که شامل گرینستون‌های اوئیدی و بایوکلاستی کمربند رخساره‌ای پشته‌های سدی کربناته می‌باشد، بدلیل نزدیک شدن فضای انباشت رسوب به نرخ بالاآمدگی سطح نسبی دریا در بخش پیشین سیستم‌تراکت تراز بالا (Early HST) و بخش پسین سیستم‌تراکت پیشرونده (Late TST)، گسترش می‌یابند. فرایندهای دیاژنزی مرتبط با نوسانات سطح نسبی دریا در سازندهای دالان و کنگان به موقعیت چینه‌ای رخساره‌ها در سکانس‌های تناوب بالا و بافت رسوبی اولیه بستگی دارد. نوسانات سطح نسبی دریا کنترل زیادی بر دیاژنز آغازین و دفنی کم‌عمق در این توالی‌ها دارند. در TST پسین و HST پیشین فرایندهای دیاژنز دریایی از گسترش بیشتری برخوردارند. و در صورتی که در HST پسین با افت سطح آب دریا و در TST پیشین با افزایش آرام سطح آب دریا، بدلیل وجود شرایط مناسب برای گسترش رخساره‌های کم انرژی رمپ داخلی،گسترش تبخیری‌های اولیه و آثار مربوط به دیاژنز تحت الجوی (بویژه در HST پسین) فراوانی بیشتری دارد. به طور کلی در سیستم تراکت HST، به دلیل گسترش زیاد رخساره-های دانه غالب با فابریک رسوبی مستعد در مقابل تأثیر فرایندهای انحلال و دولومیتی شدن، فرایند-های دیاژنزی افزاینده کیفیت مخزنی بیشتر عمل کرده‌اند. در سیستم تراکت TST فرایندهای کاهنده کیفیت مخزنی گسترش بیشتری دارند. هر دو عامل توزیع رخساره‌ای و دیاژنز در کنترل کیفیت مخزنی موثر بوده‌اند. اما نقش توزیع رخساره‌ها در محیط رسوبی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

پیشگفتار:

ضرورت مطالعات چینه‌نگاری سکانسی در سالهای اخیر بر روی میادین مختلف هیدروکربوری بدلیل نیاز به پیشبینی توزیع مؤلفه‌های پتروفیزیکی و درک گسترش رخساره‌های بوجود آورنده سنگ منشأ، مخزن و سنگ پوشش مخازن هیدروکربوری اجتناب ناپذیر است. میدان گازی پارس جنوبی نیز به دلیل اهمیت فوق‌العاده آن از این امر مستثنی نمی‌باشد و با وجود برخی مطالعات انجام گرفته توسط شرکت‌های داخلی و خارجی نیاز به مطالعات جزئی‌تر رسوب‌شناسی مخزن در ابعاد مختلف توسط محافل دانشگاهی، در چاه‌های جدید ضروری می‌نماید. در راستای همین برنامه در این مطالعه سعی شده است از کاملترین داده‌های موجود در سه چاه برای ترسیم مدل دینامیک حوضه رسوبی و نشان دادن نحوه توزیع رخساره‌های مخزنی و غیر مخزنی در ارتباط با مفاهیم چینه‌نگاری سکانسی در میدان پارس جنوبی استفاده گردد تا نتایج این بررسی‌ها به بهبودی توسعه و بهره‌برداری در میدان کمک کند.

بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان که معادل سازند خوف در کشورهای عربی می‌باشد، یک مخزن کربناته مشترک بوده که دربرگیرنده بزرگترین ذخیره گازی دنیاست. این مخزن کربناته دارای هتروژنی زیادی بوده که دلیل آن تغییرات رخساره‌ای در مقیاس میکروسکوپی و تأثیر مراحل مختلف دیاژنز بر روی آن است که به نوبه خود موجب مطبق شدن مخزن و پراکندگی سدها و واحدهای جریانی می‌گردد. این تغییرات ارتباط تنگاتنگی با نوسانات سطح نسبی دریا به هنگام تشکیل پلاتفرم کربناته پرموتریاس در ناحیه مورد مطالعه دارد. در این مطالعه سعی بر آن است تا با تکیه بر مطالعات سنگ‌شناسی و اطلاعات تخلخل و تراوایی نحوه تغییرات کیفیت مخزنی از دیدگاه چینه‌نگاری سکانسی مورد بررسی قرار گیرد. مطالعه حاضر یک طرح مطالعاتی مشترک بین دانشگاه تهران و شرکت نفت و گاز پارس بوده و داده‌های مورد استفاده و نتایج حاصل از مطالعات منحصراً متعلق به **شرکت نفت و گاز پارس** می‌باشد.

تشکر و قدردانی:

نگارش این پایان‌نامه محصول حمایت‌ها و راهنمایی‌های افراد متعددی می‌باشد، به همین دلیل بر خود لازم می‌دانم از زحمات همه کسانی که در این راه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

در ابتدا مراتب سپاسگذاری خود را از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکترحسین رحیم‌پور که با پیشنهادات و راهنمایی‌های ارزشمندشان سهم بزرگی ارتقای سطح کیفی این پایان‌نامه داشتند، اعلام می‌دارم.

از استاد مشاورم جناب آقای دکتر عبدالحسین امینی بخاطر راهنمایی‌های مفید و تذکرات بجا که در بسیاری موارد راهگشای مشکلات پیش آمده در طی انجام این پایان‌نامه بوده است تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از مدیریت محترم پژوهش و فناوری شرکت نفت و گاز پارس، سرکار خانم مهندس خرم و کارشناس محترم بخش پژوهش و فناوری جناب آقای مهندس پرتغالی به دلیل همکاری‌های بی‌دریغشان در زمینه حمایت‌های مالی و در اختیار گذاشتن اطلاعات لازم جهت اجرای این پروژه صمیمانه قدردانی می‌گردد.

از کمک‌های بی‌دریغ آقایان مهندس اشکان اسدی و علی‌اکبر ماجد به عنوان ناظران طرح که با صبر و حوصله مثال‌زدنی و راهنمایی‌های ارزشمندشان نقش زیادی در اجرای این پروژه داشتند قلباً تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از سرکار خانم مهندس زمانی و همکارانشان در پژوهشگاه صنعت نفت بخاطر همکاری‌های بسیار خوبشان قدردانی می‌گردد. از ریاست وقت اداره زمین‌شناسی مدیریت اکتشاف آقای مهندس بهرامی-زاده سجادی و همکارانشان به دلیل اجازه بازدید از مغزه ها در انبار اکتشاف قدردانی می‌شود.

از زحمات منشی محترم دانشکده زمین‌شناسی سرکار خانم بیات و کلیه کارمندان دانشکده تشکر و قدردانی می‌گردد.

از زحمات و راهنمایی‌های کلیه اساتید بزرگوار دانشکده زمین شناسی دانشگاه تهران که در طول تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد دانش خود را در اختیار اینجانب نهادند صمیمانه سپاسگذارم.

و در پایان از صبر و شکیبایی و حمایت‌های روحی همسر عزیزم در تمامی مراحل تکمیل این پایان نامه، با تمام وجودم تشکر و قدردانی می‌نمایم.

فهرست مطالب:

فصل اول: کلیات ۲

۱-۱ مقدمه: ۲

۱-۲ تاریخچه مطالعات پیشین ۲

۱-۳ روش مطالعه و داده‌های موجود: ۵

۱-۴ حوضه خلیج فارس ۶

۱-۵ میادین و نواحی هیدروکربنی خلیج فارس: ۷

۱-۶ موقعیت جغرافیائی ناحیه مورد مطالعه ۷

۱-۷ مختصری از تاریخچهٔ حفاری و اکتشافی در میدان پارس جنوبی ۸

۱-۸ زمین‌شناسی عمومی و چینه شناسی: ۹

۱-۸-۱ مختصری درباره زمین شناسی زاگرس ۹

۱-۸-۲ تقسیمات ساختمانی زاگرس ۱۰

۱-۸-۳ زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۱۱

۱-۸-۴ زمین‌شناسی ساختمانی منطقه: ۱۲

۱-۸-۵ چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۱۳

۱-۸-۶ چینه‌شناسی سازندهای دالان و کنگان در منطقه مورد مطالعه ۱۳

۱-۸-۷ مختصری در مورد مرز پرموتریاس در پارس جنوبی ۱۸

۱-۸-۸ پالئوژئوگرافی و تاریخچه رسوبگذاری پرمین پسین و تریاس پیشین در سازندهای دالان و کنگان ۱۸

۱-۸-۹ سیستم نفتی در فارس ۲۰

۱-۸-۹-۱ سنگ منشأ (Source Rock): ۲۰

۱-۸-۹-۲ سنگ مخزن (Reservoir Rock): ۲۱

۱-۸-۹ -۳ سنگ پوشش (Cap Rock): ۲۲

فصل دوم: میکروفاسیس و محیط رسوبی ۲۳

۲-۱ مقدمه ۳۳

۲-۲ میکروفاسیس (Microfacies) ۳۵

۲-۳ رخساره‌های میکروسکوپی توالی‌های مخزنی سازندهای دالان و کنگان در میدان پارس جنوبی. ۳۷
۲-۳-۱ رخساره انیدریت لایهای، تودهای و قفسه مرغی (Laminated, massive and Chickenwire Anhydrite) ۳۷
۲ -۳-۲ دولومادستون، با بلورها و نودول‌های پراکنده انیدریت (Dolomudestonee with crystals and nodular anhydrite) ۳۸
۲-۳-۳ دولومادستون با فابریک فنسترال (Fenestral dolomudstone) ۳۸
۲-۳-۴ استروماتولیت بایندستون (Stromatolite bindstone) ۳۹
۲-۳-۵ گرینستون تا پکستون اوولیتی پهنه بین جزر و مدی (Intertidal bioclast and oolitic grainstone to packestone) ۴۰
۲-۳-۶ ترومبولیت بایندستون (Thorombolite bindston) ۴۱
۲-۳-۷ وکستون پلوئیدی و بایوکلاستی لاگون (Bioclast ploidal wackestone) ۴۲
۲-۳-۸ گرینستون تا دولوگرینستون اوئیدی دانه درشت تا متوسط پشته‌های زیرآبی سدی(Barrier shoal coarse to medium grain oolitic grainstone, dolograinstone) ۴۳
۲-۳-۹ گرینستون بایوکلاستی و اینتراکلاستی دانه درشت (Coarse grained bioclast, intraclast grainstone) ۴۴
۲-۳-۱۰ مادستون تا پکستون بایوکلاستی زیست آشفته (Bioturbated mudstone to packestone with bioclast) ۴۵
۲-۳-۱۱ مادستون تا وکستون تیره رنگ همراه با بایوکلاستهای بسیار دانه ریز (Dark mudstone to wackestone with very fine bioclast) ۴۶
۲-۳-۱۲ گرینستون تا پکستون بایوکلاستی، پلوئیدی و اوئیدی دانه ریز (Fine grained peloid bioclast oolite grainstone to packestone) ۴۷
۲-۳-۱۳ پکستون تا گرینستون اینتراکلاستی، بایوکلاستی، اوئیدی، پلوئیدی، انکوئیدی بسیار دانه درشت/ میکروکنگلومرای پلیمیکتیک (Very coarse grain Oncoid, peloidal, oolitic, bioclast, intraclast Grainstone to Packstone / Polimictic Microconglomerate) ۴۸
۲-۳-۱۴ برش دولومیتی با انیدریت (Dolobreccia with anhydrite) ۴۹
۲-۴ محیط رسوبی دیرینه بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان در میدان پارس جنوبی ۵۰
فصل سوم: دیاژنز و تخلخل و تراوایی ۳۹
۳-۱ مقدمه ۳۸

۳-۲ دیاژنز دریایی ۳۹
۳-۲-۱ انواع دیاژنز دریایی در توالیهای مخزنی دالان بالایی و کنگان ۴۰
۳-۲-۱-۱ میکرایتی شدن (Micritization): ۴۰
۳-۲-۱-۲ آشفتگی زیستی (Bioturbation): ۴۰
۳-۲-۱-۳سیمان‌های دریایی ۴۱
۳-۳ دیاژنز جوی (Meteoric Diagenesis)..... ۴۴
۳-۳-۱ انواع فرآیندهای دیاژنز جوی در توالیهای مخزنی دالان بالایی و کنگان..... ۴۵
۳-۳-۱-۱ انحلال(Dissolution): ۴۵
۳-۳-۱-۲ سیمانی شدن جوی ۴۵
۳-۴ دیاژنز تدفینی (Burial Diagenesis): ۴۷
۳-۴-۱ انواع فرآیندهای دیاژنز تدفینی در توالی‌های مخزنی دالان بالایی و کنگان..... ۴۷
۳-۴-۱-۱ تراکم فیزیکی یا مکانیکی (Physical or Mechanical Compaction): ۴۷
۳-۴-۱-۲ تراکم شیمیایی (Chemical Compaction) ۴۸
۳-۴-۱-۳ مهمترین سیمان‌های تدفینی(Burial Cements) موجود در سازندهای دالان و کنگان ۴۸
۳-۴-۱-۴ نئومورفیسم (Neomorphism): ۵۰
۳-۴-۱-۵ پیریتی شدن (Pyritization): ۵۱
۳-۴-۱-۶ دولومیتی شدن ۵۲
۳-۴-۱-۶- ۱ انواع دولومیتی شدن در رخساره‌های مورد مطالعه ۵۲
۳-۵ تخلخل و تراوایی..... ۵۴
۳-۵ -۱ تخلخل بین دانه‌ای (Intergranular Porosity): ۵۴
۳-۵-۲ تخلخل درون دانه‌ای (Intragranular Porosity): ۵۵
۳-۵-۳ تخلخل فنسترال (Fenestral Porosity): ۵۵
۳-۵-۴ تخلخل قالبی (Moldic Porosity): ۵۵
۳-۵-۵ تخلخل بین بلوری (Intercrystaline Porosity): ۵۶
تخلخلهای ثانویه انتخاب نشده توسط فابریک شامل تخلخل حفرهای، شکستگی و برشی هستند: ۵۷

۳-۵-۶ تخلخل حفرهای (Vuggy Porosity): ۵۷
۳-۵-۷ تخلخل شکستگی (Fracture Porosity) ۵۷
۳-۵-۸ تخلخل برشی (Breccia Porosity): ۵۷
فصل چهارم: چینه‌نگاری سکانسی ۵۹
۴-۲ مختصری از تاریخچه چینه‌نگاری سکانسی و تحولات آن: ۱۲۷
۴-۳ تفاوت چینه‌نگاری سکانسی در سیستمهای آواری و کربناته: ۱۲۸
۴-۴ مروری بر مفاهیم کلی چینه‌نگاری سکانسی: ۱۲۹
۴-۴-۱ سطوح چینه‌ای (Stratal Surface): ۱۲۹
۴-۴-۱-۱ مرز سکانسی (Sequence Boundary): ۱۲۹
۴-۴-۱-۲ سطح حداکثر غرقابی (Maximum Flooding Surface): ۱۳۰
۴-۴-۱-۳ سطح پیشرونده (Ttransgressive Surface): ۱۳۱
۴-۴-۱-۴ سطح پسرونده (Regressive Surface): ۱۳۱
۴-۴-۲ سیستم تراکتها: ۱۳۱
۴-۴-۲-۱ سیستم تراکت پسرونده سریع (Forced Regressive System Tract): ۱۳۱
۴-۴-۲-۲ سیستم تراکت تراز پایین (Lowstand System Tract): ۱۳۲
۴-۴-۲-۳ سیستم تراکت تراز پیشرونده (Transgressive System Tract): ۱۳۲
۴-۴-۲-۴ سیستم تراکت تراز بالا(Highstand System tract): ۱۳۲
۴-۵ سکانس استراتیگرافی بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان: ۱۳۳
۴-۵-۱ سکانسهای رده سوم: ۱۳۴
۴-۵-۱-۱ سکانس یک(I): ۱۳۴
۴-۵-۱-۲ سکانس دوم (II) : ۱۳۶
۴-۵-۱-۳ سکانس سوم (III): ۱۳۷
۴-۵-۱-۴ سکانس چهارم (VI): ۱۳۹
۴-۵-۲ سکانسهای رده چهارم: ۱۴۰
۴-۵-۲-۱ سیستم تراکت (HST) مشترک با بخش زیرین دالان بالایی : ۱۴۰
۴-۵-۲-۲ سکانس KS4-a : ۱۴۱

۴-۵-۲-۳ سکانس KS4-b : ۱۴۲
۴-۵-۲-۴ سکانس KS3-a : ۱۴۳
۴-۵-۲-۵ سکانس KS3.b : ۱۴۳
۴-۵-۲-۶ سکانسKS3-c : ۱۴۴
۴-۵-۲-۷ سکانس KS2 : ۱۴۶
۴-۵-۲-۸ سکانس KS1-a: ۱۴۷
۴-۵-۲-۹ سکانس KS1-b: ۱۴۸
۴-۵-۲-۱۰ سکانس KS1-c: ۱۴۹
فصل پنجم: ارتباط چینه‌نگاری سکانسی با توزیع رخساره‌های مستعد مخزن و دیاژنز .. ۱۴۰
۵-۱ مقدمه: ۱۳۱
۵- ۳ گسترش رخسارههای مستعد مخزن در توالیهای دالان بالایی و کنگان ۱۳۴
۵-۳-۱ سکانس یک ۱۳۵
۵-۳-۲ سکانس دوم ۱۳۵
۵-۳-۳ سکانس سوم ۱۳۶
۵-۳-۴ سکانس چهارم ۱۳۶
۵-۴ چینه‌نگاری سکانسی و ارتباط آن با دیاژنز ۱۳۹
۵-۴-۱ تغییرات دیاژنز و تخلخل در رمپهای کربناته محیطهای گرم و خشک ۱۴۱
۵-۴-۱-۱ مهمترین تغییرات دیاژنز و تخلخل در سیتم تراکت تراز پایین (LST) ۱۴۱
۵-۴-۲ مهمترین فرایندهای دیاژنزی در دالان بالایی و کنگان طی تغییرات نسبی سطح دریا ... ۱۴۳
۵-۴-۲-۱ TST پیشین: ۱۴۵
۵-۴-۲-۲ TSTپسین: ۱۴۵
۵-۴-۲-۳ HST پیشین: ۱۴۶
۵-۴-۲-۴ HST پسین: ۱۴۶
فصل ششم: نتیجه گیری ۱۵۲
فصل هفتم: منابع و مأخذ ۱۵۲

فهرست اشکال:

اشکال فصل اول:

شکل ۱- ۲: تصویر ماهوارهای از خلیج فارس..... ۹
شکل ۱- ۳: نقشه پراکندگی میادین نفتی و گازی در کمربند چین‌خورده زاگرس و نواحی همجوار دور از ساحل. میادین گازی که سنگ منشاء آنها شیلهای سیلورین میباشد با شماره‌های ۲۰-۱ مشخص شده است (Bordenave & Hegre, 2005). ۷
شکل ۱- ۴: موقعیت میدان پارس جنوبی در آبهای خلیج فارس ۸
شکل ۱- ۵: موقعیت چاههای مورد مطالعه در میدان پارس جنوبی..... ۸
شکل ۱- ۶: طرحی شماتیک از بلوک ۵ قطر در آبهای خلیج فارس..... ۹
شکل ۱- ۷: فازهای اولیه توسعه میدان پارس جنوبی در نزدیکی خطوط میانی آبهای خلیج فارس..... ۹
شکل ۱- ۸: زونهای ساختمانی مختلف زاگرس (Alavi, 2004)..... ۱۱
شکل ۱- ۹: کمان قطر فارس با امتداد شمال- شمال شرق و جنوب- جنوب غرب که حوضه خلیج فارس را به دو بخش شمال غرب و جنوب شرق تقسیم کرده است (Alsharhan and Nairn, 1997). ۱۳
شکل ۱- ۱۰: الف) ستون کرونولیتواستراتیگرافی سازندهای موجود در خلیج فارس (Eni, 2003) ب)سازندهای موجود در میدان پارس جنوبی ۱۳
شکل ۱- ۱۱: مقطع چینه‌شناسی سازند دالان و مقایسه ضخامت آن در مقطع تیپ با کوه سورمه و چاه شماره ۱ دالان (Kashfi , 1992) ۱۶
شکل ۱- ۱۲: مقطع چینه‌شناسی سازند کنگان و مقایسه ضخامت آن در مقطع تیپ با کوه سورمه و چاه شماره ۱ کنگان (Kashfi , 1992)..... ۱۸
شکل ۱- ۱۳: مدل پالئوژئوگرافی پانگهآ در پرمین پسین و تریاس میانی (با تغییراتی از : Scotese & Mckerow, 1990 و به نقل از Heydari et al, 2000) ۱۹
شکل ۱- ۱۴: پالئوژئوگرافی عمومی پلاتفرم کربناته محدود شده بسیار بزرگ که به آسانی در طی افت سطح آب دریا از پالئوتتیس جدا افتاده است (TOTAL, 1999)..... ۱۹
شکل ۱- ۱۵: توزیع رخسارههای دیرینه پرمین پسین در پلاتفرم عربی در ۲۵۶ تا ۲۴۸/۲ میلیون سال پیش که معادل رسوبگذاری سازند خوف (دالان) در شمال شرق حاشیه غیرفعال نئوتتیس میباشد (Zeigler, 2001) ۲۰
شکل ۱- ۱۶: توزیع رخسارههای دیرینه تریاس پیشین در پلاتفرم عربی در ۲۴۸/۲ تا ۲۴۱/۷ میلیون سال پیش که معادل رسوبگذاری بخش بالایی سازند خوف در کشورهای همسایه و معادل آن کنگان در زاگرس میباشد (Zeigler, 2001). ۲۰
شکل ۱- ۱۷: مدل شماتیکی از پالئوژئوگرافی و محیط رسوبی پلاتفرم کربناته دالان بالایی و کنگان (Insalaco et al., 2006). ۲۰

شکل ۱- ۱۸: گسترش رخسارههای دیرینه شیلهای سیلورین بر روی پلاتفرم عربی (Konert et al. 2001) ۲۱
شکل ۱- ۱۹: لیتوستراتیگراقی و تقسیمبندی مخزنی توالیهای کربناته-تبخیری دالان و کنگان در میدان گازی پارس جنوبی (TOTAL,1999). ۲۲

اشکال فصل دوم:

شکل ۲- ۱: فلوچارت مربوط به عوامل مؤثر بر تشکیل رسوبات کربناته و شکل‌گیری پلاتفرمهای کربناته (Pomar, 2008) ۴۲
شکل ۲- ۲: انواع پلاتفرمهای کربناته (به نقل از Flugel, 2004) ۳۳
شکل ۲- ۳: مدل ارائه شده توسط اهر (Ahr, 1973) برای رمپ با شیب ملایم در مقابل شلف لبه‌دار (Ahr, 2008). ۳۴
شکل ۲- ۴: تقسیم بندی محیطی رمپهای کربناته (Burchette and Wright, 1986, 1992) ۳۵
شکل ۲- ۵: بافتهای مختلف رخساره انیدریتی مربوط به محیط سابخایی. الف) آثار میکرایت و فیلامنتهای میکروبی داخل رخساره انیدریتی، چاه SP-C واحد K2 ب) انیدریت با بافت شعاعی واحد K1 چاه SP-A ج) انیدریت با بافت قفسه مرغی. عکس مغزه، واحد K4 چاه SP-B ۳۷
شکل ۲- ۶: دولومادستون با نودولهای پراکنده انیدریت و قالبهای تبخیری. الف) واحد K3، چاه SP-A ؛ ب)واحد K2، چاه SP-A ۳۸
شکل ۲- ۷: دولومادستون با فابریک فنسترال که توسط بلورهای انیدریت با بافت نمدی و شعاعی پر شده است الف)واحد K1، چاه SP-A؛ ب)واحد K2، چاه SP-A ۳۹
شکل ۲- ۸: استروماتولیت باندستون مربوط به بخش بالای محیط بین جزر و مدی تا بالای جزر و مدی. الف) استروماتولیت با لامیناسیون ظریف و گاهاً پیچیده، واحد K1، چاه SP-A، ب) تخلخلهای فنسترال پر شده با انیدریت در خساره استروماتولیتی ، واحد K1، چاه SP-A، ج) استروماتولیت با بافت گنبدی واحد. عکس مغزه، K1، چاه SP-A ۴۰
شکل ۲- ۹: میکروفاسیس گرینستون تا پکستون اوئیدی مربوط به محیط بین جزر و مدی. الف) همراهی این رخساره با رخسارههای مادستونی پهنه گلی واحد K1، چاه SP-A، ب) ساخ لایهبندی مورب دوجهته در رخسارهگرینستونی بین جزر و مدی در اثر حاکمیت جریانهای جزر و مدی، عکس مغزه، واحد K4، چاه SP-A ۴۱
شکل ۲- ۱۰: میکروفاسیس ترومبولیت باندستون با فابریک لختهای، الف) واحد K2، چاه SP-B و ب) واحد K2، چاه SP-A: وفور فسیلهای گاستروپود و استراکد و در زمینه میکروبی رخساره ترومبولیتی، ج) اشکال فنسترال و لختهای در رخساره ترومبولیتی، عکس مغزه، واحد K2، چاه SP-A ۴۲

شکل ۲- ۱۱: الف) میکروفاسیس پلوئید وکستون با آثارآشفتگی زیستی و فرامینفرهای بنتیک دانه ریز، واحد K3 چاه SP-A ، ب) میکروفاسیس بایوکلاست پلوئید وکستون با قطعات جلبک سبز و دوکفهای مربوط به محیط لاگون، واحد K4 چاه SP-A ۴۳
شکل ۲- ۱۲: الف) اوئید گرینستون دانه متوسط تا درشت مربوط به بخش مرکزی پشته‌های سدی زیر آبی واحد K2، چاه SP-C، ب) گرینستون اوئیدی که فضای بین دانهای آن به طور کامل توسط سیمان انیدریت فراگیر مسدود شده است واحد K1، چاه SP-A ۴۴
شکل ۲- ۱۳: گرینستون بایوکلاستی و اینتراکلاستی الف) قطعات دانه درشت اینتراکلاست بهمراه قطعات جلبکی در رخساره گرینستون بایوکلاستی و اینتراکلاستی این رخسارهها معمولاً ساختهای مگاریپل را در جلوی شول به وجود میآورند، واحد K1 چاه ؛SP-A ب) توسعه سیمان دریایی همقد حاشیه‌ای بدور قطعات بایوکلاستی و اینتراکلاستی در محیط پرانرژی شول رو به دریا، واحد K2، چاه SP-A ۴۵
شکل ۲- ۱۴: مادستون تا وکستون بایوکلاستی زیست آشفه مربوط به محیط رمپ میانی. الف) قطعات ریزاسکلتی و پلوئید در یک زمینه زیست آشفته واحد K3، چاه SP-A، ب) بایوکلاست وکستون با فرامینفرهای بنتیک دانه ریز با دیواره شفاف واحد K3، چاه SP-A، ج) تریس فسیل زئوفیکوس در مقیاس ماکروسکوپی واحد K3، چاه SP-A ۴۶
شکل ۲- ۱۵: بایوکلاست وکستون تیره رنگ الف) آثار رخساره طوفانی در رمپ بیرونی، واحد K3، چاه SP-A، ب) آثار اسپیکول اسفنج و خرده‌های کراینوئیددر رخساره عمیق رمپ بیرونی، واحد K2، چاه SP-C ۴۷
شکل ۲- ۱۶: بایوکلاست پلوئید گرینستون تا پکستون مربوط به بخش رو به ساحل شولهای زیر آبی الف) فرامینفرهای بنتونیک لاگونی در کنار خردههای جلبکی و دانه‌های پلوئیدی حاکی از محیطی با انرژی متوسط واحد K4، چاه SP-A، ب) میکرایتی شدن تقریباً بر روی تمام آلوکم‌ها اثر گذاشته است، واحد K2، چاه SP-A..... ۴۸
شکل ۲- ۱۷: گرینستون اینتراکلاستی، لیتوکلاستی و انکوئیدی دانه درشت حاصل دوره‌های پیشروی آب در منطقه جزر و مدی. الف) قطعات بزرگ اینتراکلاستی و انکوئیدی در زمینه پلوئیدی با جورشدگی بد، توسعه سیمان‌های دور دانه‌ای تیغه‌ای و نامنظم حاکی از انرژی زیاد محیط به هنگام تشکیل این رخساره می‌باشد. واحد K2، چاه SP-A، ب)دانه‌های بزرگ انکوئید در زمینه پلوئیدی واحد K2، چاه SP-C، ج) میکروکنگلومرای پلیمیکتیک، این رخساره معمولاً به صورت لاگهای کف کانالی توسعه مییابد، عکس مغزه. واحد K2، چاه SP-A ۴۹
شکل ۲- ۱۸: رخساره دولومادستون برشی شده که آثار کارست سطحی را نشان میدهد. الف) واحد K2، چاه SP-A، ب) واحد K4، چاه SP-A ج) عکس مغزه واحد K1، چاه SP-A ۵۰

شکل ۲- ۱۹: شکل۲-۱۹) نیمرخی شماتیک از کمربندهای رخسارهای اصلی در رمپ کربناته کم شیب توالیهای پرموتریاس دالان و کنگان، بیشترین گسترش رخساره‌ها در توالیهای مورد مطالعه مربوط به رمپ داخلی می‌باشد. ۵۳
شکل ۲- ۲۰: شکل۲-۲۰) مدل رسوبی ارائه شده برای توالی‌های کربناته تبخیری دالان و کنگان در میدان پارس جنوبی بر اساس مطالعات میکروفاسیس و توالی رخساره‌ای حاصل از آن که شامل یک رمپ کربناته کم عمق با شیب ملایم می‌باشد. ۵۳

اشکال فصل سوم:

شکل ۳- ۱: مهمترین محیط‌های دیاژنزی (به نقل از Flugel, 2004) ۳۸
شکل ۳- ۲: الف) پوشش میکرایتی بدور دانه‌های اوئید و قطعات فسیلی که از انحلال کامل دانه‌ها جلوگیری کرده‌است. واحدK1 ، چاه SP-A ب) گرینستون بایوکلاستی و اوئیدی که به طور کامل میکرایتی شده است و احد K3 ، چاه SP-C ۴۰
شکل ۳- ۳: الف) تغییر در بافت و جورشدگی رخساره توسط آشفتگی زیستی واحدK3 ، چاه SP-A. ب) بارووینگ مورب زئوفیکوس، واحدK3 ، چاه SP-A ۴۱
شکل ۳- ۴: توسعه سیمان حاشیه‌ای همقد بدور قطعات اسکلتی و اینتراکلاستی، واحدK2 ، چاه SP-A ۴۲
شکل ۳- ۵: بلورهای کشیده و غیر همبعد کلسیت تیغه‌ای که فضای بین دانه‌ای را کاهش داده‌اند. واحد K2 ، چاه SP-A ۴۳
شکل ۳- ۶: توسعه سیمان میکرایتی در فضای بین دانه‌های اینتراکلاستی و حاشیه آنها، واحدK4 ، چاه SP-A ۴۳
شکل ۳- ۷: الف) سیمان انیدریت نودولی به همراه قالبهای تبخیری واحدK4 ، چاه SP-C ب) سیمان انیدریت با بافت فنسترال واحدK4 ، چاه SP-B ۴۴
شکل ۳- ۸: الف)تشکیل حفرات انحلالی در رخساره دولومادستونی، چاه واحدK2 ، چاه SP-A، ب) ایجاد تخلخل‌های قالبی حاصل از انحلال اوئیدها و رسوب سیمان کلسیتی در فضای بین دانه‌ای. چاه SP-C،K4 ..... ۴۵
شکل ۳- ۹: سیمان کلسیت شفاف هم‌بعد که فضای بین دانهای را به طور کامل از بین برده است ،واحد K2 ، چاه SP-A ۴۶
شکل ۳- ۱۰: سیمان کلسیت اسپاری دروسی که فضای بین اینتراکلاستها را پر کرده است، واحدK3 ، چاه SP-A ۴۶
شکل ۳- ۱۱: تشکیل سیمان رشد اضافی بدور خرده‌های کراینوئید، واحد K4 ، چاه SP-A ۴۷
شکل ۳- ۱۲: شکسته‌شدن قطعات جلبکی در نتیجه تراکم فیزیکی. واحد K2 چاه SP-A ۴۸
شکل ۳- ۱۳: گسترش استیلولیتها در رخساره دولومادستونی، واحدK4 ، چاه SP-A ۴۸

شکل ۳- ۱۴: سیمان درشت بلور کلسیت دروسی دفنی با مرزهای سازشی و ماکل، واحدK2 ، چاه -SP C ۴۹
شکل ۳- ۱۵: سیمان کلسیت اسپاری درشت بلور شکستگی‌ها را پر کرده است. واحد K2 ، چاه SP-A. ۴۹
شکل ۳- ۱۶: سیمان کلسیت پوئیکیلوتوپیک، واحد K2، چاه SP-C ۴۹
شکل ۳- ۱۷: سیمان انیدریت فراگیر تمام تخلخل بین دانهای را پلاگ کرده است. واحدK3 ، چاه -SP A ۵۰
شکل ۳- ۱۸: سیمان انیدریت پوئیکیلوتوپیک با ادخال‌هایی از دولومیت ، واحدK4 ، چاه SP-C ۵۰
شکل ۳- ۱۹: نوشکلی افزایشی رخساره گرینستونی، واحد K2 چاه SP-C..... ۵۱
شکل ۳- ۲۰: گسترش پیریتهای فرامبوئیدال به طور پراکنده در دانه‌ها، واحد K3 چاه SP-C ۵۲
شکل ۳- ۲۱: انواع مدلهای دولومیتی شدن در ارتباط با تبخیریها و زونهای اختلاط (Warren, 2000). .. ۵۳
شکل ۳- ۲۲: از بین رفتن فابریک اولیه با دولومیتی شدن طی دولومیتی شدن تبخیری، واحدK2 ، چاه SP-A ۵۳
شکل ۳- ۲۳: دولومیتی شدن اختلاطی، واحدK3 ، چاه SP-C ۵۴
شکل ۳- ۲۴: سیمان دولومیت سدل به طور بخشی قالبهای اوئیدی را پر کرده است. واحدK2، چاه SP-C ۵۴
شکل ۳- ۲۵: سیمان دولومیت خود شکل در زمینه سیمان کلسیت بلوکی، رنگ آمیزی شده با آلیزارین قرمز، واحدK3 ، چاه SP-C ۵۴
شکل ۳- ۲۶: تخلخل بین دانه‌ای در رخساره اینتراکلاست اوئید گرینستون ،واحد K4 ، چاه SP-A ۵۵
شکل ۳- ۲۷: تخلخل درون دانه‌ای در گاستروپود که در بخش‌هایی با میکرایت پر شده است. واحد K4، چاه SP-A ۵۵
شکل ۳- ۲۸: تخلخل فنسترال پر شده با ژیپس و انیدریت، واحدK4 ، چاه SP-A ۵۵
شکل ۳- ۲۹: قالبهای اوئیدی، دانه‌هایی که میکرایتی شده‌اند انحلال نیافته‌اند. مقطع رنگ آمیزی شده با اپوکسی رزین. واحدK1 ، چاه SP-A ۵۶
شکل ۳- ۳۰: تخلخل‌های اامولدیک مجزا توسط رشد بلورهای دولومیت با هم ارتباط می‌یابند. شکل میکروسکوپ الکترونی، واحد K1 چاه SP-C ۵۶
شکل ۳- ۳۱: رشد بلورهای دولومیت در اثر نئومورفیسم و ایجاد تخلخل بین بلوری، واحدK1 ، چاه SP-A ۵۷
شکل ۳- ۳۲: سیمان انیدریت پوئیکیلوتوپیک تخلخل بین بلوری را از بین برده‌است. واحدK1 ، چاه SP-A ۵۷
شکل ۳- ۳۳: تخلخل بین بلوری توسعه یافته در دولومیتهای خودشکل. عکس میکروسکوپ الکترونی. واحد K4 چاه ۵۷
شکل ۳- ۳۴: تخلخل حفرهای، واحدK2 ، چاه SP-C..... ۵۷

شکل ۳- ۳۵: الف) یک شکستگی نیمه‌عمودی و باز ، عکس مغزه واحدK4 ، چاه SP-B، ب) شکستگی پر شده با سیمان دفنی کلسیت اسپاری، واحدK2 ، چاه SP-A ج) شکستگی میکروسکوپی توسعه یافته در دولومادستون، واحد K4 چاه SP-A ۵۷
شکل ۳- ۳۶: طرحی شماتیک از فراوانی فرایندهای دیاژنزی در کمربندهای رخسارهای گسترش یافته بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان ۵۸
شکل ۳- ۳۷: سکانس دیاژنتیکی انواع فرایندهای دیاژنزی موجود در توالی مخزنی دالان و کنگان ۱۱۴

اشکال فصل چهارم:

شکل ۴- ۱: مکاتب مختلف چینه‌نگاری سکانسی (به نقل از Catuneanu, 2006) ۱۲۷
شکل ۴- ۲: موقعیت مرزهای سکانسی و سیستم تراکتها بر روی منحنی تغییرات نسبی سطح دریا در مکاتب مختلف چینه‌نگاری سکانسی (Catuneanu, 2006). ۱۲۷
شکل ۴- ۳: موقعیت مرز سکانسی در شلف لبه‌دار در اقلیمهای مرطوب و خشک (Handford an Louks, 1993)..... ۱۳۰
شکل ۴- ۴: چارت کرونواستراتیگرافی مربوط به گسترش سازندهای موجود در پلاتفرم عربی در زمان-های پرمین و تریاس همراه با سطوح حداکثر پیشروی دریای پرمین و تریاس (Sharland et al., 2001).۱۳۴
شکل ۴- ۵: وکستون بایوکلاستی مربوط به محیط رمپ میانی عمیق که نشان‌دهنده عمیق‌ترین رخساره سکانس KS4-b است. واحد مخزنی K4..... ۱۳۵
شکل ۴- ۶: رخساره انیدریتی تشکیل شده در محیط سابخایی که به عنوان مرز سکانسی بالایی در سکانس یک در نظر گرفته شده است، عکس مغزه چاه SP-B..... ۱۳۶
شکل ۴- ۷: دولومادستونی برشی شده ریزشی در زیر لایه انیدریتی نسبتاً ضخیم مربوط به بخش بالایی محیط بین جزر و مدی تا فوق جزر و مدی که به عنوان مرز سکانسی بالایی سکانس دوم در نظر گرفته شده است. عکس مغزه واحد K3 چاه SP-A ۱۳۷
شکل ۴- ۸: رخساره استروماتولیت باندستون مربوط به بخش بالایی محیط بین جزر و مدی که به عنوان مرز سکانسی بالایی در سکانس سوم در نظر گرفته می‌شود ۱۳۹
شکل ۴- ۹: رخساره گرینستون بایوکلاستی و اوئیدی مبین حداکثر پیشروی سطح آب دریا در سکانس ۱۳۹
شکل ۴- ۱۰:طرحی شماتیک از معماری چینه‌ای سکانسهای رده سوم دالان بالایی و کنگان (Insalaco et al., 2006)..... ۱۴۰
شکل ۴- ۱۱: دولومادستون برشی شده با سیمان پرکننده انیدریتی که دارای آثار کارست سطحی می‌باشد و به عنوان مرز سکانسی نوع یک در نظر گرفته شده است. چاه SP-A واحد مخزنی K4..... ۱۴۱
شکل ۴- ۱۲: دولوگرینوستون بایوکلاستی و اینتراکلاستی مربوط به محیط رو به دریای پشته‌های سدی زیر آبی به عنوان حداکثر سطح غرقابی در KS4-a در نظر گرفته شده‌است. واحد مخزنی K4.... ۱۴۲

شکل ۴- ۱۳: رخساره دولوگرینستون بایوکلاستی و اینتراکلاستی با دانه‌های انکوئیدی که مبین عمیق‌ترین بخش سکانس KS3-c می‌باشد. عکس مغزه واحد K3 ..... ۱۴۵
شکل ۴- ۱۴: دولومادستون برشی شده ریزشی بین پبل‌های آن با سیمان انیدریتی فراگیر و نودولی پر شده است این سطح مبین یک پدیده کارست سطحی است و به عنوان مرز سکانسی KS3-c در نظر گرفته می‌شود. ۱۴۵
شکل ۴- ۱۵: دولومادستون برشی شده با آثار کارست سطحی که به عنوان مرز سکانسی بالایی در سکانس KS1-a در نظر گرفته می‌شود، عکس مغزه واحد مخزنی K1 ..... ۱۴۸
شکل ۴- ۱۶: لایه نازکی از رخساره استروماتولیت باندستون مربوط به بخش بالایی محیط بین جزر و مدی که به عنوان مرز سکانسی بالایی در سکانس KS1-b در نظر گرفته می‌شود. عکس از مغزه واحد K1 ..... ۱۴۹
شکل ۴- ۱۷: نمودار ترسیمی مشخصات سکانسی و ستون چینه شناسی چاه SP-A..... ۱۵۰
شکل ۴- ۱۸: نمودار ترسیمی مشخصات سکانسی و ستون چینه شناسی چاه SP-A..... ۱۵۰
شکل ۴- ۱۹: نمودار ترسیمی مشخصات سکانسی و ستون چینه شناسی چاه SP-C..... ۱۵۰
شکل ۴- ۲۰: تطابق سکانسهای شناسایی شده در هر سه چاه و مقایسه آنها با نمودارهای الکتریکی گاما و سونیک ۱۵۴

اشکال فصل پنجم:

شکل ۵- ۱: نمودار سکانس فرکانس بالا که در آن توزیع خواص پتروفیزیکی بر اساس بافت‌های رسوبی نشان داده شده است. بالاترین تراوایی در محل قله رمپ و در پهنه‌های جزر و مدی متمرکز شده است. مقادیر تخلخل و تراوایی کربناتهای هولوسن با در نظر گرفتن بافتهای رسوبی به وسیله انوس و ساواتسکی (Enos& Sawatsky, 1981) و به نقل از لوسیا (Lusia, 2007) ۱۵۸
شکل ۵- ۲: توزیع بافتهای رسوبی در یک سیکل فرکانس بالا . گرینستون‌ها در بخش قله رمپ در طی HST تشکیل شده‌اند (Lusia, 2007). ۱۳۲
شکل ۵- ۳: توالی عمودی رخساره‌ها و پیشروی جانبی رخسارهها در یک سیکل منفرد، مربوط به رخنمون سان‌آندرس (Kerans and Fitchen, 1995) ۱۳۳
شکل ۵- ۴: نمودار ترسیمی مقایسه سکانسهای گسترش یافته در توالیهای مخزنی دالان بالایی و کنگان با منحنی‌های مربوط به داده‌های پتروفیزیکی (تخلخل و تراوایی مغزه) و لاگهای نوترون و مقاومت الکتریکی. همان‌گونه که از شکل پیداست. رخساره‌های مخزنی گسترش یافته در HST پیشین و TST پسین مطابقت نسبی خوبی با منحنی‌های تخلخل و تراوایی نشان می‌دهند. در بخش‌هایی که تخلخل و تراوایی افزایش یافته است، در مقادیر لاگ نوترون و مقاومت الکترکی نیز افزایش نسبی مشاهده می‌شود که تأیید کننده بخشهای تراوا در واحدهای مخزنی است. عدم ناهمخوانی در برخی از بخشها دلیل بر تأثیر فرایندهای دیاژنزی از بین برنده کیفیت مخزنی می‌باشد. ۱۳۸

شکل ۵- ۵: مدلهای دولومیتی شدن پلاتفرمهای نواحی خشک طی نوسانات نسبی سطح آب دریا (Tucker, 1993) ۱۳۹
شکل ۵- ۶: مدل دیاژنز و تخلخل در LST برای محیط رمپ در شرایط اقلیمی خشک به هنگام رخنمون یافتن بخش ساحلی که در حالت کلی موجب کاهش تخلخل می‌گردد (Moor, 2001) ۱۴۲
شکل ۵- ۷: مدل دیاژنز و تخلخل در LST برای محیط رمپ در شرایط اقلیمی خشک در مجموعه‌های پیشرونده تراز پایین آب دریا که در حالت کلی تخلخل کاهش می‌یابد (Moor, 2001) ۱۴۲
شکل ۵- ۸: مدل دیاژنز و تخلخل در TST برای محیط رمپ در شرایط اقلیمی خشک که تغییرات تخلخل از کم تا متوسط را در پی دارد (Moor, 2001)..... ۱۴۲
شکل ۵- ۹: مدل دیاژنز و تخلخل در HST برای محیط رمپ در شرایط اقلیمی خشک که تغییرات تخلخل از کم تا متوسط را در پی دارد (Moor, 2001)..... ۱۴۳
شکل ۵- ۱۰: فوچارت ترسیم شده برای نشاندادن عمده‌ترین فرایندهای دیاژنزی و توزیع عمودی دیاژنز در سکانسهای پیشرونده و پسرونده..... ۱۴۸

جداول:

جدول ۵- ۱: مقادیر تخلخل و تراوایی محاسبه شده در واحدهای رسوبی دالان بالایی و کنگان بر اساس داده‌های واقعی تخلخل و تراوایی مغزه‌ها ۱۶۱