

## مطالعه بافت‌های مختلف انیدریت، انواع دولومیت و بررسی کیفیت مخزنی سازند دالان در یکی از چاه‌های میدان گازی پارس جنوبی

رقیه فلاح بگتاش<sup>۱</sup>، محمد حسین آدابی<sup>۲\*</sup>، بهرام موحد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۲- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۳- دکترا، سرپرست پروژه‌های نفت و گاز شرکت پارس جنوبی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۹/۲۰

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۱۲/۸

### چکیده:

سازند دالان به سن پرمین به همراه سازند کنگان به سن تریاس به عنوان بزرگترین مخزن گازدار در منطقه زاگرس و خلیج فارس، حدود ۵۰ درصد از ذخایر گازی را به خود اختصاص داده‌اند. سازند دالان با رخساره کربناته و تبخیری مابین سازند تخریبی فراقون در پایین و کربنات‌های کنگان در بالا قرار گرفته است. در این مطالعه، به شناسایی میکروفاسیس‌ها، تفسیر محیط رسوبی و فرآیندهای دیاژنزی سازند دالان در چاه شماره X در میدان گازی پارس جنوبی پرداخته شده است. مطالعات میکروسکوپی منجر به شناسایی ۴ رخساره با حروف اختصاری A, B, C, D گردیده است که این رخساره‌ها از نظر محیط رسوبگذاری به ۴ کمربند رخساره‌ای مربوط به محیط جذرومدی، لاگون، پشته کربناته و دریای باز تعلق دارند و براساس شواهد موجود بر روی یک پلاتفرم کربناته از نوع رمپ هموکلینال نهشته شده‌اند. از مهمترین فرآیندهای دیاژنزی در سازند دالان انیدریتی و دولومیتی شدن می‌باشد که به لحاظ پدیده‌های دیاژنزی سیمان انیدریتی بعد از پدیده دولومیتی شدن، غالب‌ترین پدیده دیاژنزی در این سازند می‌باشد. بررسی‌های پتروگرافی سازند دالان در این منطقه نشان می‌دهد که سیمان انیدریت به عنوان یک محصول دیاژنتیکی عمده تخلخل‌های موجود در سازند را مسدود کرده است. از بین بافت‌های مختلف انیدریت، نوع پرکننده تخلخل و فراگیر بیشترین تاثیر را بر کیفیت مخزنی داشته است و با گسترش در رخساره‌های دولوگرینستونی و دولوپکستونی دانه پش‌تیبان و پرکردن تمامی فضاهای خالی طی تدفین کم‌عمق، کیفیت مخزنی آنها را به شدت کاهش داده است. اما از طرفی با توجه به انحلال‌پذیری این نوع سیمان در مراحل بعدی دیاژنوز و ایجاد تخلخل ثانویه، کیفیت مخزنی آنها بهبود یافته است. تشکیل سیمان انیدریت در رخساره‌های دولومیتی بیانگر تاثیر شورابه‌های غنی از سولفات و منیزیم در فرآیند دولومیتی شدن می‌باشد. براساس مطالعات پتروگرافی ۴ نوع دولومیت

شناسایی گردید. با استفاده از داده‌های تخلخل و تراوایی و لاگ‌های پتروفیزیکی و استفاده از دو متد لورنز و  $\text{Log FZI}$ ، ۴ واحد جریانی و ۸ واحد مخزنی برای توالی مورد مطالعه شناسایی گردیده است.

**واژه های کلیدی:** بافت‌های مختلف انیدریت، دولومیتی شدن، کیفیت مخزنی، سازند دالان، واحد جریانی.

## مقدمه

اند و در نتیجه خصوصیات مخزنی آنها نیز متفاوت است.

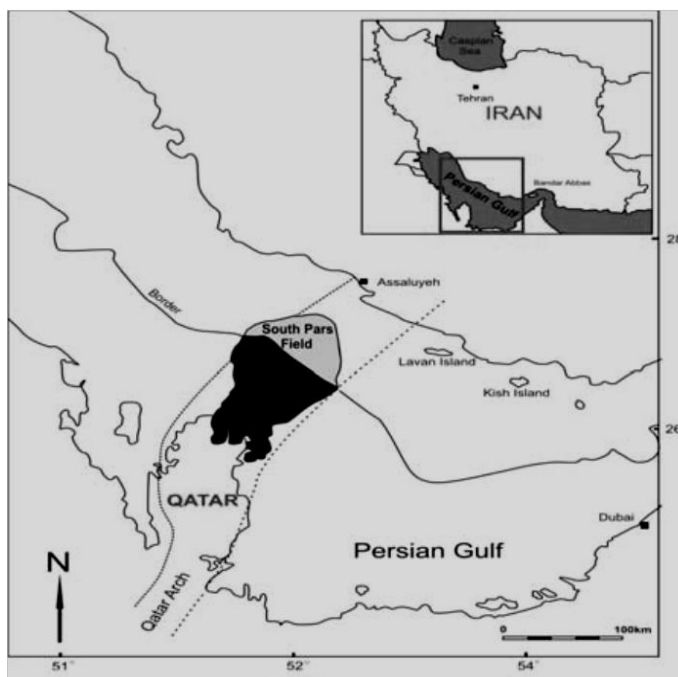
با توجه به این که رسوبات تبخیری در ایران و خصوصا در حوضه نفت خیز جنوب غرب ایران غالباً با رسوبات کربناته همراه هستند، مطالعه دیاژنز و کیفیت مخزنی کربنات‌ها بدون توجه به نقش تبخیری‌ها ممکن نبوده و برای درک این مسائل نیاز مبرم به مطالعه و شناخت رسوبات تبخیری همراه وجود دارد. فرآیندهای دیاژنزی از جمله مهمترین عواملی هستند که در کنترل کیفیت مخزنی مخازن کربناته می‌توانند موثر باشند (Flugel, 2010; Cai-neng et al., 2008). از جمله این فرآیندهای دیاژنزی تشکیل سیمان انیدریت در این مخازن می‌باشد. طبیعتاً گسترش انیدریت به ویژه به صورت سیمان پرکننده حفرات بر کیفیت مخزنی تاثیرگذار است.

## موقعیت جغرافیایی میدان گازی پارس جنوبی

میدان پارس جنوبی در موقعیت ۵۲ تا ۵۲/۵ درجه شرقی و ۲۶/۵ تا ۲۷ درجه شمالی، در حدود ۱۰۰ کیلومتری بندر عسلویه، ۱۷۵ کیلومتری بندر کیش، ۱۰۵ کیلومتری سواحل قطر واقع شده است. میدان مزبور وسعتی بالغ بر ۶۰۰۰ کیلومتر مربع را شامل می‌شود. آنچه در نقشه‌های منطقه قابل مشاهده است، پارس جنوبی (گنبد شمالی

سازند دالان به سن پرمین به همراه سازند کنگان به سن تریاس در حوضه رسوبی خلیج فارس، حدود ۵۰ درصد از ذخایر گازی را دارا می‌باشند (Konyuhov and Maleki, 2006). سازند دالان در نواحی زاگرس چین-خورده و بخش‌های وسیعی از خلیج فارس به عنوان اصلی‌ترین سازند گازدار به شمار می‌رود (Kashfi, 2000). از نظر خصوصیات مخزنی این سازند به سه واحد مخزنی K3 و K4 (دالان بالایی) و K5 (دالان پایینی) تقسیم می‌شود که زون K4 غنی‌تر از زون‌های دیگر است. بخش انیدریتی نار بین لایه‌های k4 و k5 قرار گرفته و بخش‌های دالان پایینی و دالان بالایی را از هم جدا می‌کند. بخش‌های پایینی و بالایی شامل رسوبات کربناته بوده که در اثر تغییرات دیاژنزی در حال حاضر از نظر سنگ‌شناسی از ترکیب سنگ آهک، دولومیت و انیدریت تشکیل شده‌اند. نوع رخساره در نوع و شدت تاثیر پدیده‌های دیاژنتیکی بسیار اثرگذار است. نوع محیط و موقعیت آن در حوضه رسوبی نیز در تغییرات ویژگی‌های مخزنی موثر بوده است به طوری که رخساره‌های نزدیک به ساحل به دلیل مجاورت و تاثیرپذیری بیشتر از سیالات فوق‌العاده شور و سایر سیالات، فرآیندهای دیاژنزی متفاوتی را متحمل شده-

قطر) دارای طول تقریبی ۱۵۰ کیلومتر و عرض تقریبی ۷۰ کیلومتر می باشد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی میدان پارس جنوبی

پارس جنوبی از دو متد مختلف تعیین واحدهای جریان با استفاده از نشانگر زون جریان و متد پلات تغییر یافته چینه‌ای لورنز استفاده گردیده است. تعیین بافت‌های مختلف انیدریت با توجه به طبقه بندی لوسیا (Lucia, 2007) و طبقه بندی (Meyer, 2005) صورت گرفته است.

### چینه شناسی سازند دالان

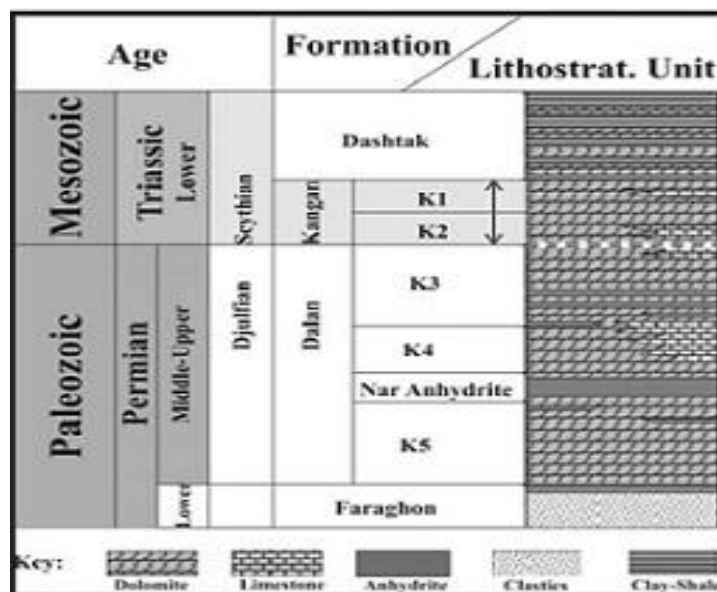
در مقطع مورد مطالعه سازند دالان به سن پرمین و ضخامت ۳۷۱ متر از لیتولوژی غالب آهک و دولومیت تشکیل شده است (شکل ۲). مطالعات قبلی شرکت بر روی این میدان منجر به تقسیم سازندهای کنگان و دالان به پنج بخش مخزنی k1، k2، k3، k4، k5 گردید. در واقع لایه‌های مخزنی k1 و k2 معادل سازند کنگان، k3 و k4 معادل بخش دالان بالایی و k5 معادل بخش غیرمخزنی دالان پایینی می‌باشند. بخش انیدریتی

### روش مطالعه

جهت شناسایی و بررسی رخساره‌ها و فرآیندهای دیاژنزی (دولومیتی‌شدن و انیدریتی‌شدن) و تعیین محیط رسوبی سازند دالان، تعداد ۸۵۶ عدد مقطع نازک تهیه شده از مغزه‌های حفاری مورد مطالعه قرار گرفته است. این مقاطع توسط محلول آلیزارین (Red-S) و فروسیانید به منظور تشخیص مینرال کلسیت از دولومیت به روش دیکسون (Dickson, 1965) رنگ‌آمیزی شده است. برای مطالعه آهک‌ها از طبقه‌بندی دانهام (Dunham, 1962)، برای نامگذاری دولومیت‌ها از تقسیم‌بندی آدابی (Adabi, 2009) و در توصیف میکروفاسیس‌ها از تقسیم‌بندی فلوگل (Flügel, 2010) استفاده گردیده است. در این مطالعه جهت بررسی کیفیت مخزنی و به منظور تعیین واحدهای جریان (مخزنی) و غیرمخزنی (سدی و تله‌ای) در مخزن دالان میدان گازی

(Szabo and Kheradpir, 1978).

نار بین لایه های k4 و k5 قرار گرفته و بخشهای دالان پایینی و دالان بالایی را از هم جدا می کند



۲- ستون چینه شناسی سازند دالان در میدان گازی پارس جنوبی (اقتباس از Aali et al., 2006).

## بحث

### میکروفاسیس ها

پیش از بررسی بافت های مختلف انیدریت، انواع دولومیت و بررسی کیفیت مخزنی، ابتدا به شرح مختصری در ارتباط با میکروفاسیس ها همراه با فرآیندهای دیاژنتیکی غالب آنها می پردازیم.

مطالعه مقاطع نازک منجر به شناسایی ۱۸ میکروفاسیس مربوط به ۴ کمر بند رخساره های پهنه جذرومدی، لاگون، پشته کربناته و دریای باز می باشد که هر کدام از این میکروفاسیس ها و کمر بندهای رخساره های شناسایی شده به همراه اجزای تشکیل دهنده (اسکلتی و غیراسکلتی) و فرآیندهای دیاژنتزی غالب در هر میکروفاسیس در جدول شماره ۱ و شکل ۳ نشان داده شده اند.

### محیط رسوبی

رخساره های موجود در سازند دالان ویژگی های محیطی شاخص مربوط به سکانس های کربناته-تبخیری را نشان می دهند به این صورت که در قاعده چرخه با رخساره های پراورزی سد

بایوکلاستی و ائیدی رو به دریا شروع می شود و سپس رخساره سد مرکزی، سد رو به لاگون (خشکی) با انرژی متوسط، رخساره های محدود شده لاگون، پهنه جذرومدی و در نهایت رخساره های تبخیری مربوط به محیط سبخایی گسترش می یابند. براساس رخساره ها و کمر بندهای رخساره های شناسایی شده محیط رسوبگذاری را می توان یک رمپ کربناته هم شیب<sup>۱</sup> معرفی کرد. براساس مطالعات قبلی (Rahimpour et al., 2010)، رمپ های کربناته اغلب در زون های فاقد موجودات ریف ساز گسترش یافته اند. زیرا این موجودات علاوه بر تولید رسوب، اثر سدی بر انرژی محیط دارند و بنابراین مورفولوژی و هیدرودینامیک حاکم بر محیط را تحت تأثیر قرار می دهند. انقراض دسته جمعی موجودات (Heydari et al., 2009) شرایط را برای گسترش رمپ ها مساعدتر کرده است. توالی تریاس زیرین همراه با انقراض عظیم موجودات در انتهای پرمین، یکی از دوره های

1- Homoclinial

نشان می‌دهد. و در شکل ۵ توالی رسوبی سازند دالان در چاه شماره X به همراه کمرندهای رخساره‌ای شناسایی شده نشان داده شده است.

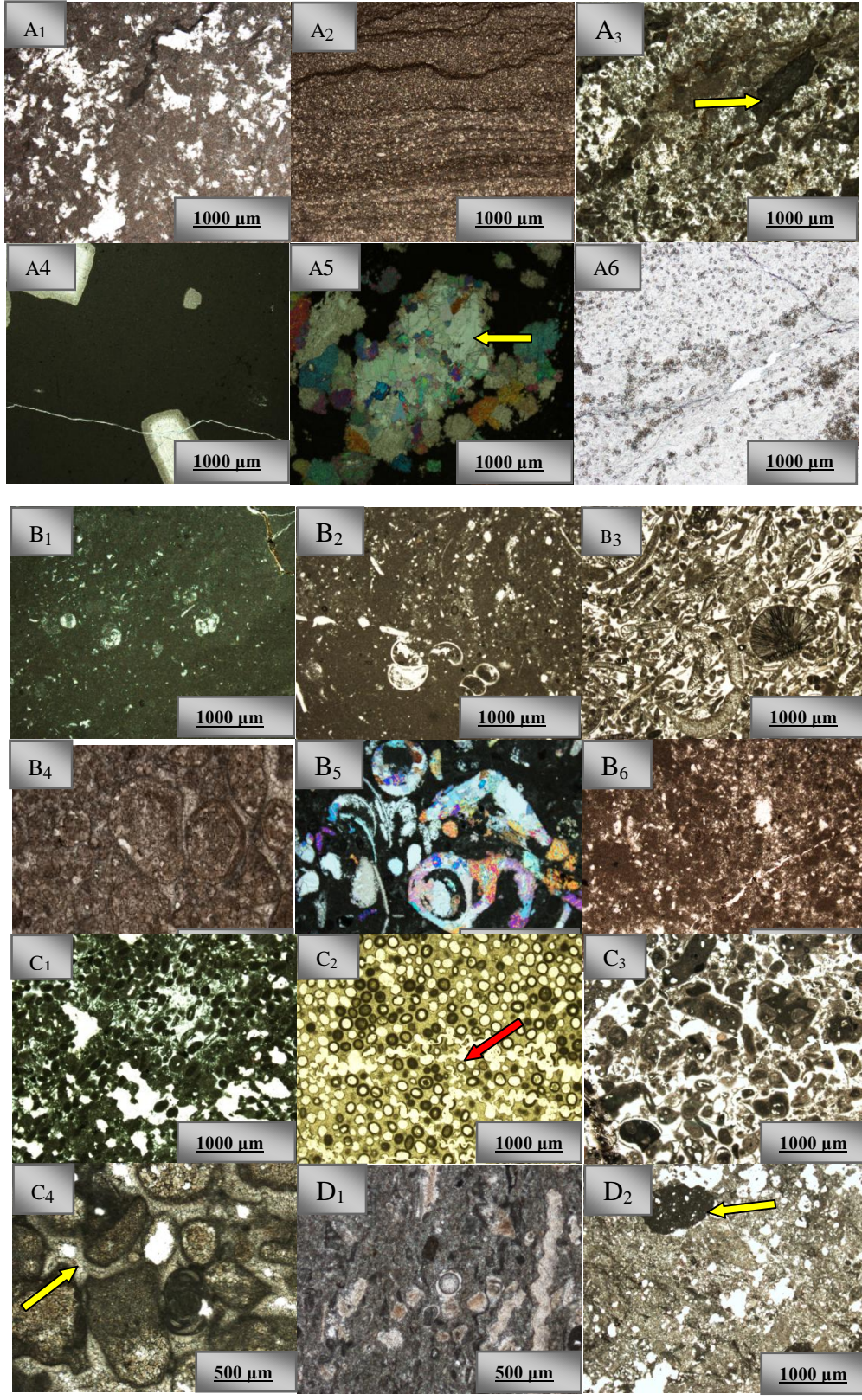
گسترش رمپ‌های کربناته به علت نقش کم اهمیت موجودات ریف‌ساز است (Burchette and Wright, 1992). شکل ۴ پراکندگی میکروفاسیس‌های شناسایی شده در سازند دالان را

جدول ۱- میکروفاسیس‌ها و کمرندهای رخساره‌ای شناسایی شده در سازند دالان در چاه شماره X به همراه آلوکم-های اصلی (اجزای اسکلتی و غیراسکلتی) و فرآیندهای دیاژنتیکی غالب.

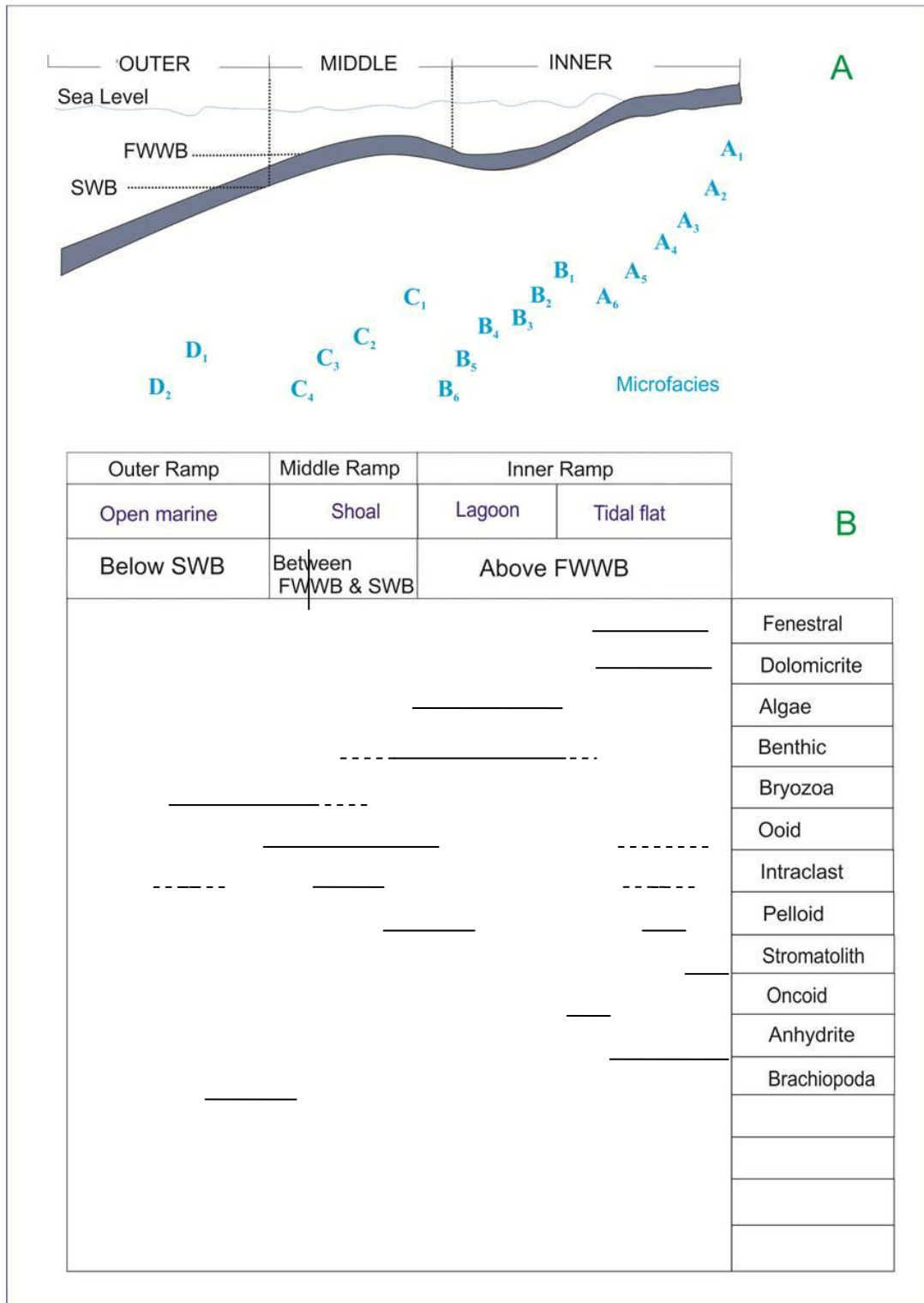
زیرمحیط شناسایی شده	عوارض دیاژنتیکی غالب	دانه‌ها		عنوان میکروفاسیس	کد رخساره
		اجزای غیر اسکلتی	اجزای اسکلتی		
پهنه جذرومدی	اکسید آهن، استیلولیت، انحلال انیدریتی شدن و دولومیتی شدن	-	-	دولومادستون با فابریک فنسترال	A1
پهنه جذرومدی	دولومیتی شدن، انیدریتی شدن، رگچه‌های انحلالی و آهن دار شدن	-	-	بایندستون استروماتولیتی با فابریک فنسترال	A2
پهنه جذرومدی	دولومیتی شدن، میکریتی شدن، استیلولیت، رگچه‌های انحلالی و آهن دار شدن	-	-	پلوئیدال اینتراکلت مادستون/وکستون	A3
پهنه جذرومدی	دولومیتی شدن، استیلولیت و شکستگی	-	-	دولومادستون با بلورها و قالب‌های پراکنده انیدریت	A4
پهنه جذرومدی	دولومیتی شدن، استیلولیت و رگچه‌های تبخیری	اینتراکلت و پلوئید	-	دولومادستون با ندول‌های انیدریتی	A5
پهنه جذرومدی	دولومیتی شدن	-	-	انیدریت متبلور (لایه‌ای)	A6
لاگون	انحلال، تراکم، استیلولیت، شکستگی، دولومیتی شدن و آهن دار شدن	-	قطعات فرامینفر (میلیولید و تکستولازیا) و دوکفه‌ای	مادستون بایوکلاست دار	B1
لاگون	انحلال، شکستگی، دولومیتی شدن، سیمانی شدن، انحلال، انیدریتی شدن، تراکم، آهن دار شدن و استیلولیت	پلوئید و ائید	فرامینفرهای بنتیک (میلیولید)، گاستروپودها و قطعات دوکفه‌ای و جلبکی	مادستون/وکستون بایوکلاستی دارای آشفتنگی زیستی	B2
لاگون	دولومیتی شدن، انحلال، تراکم و میکریتی شدن	آنکوئید و ائید	فرامینفرهای بنتیک	آنکوئید پکستون	B3
لاگون	استیلولیت، میکریتی شدن، دولومیتی شدن، انیدریتی شدن و انحلال	-	جلبک سبز فراوان (داسی کلاداسه)، فرامینفرهای بنتیک	گرینستون جلبکی	B4
لاگون	دولومیتی شدن، میکریتی شدن، انیدریتی شدن، استیلولیت، انحلال و پیری شدن	-	جلبک سبز (داسی کلاداسه، پرموکلکالوس)، فرامینفرهای بنتیک، گاستروپود و دوکفه‌ای	بایوکلاست پکستون	B5
لاگون	دولومیتی شدن، انیدریتی شدن، انحلال، تشکیل استیلولیت، شکستگی و آهن دار شدن	پلت‌های مدفوعی و پلوئید فراوان	خارپوست، گاستروپودها، قطعات جلبکی و دوکفه‌ای	پلوئیدال وکستون-پکستون	B6
پشته کربناته	انحلال، دولومیتی شدن، استیلولیت، سیمانی شدن، میکریتی شدن و انیدریتی شدن	ائید و پلوئید	دوکفه‌ای و فرامینفرهای میکریتی شده	پلوئید ائید گرینستون	C1
پشته کربناته	انحلال، استیلولیت، تراکم فیزیکی، نئومورفیسیم، سیمانی شدن، دولومیتی شدن، انیدریتی شدن و میکریتی شدن	ائید فراوان	قطعات دوکفه‌ای، خارپوست، گاستروپود و عمدتا فرامینفرهای کوچک	ائید گرینستون	C2
پشته کربناته	دولومیتی شدن، انحلال، انیدریتی شدن، نئومورفیسیم، سیمانی شدن، پیری شدن، استیلولیت، شکستگی	ائید و اینتراکلت	دوکفه‌ای، خارپوست و فرامینفرهای بنتیک	ائید اینتراکلت گرینستون	C3
پشته کربناته	میکریتی شدن، دولومیتی شدن، انحلال، تراکم و شکستگی آلوکم‌ها، سیمانی شدن و تشکیل رگچه-های انحلالی، نئومورفیسیم و استیلولیت	اینتراکلت فراوان و ائید	فرامینفرهای بنتیک و قطعات جلبکی، کرینوئید، بریوزوئر و قطعات دوکفه‌ای	اینتراکلت بایوکلاست گرینستون	C4



دریای باز	استیلولیت، میکریتی شدن، شکستگی، تشکیل رگچه های انحلالی و انحلال	-	قطعات براکیوپود، دوکفه ای پلاژیک، فرامینیفر و بریوزوئر	بایوکلاست و کستون/پکستون	D1
دریای باز	شکستگی، استیلولیت، انحلال و میکریتی شدن	اینتراکست های میکریتی شده	دوکفه ای پلاژیک و براکیوپود	بایوکلاست پکستون همراه با اینتراکست های میکریتی	D2

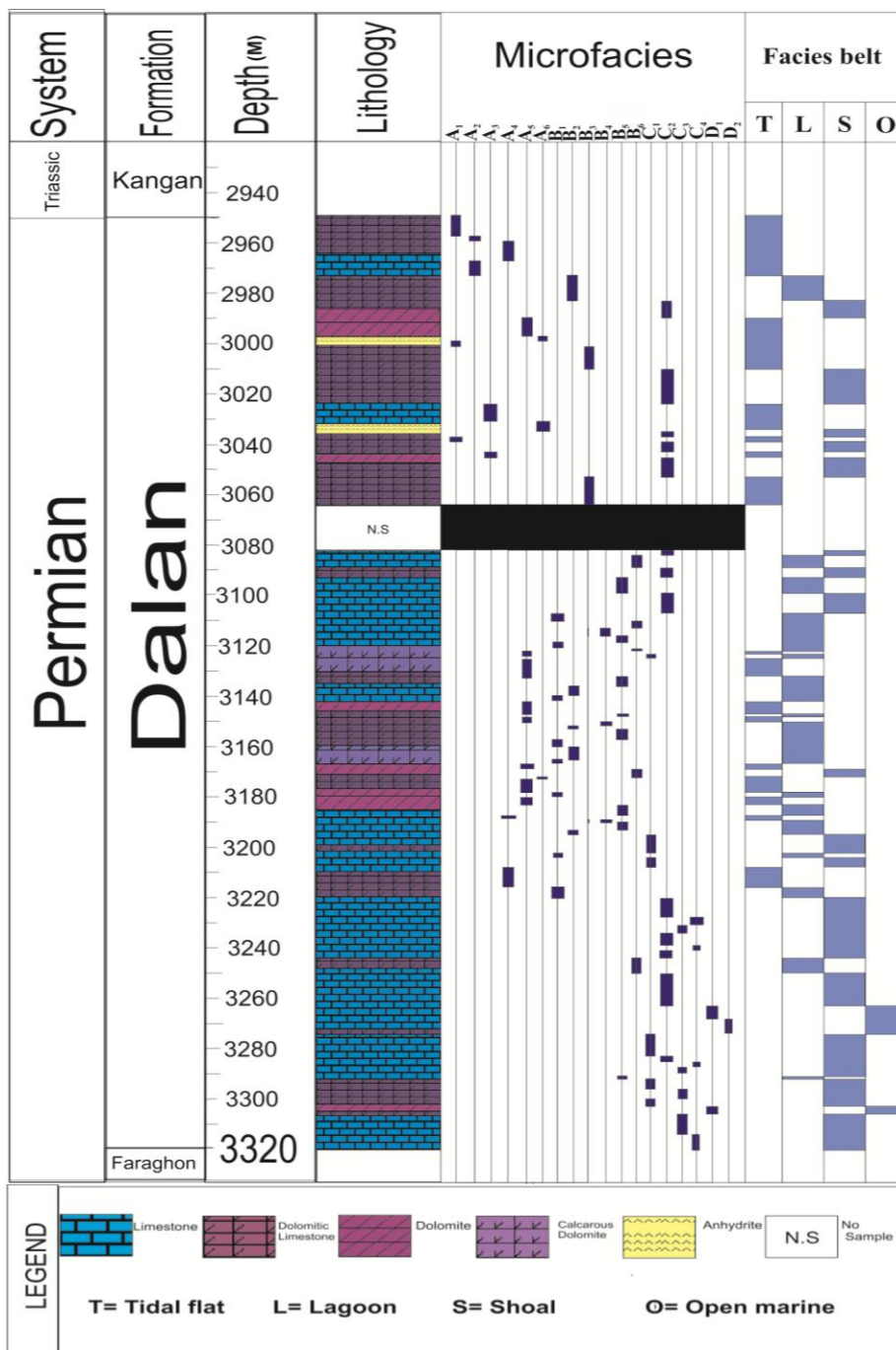


شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی از میکروفاسیس های شناسایی شده در سازند دالان در چاه شماره X (عناوین میکروفاسیس در جدول ۱ ارائه شده است).



شکل ۴- پراکندگی میکروفاسیس ها در رمپ کربناته (A) و پراکندگی اجزا کربناتی تشکیل دهنده سازند دالان مربوط به کمربندهای رخساره ای مختلف (B).





شکل ۵- توالی رسوبی سازند دالان به همراه کمرندهای رخساره‌های شناسایی شده در چاه شماره X. در این شکل، نحوه توزیع مجموعه‌های رخساره‌ای در توالی قائم نشان داده شده است.

### دولومیتی شدن

دولومیتی شدن در سازند دالان از مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنز می‌باشد. این فرآیند بیش از ۷۰ درصد توالی را در سنگ مخزن تحت تأثیر قرار داده است و به طور کل دولومیتی- شدن باعث افزایش کیفیت مخزنی سازند

دالان شده است. براساس مطالعات پتروگرافی دولومیت‌های مشاهده شده در سازند دالان عبارتند از دولومیت نوع اول یا دولومیکرایت، دولومیت نوع دوم یا دولومیکرواسپارایت، دولومیت نوع سوم یا دولواسپارایت و سیمان دولومیتی (Adabi, 2009).



اشباع‌شدگی پایینی دارد (Sibley and Gregg, 1987).

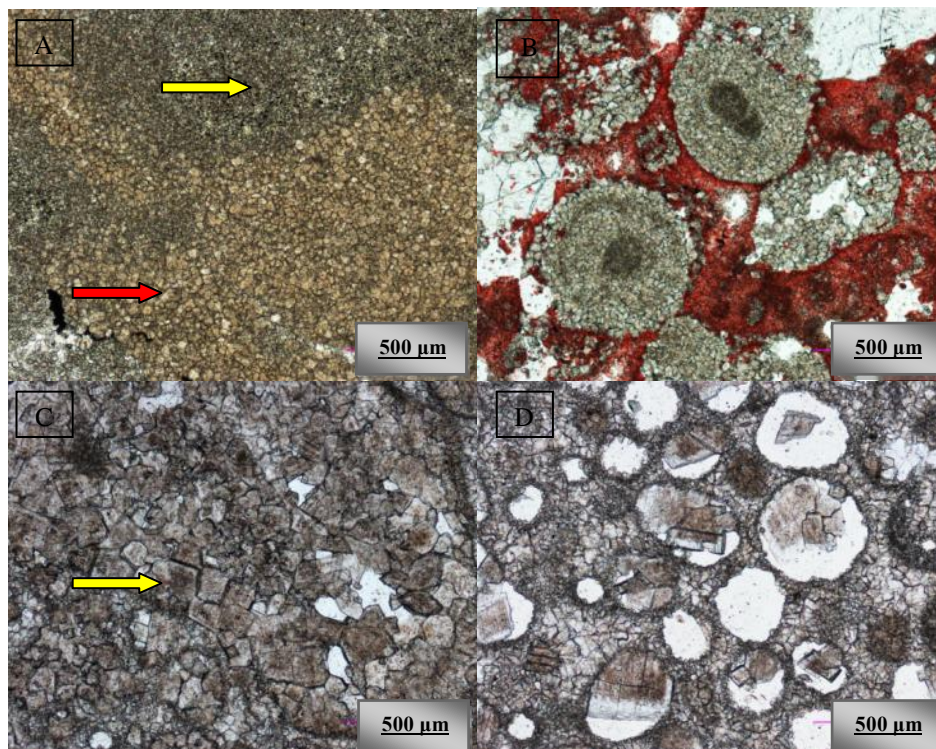
**دولومیت نوع سوم یا دولواسپارایت:**  
اندازه بلورها در این نوع دولومیت‌ها بین ۶۲ تا حدود ۲۵۰ میکرون در تغییر است. دولومیت‌های نوع سوم بیانگر جانشینی دیاژنتیکی سنگ آهک‌های قبلی و یا تبلور-مجدد دولومیت‌های تشکیل شده اولیه می‌باشند، و از نظر زمانی بعد از دولومیت‌های نوع اول و دوم ایجاد شده‌اند (Adabi, 2009). از نظر بافتی این نوع دولومیت مخرب و به طور گسترده‌ای تعدیل‌کننده و یا محو‌کننده آثار دیاژنز اولیه است، بنابراین در این نوع دولومیت، بافت رسوبی اولیه قابل تشخیص نیست. این نوع دولومیت دارای فراوانی قابل ملاحظه‌ای در سازند دالان می‌باشد (شکل ۶-۲).

**سیمان دولومیتی:** دولومیت‌های متوسط تا درشت بلور که به صورت بلورهای هم‌اندازه و متراکم تشکیل می‌شوند و بیشتر به صورت حفره پرکن می‌باشند. اندازه این نوع دولومیت‌ها بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرون می‌باشد. این نوع دولومیت در مراحل آخر فرآیندهای دیاژنتیکی تشکیل گردیده و مربوط به مکانیسم تدفینی هستند. این نوع سیمان می‌تواند در مراحل نهایی دیاژنز به علت مهاجرت سیالات غنی از منیزیم تشکیل شود (Hood et al., 2004). در سازند دالان این سیمان‌ها به دلیل پرکردن تخلخل‌های قالبی و یا حفره‌ای در ژرفاهای متوسط تا زیاد و پس از فرآیند انحلال تشکیل شده‌اند (شکل ۶-۲).

**دولومیت نوع اول یا دولومیکرایت:**  
دولومیت‌های بسیار ریز بلور که میانگین اندازه این دولومیت‌ها حدود ۱۰ میکرون می‌باشد (شکل ۶-۱). در دولومیکرایت‌ها هیچ شواهدی وجود ندارد که نشان دهد که آنها تحت تاثیر فرآیندهای دیاژنتیکی تشکیل شده‌اند. لذا دولومیکرایت‌ها به عنوان دولومیت‌های تشکیل شده در مراحل اولیه رسوبگذاری تلقی می‌شوند. این دولومیت‌ها متراکم و فاقد تخلخل، بدون فسیل، همراه با آثاری از بافت رسوبی اولیه مثلاً لامیناسیون و اینتراکلسیت می‌باشند (آدابی، ۱۳۹۰). با توجه به فابریک و اندازه خیلی ریز بلورها، حفظ بافت اولیه رسوبی و عدم وجود فسیل به نظر می‌رسد که این نوع دولومیت‌ها تحت شرایط سطحی، دمای پایین و در محیط‌های سوپراتایدال (بالای حد جذرومد) تا قسمت بالایی اینترتایدال تشکیل شده‌اند (Adabi, 2009). آب دریا و یا محلول‌های بین‌ذره‌ای<sup>۱</sup> غنی از منیزیم احتمالاً عامل ایجاد این نوع از دولومیت می‌باشد (Adabi, 2009).

**دولومیت نوع دوم یا دولومیکرواسپارایت:** این نوع دولومیت‌ها دارای اندازه‌ای بین ۱۶ تا ۶۲ میکرون می‌باشند و بر اثر تبلور مجدد دولومیکرایت‌ها حاصل شده‌اند (شکل ۶-۲). در نمونه‌های که به طور جزئی تحت تاثیر فرآیند تبلور مجدد قرار گرفته‌اند، اثراتی از بافت اولیه دولومیکرایت‌ها به خوبی حفظ شده است (Adabi, 2009). در سازند دالان دولومیت‌ها در زمینه کلسیتی پراکنده‌اند و این پدیده به این دلیل است که احتمالاً محلول دولومیت‌ساز تا حدودی نسبت به دولومیت،

1- Pore water



شکل ۶- A: دولومیکریت (فلش سفید) به همراه دولومیکرواسپارایت (فلش سیاه) در زمینه (مقطع شماره ۳۹، عمق ۲۹۶۴،۱۱ متر، نور معمولی). B: دولومیکرواسپارایت (ائید دولومیتی شده (Dolomitic ooids)، مرکز کدر و حاشیه شفاف نشان می‌دهد که محلول دولومیت‌ساز نسبت به کلسیت نزدیک به اشباع است، مقطع رنگ‌آمیزی شده، مقطع شماره ۳۷، عمق ۲۹۶۳،۵ متر، نور معمولی). C: دولواسپارایت (مقطع شماره ۲۵۱، عمق ۳۰۵۶،۴۶ متر، نور معمولی). D: رخساره ائیدی متوسط تا دانه درشت که فضای بین دانه‌ها توسط سیمان کلسیتی و قالب ائیدها توسط سیمان دولومیتی پر شده است (مقطع شماره ۲۵۰، عمق ۳۰۵۶،۰۹ متر، نور معمولی).

گازی پارس جنوبی را تحت‌تاثیر قرارداده است که یکی از مهمترین این فرآیندها تشکیل سیمان انیدریتی است که به صورت لایه‌ای، پوئیکیلوتوپیک، پرکننده‌ی تخلخل و فراگیر، ندولی، بلورهای پراکنده، پرکننده‌ی شکستگی و رگچه‌ای گسترش یافته است.

انیدریت پوئیکیلوتوپیک در طی مراحل مختلف دیاژنز در مخزن تشکیل شده است. در دولومادستون‌ها این نوع سیمان همراه با نودول-های انیدریت طی مراحل اولیه دیاژنز تشکیل شده است. اما در برخی دیگر از رخساره‌ها مانند دولوپکستون‌ها و گرینستون‌ها این نوع سیمان طی

### بافت‌های مختلف انیدریت در مخزن مورد مطالعه:

به لحاظ پدیده‌های دیاژنزی سیمان انیدریتی بعد از پدیده دولومیتی‌شدن غالب‌ترین پدیده دیاژنزی در این سازند می‌باشد. فرآیندهای دیاژنزی مختلفی کیفیت مخزنی سازند دالان در میدان الف - انیدریت پوئیکیلوتوپیک<sup>۱</sup>: این نوع انیدریت اغلب به صورت جانشینی ماتریکس، دانه-ها و سیمان‌های قبلی تشکیل شده و به صورت تجمعی از بلورهای بزرگ با گسترش نامنظم و پراکنده و در مواردی همراه با ادخال‌های دولومیت و ماتریکس آهکی می‌باشد (شکل ۷-A,B).

1- Poikilotopic Anhydrite

**ج- لایه انیدریت:** تبخیری‌های لایه‌ای معمولاً در پهنه جذرومدی تشکیل می‌شوند و به شکل ممتد و به ضخامت چند سانتی‌متر تا ده‌ها متر یافت می‌شوند. این انیدریت احتمالاً به صورت بلورهای ژپس از شورابه‌های سبخایی تشکیل شده و سپس در اثر فرآیند از دست دادن آب به انیدریت تبدیل شده است. بدین معنی که لایه انیدریت حاصل رسوبگذاری بلورهای ژپس در توده‌های آبی است که در حین تدفین به انیدریت تبدیل شده‌اند (Lucia, 2007). در سازند مورد مطالعه لایه انیدریت به طور متناوب در طول سازند همراه با رخساره‌های ریزبلور دولومادستونی مشاهده می‌شود. در مطالعات میکروسکوپی، لایه انیدریت شامل ترکیبی از بلورهای هم‌بعد و درهم بافته و با آرایش موازی و نیمه‌موازی و در مواردی همراه با بلورهای دولومیتی می‌باشد (شکل ۷- D,E).

**د- انیدریت با بافت نمدی و ندول‌های انیدریتی:** این نوع انیدریت به صورت مجموعه‌ای از بلورهای ریز و درهم بافته با جهت‌گیری تصادفی می‌باشد که اصطلاحاً بافت نمدی یا آفانتیک نامیده می‌شود. ندول‌های انیدریتی در دولوستون‌ها به شکل توده‌ای ریز بلور یافت می‌شوند و معمولاً بر اثر جانشینی ژپس یا انیدریت در طی مراحل اولیه دیاژنز در رسوبات تشکیل می‌شوند. اندازه قطر ندول‌ها از چند ده میکرون تا صد میکرون و حتی تا چند سانتی‌متر متغیر بوده و عدسی شکل تا بی شکل‌اند. ندول‌های انیدریت معمول طی مراحل اولیه دیاژنز در محیط‌های سبخایی و در رسوبات دانه ریز تشکیل می‌شوند (Gundogan et al., 2005). توسعه گرهک‌های انیدریتی گاهی به حدی می‌رسد که تشکیل انیدریت با فابریک قفس پرنده‌ای<sup>۲</sup> را می‌دهد

دیاژنز دفنی تشکیل گردیده است. وجود ادخال-هایی از دولومیت یا سیمان‌های مراحل قبلی درون این نوع سیمان، همراهی آن با سیمان‌های مراحل تدفینی و تشکیل آن به صورت بلورهای بزرگ با رخ مشخص بیانگر تشکیل این سیمان در طی مراحل دیاژنز تدفینی می‌باشد (کدخدایی و همکاران، ۱۳۹۰).

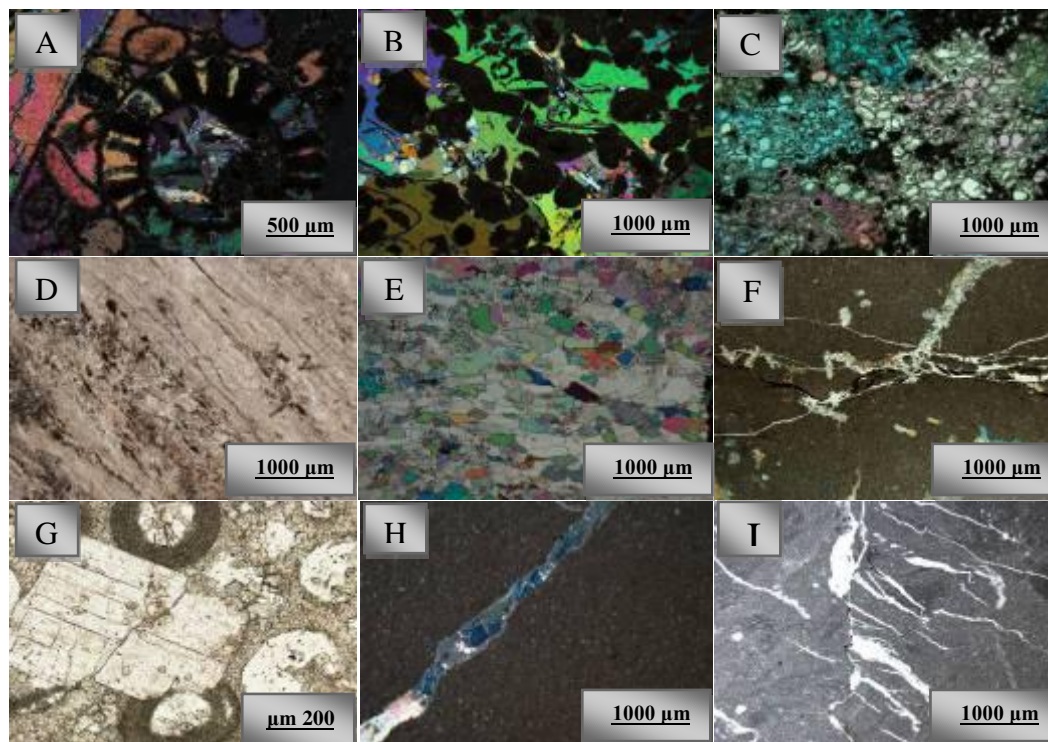
**ب- سیمان انیدریت پرکننده تخلخل و فراگیر<sup>۱</sup>:** این سیمان انیدریتی به صورت گسترده و فراگیر حفرات سنگ را پر نموده و لذا موجب کاهش شدید تخلخل و تراوایی سنگ‌های کربناته شده است. این فرایند در زیر و در مجاورت افق-های تبخیری رایج گسترش دارد و موجب کاهش شدید کیفیت مخزنی گردیده است. این سیمان به صورت مجموعه‌ای از بلورهای بزرگ، یکنواخت و پیوسته فضای تخلخل بین دانه‌ها را پر می‌کند (کدخدایی و همکاران، ۱۳۹۰). این نوع سیمان در سازند مورد مطالعه عمدتاً در رخساره‌های دولوگرینستونی و دولوپکستونی دانه پشتیبان، پرکننده تخلخل بین دانه‌ای می‌باشد (شکل ۷- C). و همچنین جانشین ائیدها و آلوکم‌ها و پرکننده تخلخل قالبی حاصل از انحلال ائیدها گردیده است. بنابراین از این نظر اثرات منفی بر روی کیفیت مخزنی دارد. با توجه به این که این سیمان بیشتر در رخساره‌های دانه پشتیبان تشکیل شده و در رخساره‌های گل پشتیبان مقدار آن بسیار ناچیز است می‌توان نتیجه گرفت که هر دو عامل رخساره و دیاژنز از عوامل کنترل کننده تشکیل این سیمان می‌باشند. اندازه درشت بلورهای این سیمان، بعضی ائیدهای دولومیتی- شده با این نوع سیمان، تشکیل آن بعد از سیمان-های کلسیتی مراحل اولیه دیاژنز، همگی بیانگر تشکیل آن در طی دیاژنز دفنی می‌باشند

2- Chickenwire

1- Pervasive anhydrite cement

شکستگی‌ها و استیلولیت‌ها تشکیل شده‌اند (شکل F-۷). به دلیل آنکه این نودول‌ها حجم کمی از رسوبات را تشکیل می‌دهند اثر مهمی بر روی تخلخل و تراوایی ندارند.

(Warren, 2006). در سازند مورد مطالعه ندول-های انیدریت دفنی نیز تشکیل شده است که نسبت به ندول‌های مراحل اولیه دیاژنز از فراوانی کمی برخوردارند. این ندول‌ها در امتداد



شکل ۷-A، B: سیمان انیدریت پوئیکلوئوپیک به صورت بلورهای درشت با رخ مشخص که جانشین ماتریکس و آلوکماها در یک رخساره ائید-بایوکلاست گرینستون شده است (مقطع شماره ۸۵۴، عمق ۳۳۱۶،۱۰ متر، نور پلاریزه)، C: پرشدگی دانه‌ها (ائیدها) توسط سیمان انیدریت فراگیر (تخلخل‌های قالبی حاصل از انحلال ائیدها توسط سیمان انیدریتی فراگیر پر شده است که این امر سبب کاهش کیفیت مخزنی شده است، مقطع شماره ۴۵۶، عمق ۳۱۴۴،۴۷ متر، نور پلاریزه)، D: انیدریت لایه‌ای در نور معمولی (مقطع شماره ۱۴۴، عمق ۳۰۱۸،۹ متر)، E: انیدریت لایه‌ای با بافت متراکم و در هم فشرده و بلورهای هم‌بعد با جهت-گیری نیمه موازی (مقطع شماره ۱۸۴، عمق ۳۰۳۲،۹۱ متر، نور پلاریزه)، F: ندول‌های انیدریت (در امتداد استیلولیت که بیانگر تشکیل آنها طی دیاژنز دفنی می‌باشد (فلش زرد)، مقطع شماره ۵۴۲، عمق ۳۱۷۴،۹۵ متر، نور پلاریزه)، G: بلور تبخیری منفرد در یک رخساره گرینستون ائیدی (مقطع شماره ۷۱۹، عمق ۳۲۵۴،۸۹ متر، نور معمولی)، H: سیمان انیدریت پرکننده شکستگی در یک رخساره مادستونی (مقطع شماره ۸۱۱، عمق ۳۲۹۲،۱۳ متر نور پلاریزه)، I: رگچه‌های تبخیری در رخساره دولومادستونی (مقطع شماره ۴۱۱، عمق ۳۱۲۲،۱۲ متر، نور معمولی).

می‌شوند. شکل بلورها به فرم لوزالوجهی، هم‌بعد و در مواردی به فرم چندبلوری است و اندازه آنها از چند میکرون تا چند میلی‌متر متغیر می‌باشد. وجود بلورهای پراکنده تبخیری در ماتریکس کلسیتی یا دولومیتی در رخساره‌های گل پشتیبان نشان‌دهنده رسوبگذاری در محیط‌های با درجه

۵- **بلورهای تبخیری پراکنده و منفرد:** این بلورها در اشکال و اندازه‌های مختلف و به صورت پراکنده در رخساره‌های مادستونی و دولومادستونی گسترش یافته‌اند. در مواردی به صورت پرکننده ترک‌ها و حفرات روزنه‌ای و به صورت فابریک چشم پرنده‌ای درون رسوبات دیده

دولومادستونی ریز بلورکه در مراحل اولیه دیاژنز دولومیتی شده‌اند تشکیل می‌شوند (شکل ۷-۱). مکانیسم تشکیل این انیدریت محتمل است که در اثر آزدایی ژیپس اولیه باشد و آب حاصل از این فرآیند به صورت رگه درون رسوبات جریان می‌یابد. در رخساره‌هایی که ندول انیدریتی حضور دارد، در اثر انحلال، سیال در امتداد استیلولیت جریان یافته و به مرور رگچه‌های انیدریتی را تشکیل داده است که خود شاهدهی بر تدفینی بودن مکانیسم تشکیل رگچه‌ها می‌باشد.

### توالی دیاژنتیکی تشکیل انواع بافت‌های

#### انیدریت در سازند دالان

انواع بافت‌های مختلف انیدریت در سازند مورد مطالعه طی مراحل مختلف دیاژنز از محیط دیاژنز سطحی تا محیط تدفین کم عمق تا عمیق تشکیل شده‌اند. جدول ۲ به طور خلاصه توالی دیاژنزی تشکیل بافت‌های انیدریت را نشان می‌دهد.

جدول ۲: توالی دیاژنتیکی انواع بافت‌های مختلف انیدریت در سازند دالان.

شوری بالا در اقلیم گرم و خشک بخش بین پهنه جذرومدی تا بالای جذرومدی (سبخا) یا لاگون-های محدود شده شور می‌باشد (Flugel, 2010). هم چنین می‌توانند طی مراحل اولیه دیاژنز تحت تاثیر سیالات فوق العاده شور (هایپرسالین) و یا در نتیجه عملکرد شورابه‌های حاصل از تبخیر به صورت جانیشینی در دولومادستون‌های سبخا تشکیل شده باشند (شکل ۷-G).

**و- سیمان انیدریت پرکننده شکستگی:** این نوع سیمان بصورت بلورهای درشت و پرکننده شکستگی‌ها در رخساره‌های دانه ریز مادستونی مشاهده می‌شود (شکل ۷-H). این سیمان معمولاً طی دیاژنز تدفینی تشکیل گردیده و همراه سایر سیمان‌های تدفینی یافت می‌شود (کدخدایی و همکاران ۱۳۹۰).

**ز- رگچه‌های تبخیری:** این رگچه‌ها بصورت نازک با حاشیه نامنظم و همراه با ندول‌های انیدریت بوده و از آنها منشعب می‌شوند. رگچه‌های تبخیری در رخساره‌های مادستونی و

Texture	Diagenetic Environment	
	Early	Late
Sparse evaporite crystal	—————	
Nodular anhydrite	—————	— — — — —
Anhydrite layer	—————	
Pervasive anhydrite		—————
Pioikilotopic anhydrite		—————
Evaporite veins		—————
Fracture filling evaporite		—————



**ارزیابی کیفیت مخزنی**

مشکلات مخازن کربناته به علت ناهمگن بودن و پیچیده بودن سیستم‌های کربناته به علت تغییرات گسترده در رسوبگذاری، فرآیندهای حمل و نقل رسوبات و تغییرات بعدی در اثر دیاژنز است. ویژگی مخزن کربناته، ناهمگن بودن شدید تراوایی و تخلخل به خصوص در کربنات‌های پلاتفرمی در نتیجه تاریخچه رسوبگذاری و دیاژنز است. هدف از انجام مطالعات خصوصیات مخزنی، شناسایی ناهمگنی‌های قائم و جانبی در مخزن می‌باشد. مفاهیم واحد هیدرولیکی<sup>۱</sup> و واحد جریان<sup>۲</sup> در اصل برای توصیف مخزن معرفی شده‌اند. در بررسی خصوصیات مخزنی، اطلاعات مختلفی به منظور فراهم آوردن یک توصیف کامل از خصوصیات استاتیک و دینامیک مخزن، به ویژه آنهایی که جریان سیال را تحت تاثیر قرار میدهد، با یکدیگر تلفیق می‌گردند. درک هتروژنی احتیاج به آنالیز مغزه، داده‌های پتروفیزیکی و لاگ‌ها دارد.

روشهای مختلفی برای بررسی کیفیت مخزنی و تقسیم کردن مخازن کربناته به واحدهای جریان براساس توصیفات ژئومتری منافذ، فابریک سنگ یا گونه‌های سنگی ارائه گردیده است. این متدها در برگیرنده برقراری ارتباط بین کیفیت مخزنی و فابریک سنگ یا گونه‌های سنگی‌ها با استفاده از اطلاعات مغزه و لاگ می‌باشند (شکل ۸). مرزهای واحدهای جریانی به طور کلی، وابسته به رخساره هستند و می‌توان آنها را با استفاده از داده‌های دقیق حاصل از آنالیزهای مغزه و نیز خصوصیات منفذی به دست آمده از مطالعات پتروگرافی مقاطع نازک مشخص ساخت (Ahr, 2008).

**مهمترین متدهای تعیین گونه‌های سنگی و****واحدهای جریانی**

در این مطالعه و به منظور تعیین واحدهای جریانی (مخزنی) و غیر مخزنی (سدی، تله‌ای) در مخزن دالان میدان گازی پارس جنوبی از دو متد مختلف استفاده گردیده است که در این دو متد اساس کار استفاده از داده‌های تخلخل و تراوایی می‌باشد:

- ۱- متد تعیین واحدهای جریانی با استفاده از نشانگر زون جریان<sup>۳</sup>
- ۲- متد پلات تغییر یافته چینه‌ای لورنز<sup>۴</sup>

**متد تعیین واحدهای جریانی با استفاده از****نشانگر زون جریان<sup>۵</sup>**

**واحدهای جریانی:** گروه‌های پتروفیزیکی با تداوم فضایی<sup>۶</sup> در مقیاس میدان که آنها را تحت عنوان واحدهای هیدرولیکی یا زون‌های جریانی مخزنی<sup>۷</sup> نیز تعریف می‌کنند که می‌بایست طی بالا بردن مقیاس<sup>۸</sup> حفظ شده باشند. بنابراین واحدهای جریانی، واحدهای هیدرولیکی و زون‌های سرعت<sup>۹</sup> سرعت<sup>۹</sup> همگی به یک مفهوم به کار برده می‌شوند. در این متد ابتدا با استفاده از داده‌های تخلخل و تراوایی و فرمول‌های مربوطه مقادیر Log FZI را محاسبه می‌کنیم و سپس با ترسیم مقادیر Log FZI در برابر عمق و با توجه به دامنه تغییرات آن می‌توانیم تعداد بهینه واحدهای جریانی را تعیین کنیم. براساس متد FZI تعداد ۴ واحد جریانی برای توالی مورد مطالعه شناسایی

3 -Flow Zone Indicator

4 -Stratigraphic Modified Lorenz Plot

5 -FZI

6 -Spatial Continuity

7 -Reservoir Flow Zones

8 -Upscaling

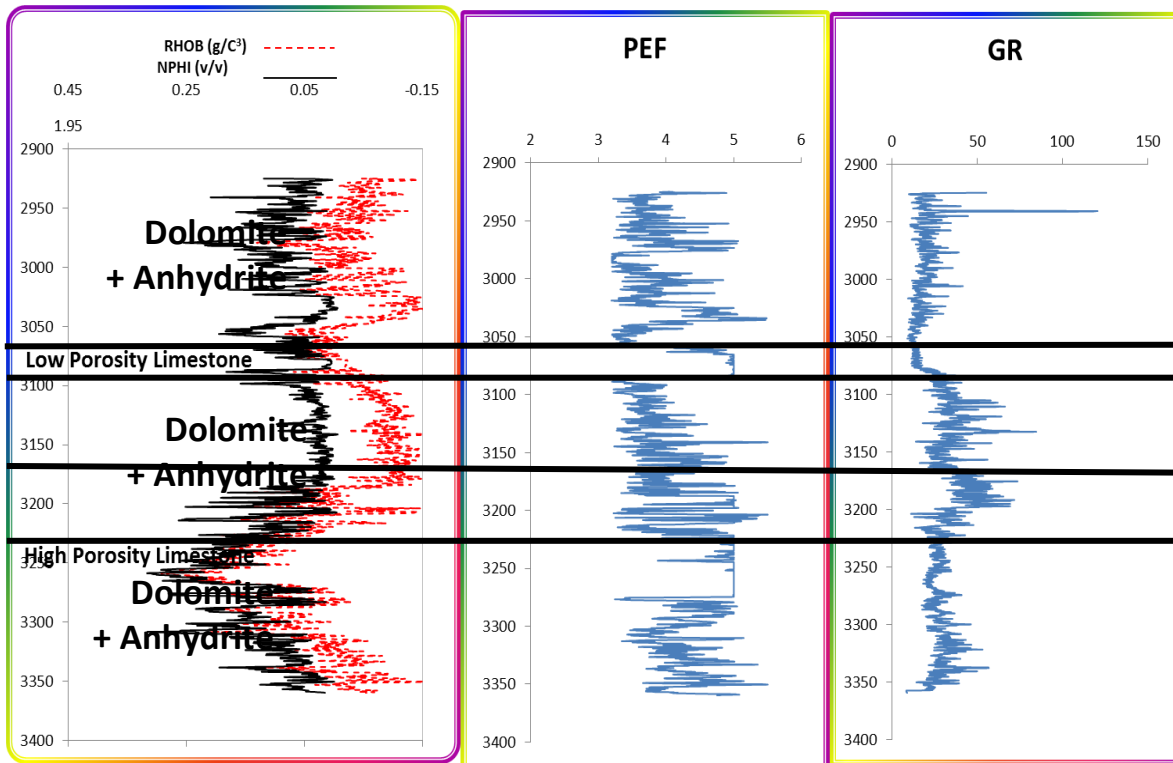
9 -Speed Zones

1- Hydraulic Unit

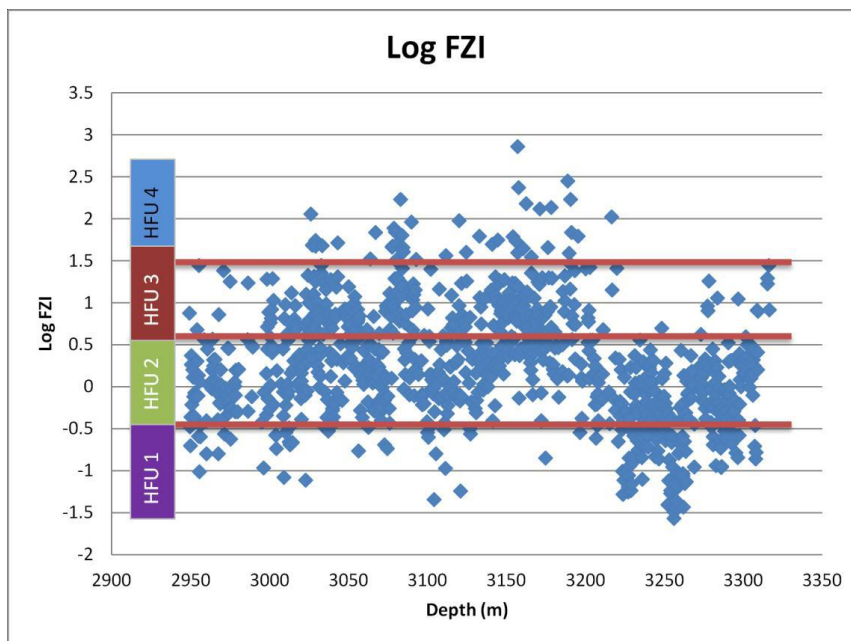
2 -Flow Unit



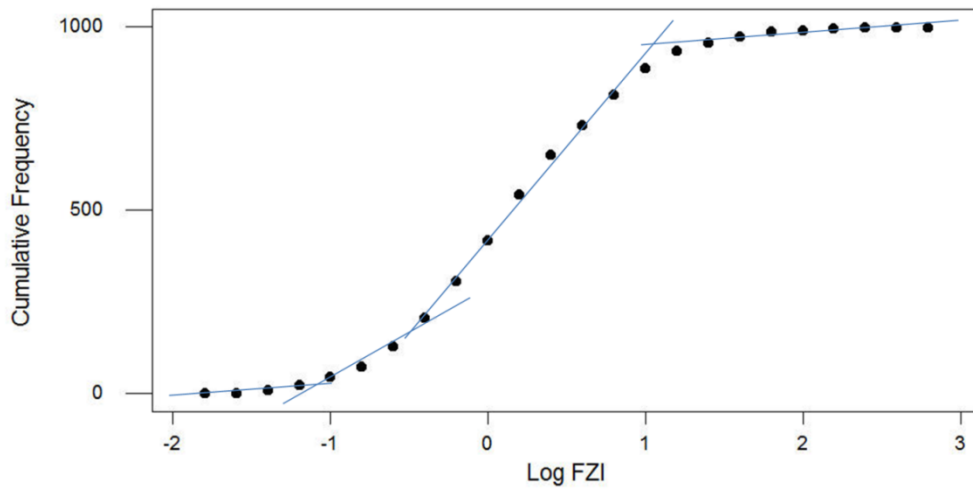
شده است که در شکل ۹ و ۱۰ و جدول ۳ این ۴ واحد جریانی (HFU) نشان داده شده‌اند.



شکل ۸- ترسیم لاگ‌های نوترون (NPHI)، چگالی (RHOB)، اشعه گاما (GR) و فتوالکتریک (PEF) مربوط به چاه شماره X (پارس جنوبی) در مقابل عمق، لیتولوژی سازند و بخش‌های مخزنی با تخلخل بالا و پایین را نشان می‌دهد.



شکل ۹- ترسیم مقادیر Log FZI در برابر عمق به منظور تعیین دامنه تغییرات مقادیر FZI و مشخص نمودن تعداد بهینه واحدهای جریانی هیدرولیکی در امتد نشانگر زون جریان در چاه شماره X.



شکل ۱۰- براساس این شکل، ۴ واحد جریانی را می توان از هم تفکیک کرد.  
جدول ۳: واحدهای جریانی شناسایی شده براساس متد تعیین واحدهای جریانی با استفاده از نشانگر زون جریان FZI بر حسب مقادیر متفاوت Log FZI.

HFU	1	2	3	4
Log FZI	<-0.5	(-0.5) to (+0.5)	0.5 to 1.5	>1.5

متد ترسیم تغییر یافته چینهای لورنز  
بهترین روش برای اندازه گیری حداقل تعداد واحدهای جریانی در یک مخزن استفاده از تکنیک پلات چینهای تغییر یافته لورنز<sup>۱</sup> می باشد (Gomes et al., 2008). این متد در واقع یک ابزار گرافیکی است که از داده های مختلف نظیر چارچوب زمین شناسی، گونه های سنگی یا منفذی، ظرفیت ذخیره و ظرفیت جریان استفاده می نماید. با یکپارچه نمودن و تلفیق این داده ها یک زوناسیون مخزنی بر پایه راک تایپها (گونه های سنگی) قابلیت تبدیل به واحدهای جریانی با ماهیت پتروفیزیکی را پیدا می کند. پلات چینهای تغییر یافته لورنز از داده های پیوسته (فوت به فوت) تخلخل و تراوایی مغزه استفاده نموده و نسبت های تراوایی به تخلخل k/phi را در بک ترتیب چینهای منظم می نماید.

(Gomes et al., 2008). بر این اساس با استفاده از متد لورنز زون های زیر را بر حسب مقادیر متفاوت ظرفیت جریان و ظرفیت ذخیره می توان برای یک مخزن تعریف کرد.

۱. واحدهای مخزنی (Reservoir Units: R.U): واحدهایی با مقادیر تخلخل و تراوایی بالا و حداقل مقاومت در برابر جریان سیال.

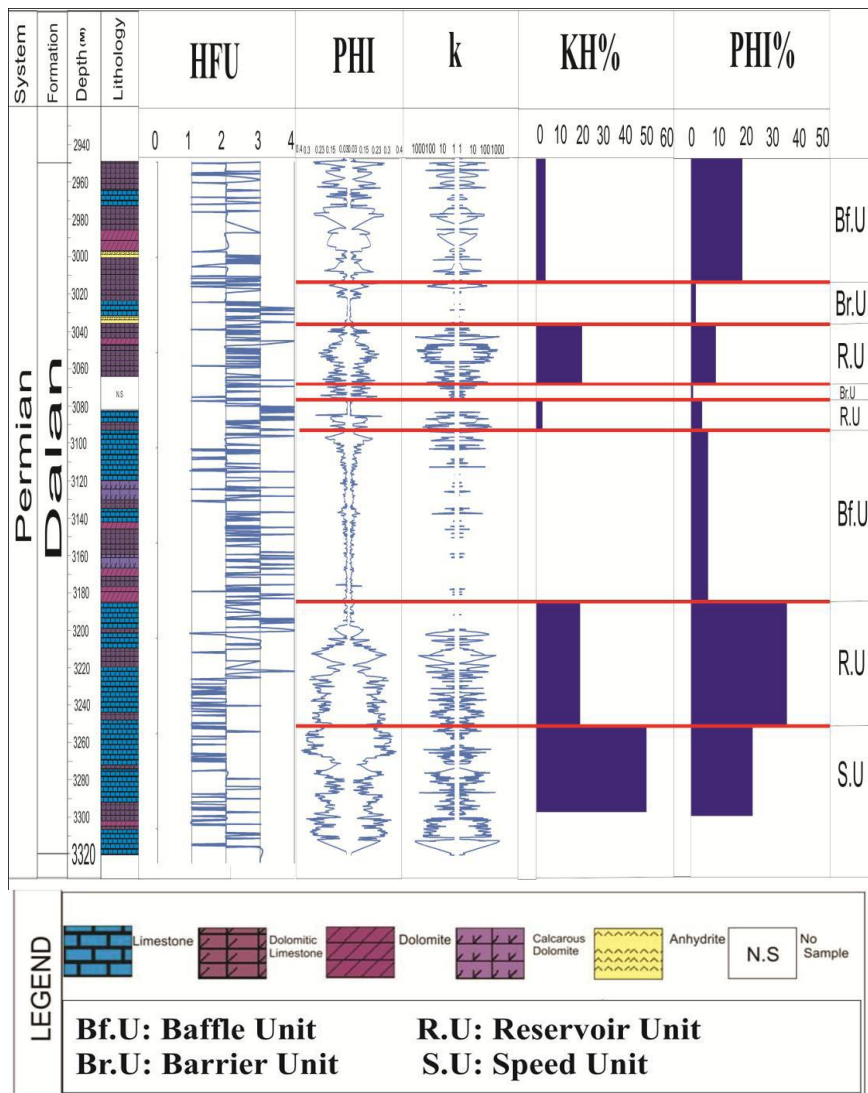
۲. واحدهای بافلی (Baffle Units: Bf.U): واحدهایی که جریان سیال را از ورود به محل چاه منحرف می سازند.

۳. واحدهای سدی (Barrier Units: Br.u): واحدهایی که در درون مخزن مانع جریان یافتن سیال می شوند.

۴. واحد سرعت (Speed units: Sp.U): واحدهایی با بالاترین مقادیر تخلخل و تراوایی و بهترین کیفیت مخزنی.

واحد سرعت می‌باشد ولی در عین حال دارای تراوایی قابل ملاحظه ولی کمتر از زون سرعت می‌باشد و دارای کیفیت مخزنی مناسبی می‌باشد. واحدهای بافلی دارای شیب کمتر و مقایر کمتری از ظرفیت جریانی و ظرفیت ذخیره می‌باشند و واحدهای سدی دارای شیب خیلی کم و مقادیر ظرفیت مخزنی و ظرفیت جریانی بسیار ناچیز و به نوعی فاقد کیفیت مخزنی می‌باشند.

در توالی مخزنی مورد مطالعه ۸ زون مختلف بر حسب مقادیر متفاوت ظرفیت جریانی و ظرفیت ذخیره شناسایی شده است که در شکل ۱۱ این واحدها نشان داده شده‌اند. واحد سرعت دارای مقادیر تراوایی قابل توجه و ظرفیت جریانی و ظرفیت ذخیره بالایی می‌باشد و به عنوان بهترین واحد جریانی در نظر گرفته می‌شود. واحد مخزنی دارای ظرفیت جریانی و ظرفیت ذخیره کمتر از



شکل ۱۱- توالی چینه‌ای به همراه تعیین واحدهای مختلف مخزنی در مخزن دالان در میدان گازی پارس جنوبی براساس متدهای نشانگر زون جریان (FZI) و متد لورنز (SMLP)، تخلخل (PHI)، تراوایی (K)، ظرفیت جریان (KH) و ظرفیت ذخیره (PHIH).

## نتیجه گیری

سازند دالان به سن پرمین در چاه شماره X به ضخامت ۳۷۱ متر دارای لیتولوژی غالب آهک و دولومیت می باشد با مطالعه مقاطع نازک تعداد ۱۸ میکروفاسیس مربوط به زیرمحیط های پهنه جذرومدی، لاگون، پشته کربناته و دریای باز شناسایی شده است. رخساره های دولومادستون با فابریک فنسترال، بایندستون استروماتولیتی با فابریک فنسترال، پلوئیدال اینتراکلاست مادستون/وکستون، دولومادستون با بلورها و قالب های پراکنده انیدریت، دولومادستون با ندول های انیدریت، انیدریت متبلور (لایه ای) در کمر بند رخساره ای پهنه جذرومدی<sup>۱</sup> تشکیل شده اند. رخساره های مادستون بایوکلاست دار، مادستون/وکستون بایوکلاستی دارای آشفستگی زیستی، آنکوئید پکستون، گرینستون جلبکی، بایوکلاست پکستون، پلوئیدال وکستون/پکستون در کمر بند رخساره ای لاگون<sup>۲</sup> تشکیل شده اند. رخساره های پلوئید ائید گرینستون، ائید گرینستون، ائید اینتراکلاست گرینستون، اینتراکلاست بایوکلاست گرینستون در کمر بند رخساره ای پشته کربناته<sup>۳</sup> نهشته شده اند. رخساره های بایوکلاست پکستون/وکستون و بایوکلاست پکستون همراه با اینتراکلاست های میکریتی در بخش عمیق تر دریا و قسمت های زیر پشته کربناته تشکیل شده اند

مطالعه رخساره های میکروسکوپی و مقایسه با رخساره های استاندارد فلوگل ( Flügel, 2010)، و به دلیل عدم وجود ریف های بزرگ

سدی و نهشته های توربیدیتی، گسترش نسبی پهنه های جذرومدی همراه با رخساره های سدی ائیدی و تغییر تدریجی رخساره ها به یکدیگر، محیط رسوبی سازند دالان یک پلاتفرم کربناته از نوع رمپ هم شیب<sup>۴</sup> است. در این پلاتفرم کربناته کم عمق رخساره های با کیفیت مخزنی بالا یعنی رخساره های پشته کربناته ائیدی و بایوکلاستی دارای گسترش زیادی هستند که دلیلی اصلی تشکیل آنها تا حد زیادی به علت عدم حضور و یا گسترش موجودات ریف ساز سدی است. این امر موجب ایجاد نیمرخ بسیار کم شیب با کیفیت مخزنی بالا گردیده است. بنابراین به طور کلی رمپ کربناته سازند دالان در ناحیه مورد مطالعه از سه قسمت اصلی تشکیل شده است که شامل رمپ داخلی<sup>۵</sup> با کمر بندهای رخساره ای پهنه جذرومدی و لاگون محدود شده، رمپ میانی<sup>۶</sup> با کمر بندهای رخساره ای پشته کربناته زیرآبی ائیدی بایوکلاستی که حد فاصل لاگون و دریای باز می باشد و رمپ خارجی<sup>۷</sup> که در دورترین بخش پلاتفرم به سمت دریای باز قرار داشته و با کمر بند رخساره ای دریای باز مشخص می گردد.

انواع بافت های مختلف انیدریت در مخازن مورد مطالعه طی مراحل مختلف از محیط دیاژنز سطحی تا محیط تدفین کم عمق و عمیق تشکیل شده اند. بر این اساس گسترش لایه ها و نیز بلورها و ندول های پراکنده تبخیری در پهنه جذرومدی و سبخایی بصورت تقریباً همزمان با رسوبگذاری یا تحت تاثیر دیاژنز اولیه قابل تفسیر است. بافت های

4 -Homoclinal  
5 -Inner Ramp  
6 -Middle Ramp  
7 -Outer Ramp

1- Tidal Flat  
2 -Lagoon  
3 -Shoal

طی مراحل بعدی دیاژنز باید در بررسی‌های مخزنی مد نظر داشت. براساس متد لورنز و متد نشانگر زون جریان، ۴ واحد جریانی و ۸ زون مخزنی برای توالی مورد مطالعه شناسایی شده است که واحد جریانی ۴ دارای بهترین کیفیت مخزنی و واحد جریانی ۱ دارای بدترین کیفیت مخزنی می‌باشد. براساس متد لورنز تعداد ۱ واحد سرعت که دارای بهترین کیفیت مخزنی با تراوایی بالا، ۳ واحد مخزنی با کیفیت مخزنی متوسط، ۲ واحد سدی به عنوان سدهای جریانی و ۲ واحد بافلی در توالی مورد مطالعه شناسایی گردیده است.

بافت‌های مختلف سیمان انیدریت و ارتباط آن با کیفیت مخزنی در مخازن کربناته دالان بالایی و کنگان، میدان پارس جنوبی، مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال بیست و هفتم، شماره پیاپی ۴۲ (۱) - ۲۶.

-Ahr, W.M., 2008. Geology of carbonate reservoirs. John Wiley and Sons, Chichester, 296p.  
-Burchette, T. P., and Wright, V. P., 1992. Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, v. 79, p.3-57.  
-Cai-neng, Z., T. Shi-Zhen, Z. Hui, Z. Xiang-xiang, H. Dong-BO, Z. Ru-kai, L. Ping, Y. Xuan-jun, X. Chun- chun, and Y. Hua, 2008, Genesis, classification, and evaluation method of diagenetic facies. In: *Petroleum Exploration and Development*, v. 35, no. 5, p. 526-540.  
-Dickson, J.A.D., 1965. A modified staining technique for carbonate in thin section, *Nature*, v.205, p.587.

دیگر انیدریت مانند سیمان انیدریت فراگیر، بخش عمده سیمان انیدریت پوئیکیلوتوپیک و انیدریت پر کننده شکستگی‌ها طی مراحل دیاژنز تدفینی و با نفوذ شورابه‌های تبخیری به درون رخساره‌ها تشکیل شده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سیمان انیدریت پرکننده تخلخل و فراگیر نسبت به دیگر انواع بافت‌های انیدریت بیشترین تاثیر را بر کیفیت مخزنی داشته است و با گسترش در بین رخساره‌های دانه غالب مخزن طی مراحل تدفین کم عمق، تخلخل و تراوایی آنها را به شدت کاهش داده است. اما از طرف دیگر تاثیر فرآیندهای دیگری مانند شکستگی و بویژه انحلال را در این رخساره‌ها

## منابع

-آدابی، م. ح.، ۱۳۹۰. ژئوشیمی رسوبی، انتشارات آراین زمین، چاپ دوم، ۵۰۳ ص.  
-کخدایی ایلخچی، ر.، رحیم پوربناب، ح.، موسوس حرمی، س. ر.، کخدایی ایلخچی، ع.، ۱۳۹۰، فاکتورهای کنترل کننده گسترش -Aali, J., Rahimpour-Bonab, H., and Kamali, M.R., 2006, Geochemistry and origin of the world largest gas field from Persian Gulf, Iran. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, v. 50, p. 161-175.  
-Adabi, M.H., 2009, Multistage dolomitization of Upper Jurassic Mozduran Formation, Kopet-Dagh Basin, N.E. Iran, Carbonates and Evaporites. v. 24, no. 1, p. 16-32.  
-Adabi, M.H., and Rao, C.P., 1996. Petrographic, elemental and isotopic criteria for the recognition of carbonate mineralogy and climates during the Jurassic (e.g. from Iran and England), 13th *Geology. Conv. Australia*, (abst), p. 6.

- Kashfi, M.S., 2000. Greater Persian Gulf Permian-Triassic stratigraphic nomenclature requires study. *Oil Gas Journal*. Tulsa, v. 6, p. 36-44.
- Konyuhov, A.I., and Maleki, B., 2006. The Persian Gulf Basin: Geological history, sedimentary formations, and petroleum potential. *Lithology and Mineralogy Resources, Russia*, v. 4, p. 334-361.
- Lucia, F. J., 2007. *Carbonate Reservoir Characterization: An Integrated Approach* Springer, Second Edition, 366 p.
- Rahimpour-Bonab, H., Esrafil-Dizaji, B., and Tavakoli, V., 2010. Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars Gasfield, offshore Iran: controls on reservoir quality, *Petroleum Geology*, v. 33, p. 1-24.
- Sibley, D. F., and Gregg, J. M., 1987. Classification of dolomite rock texture, *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 57, p. 967-975.
- Szabo, F., and Kheradpir, A., 1978. Permian and Triassic stratigraphy, Zagros Basin, southwest Iran. *Journal of Petroleum Geology*, v.1, p. 57-82.
- Warren, J., 2006, *Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons*, Springer Verlag, 1035p.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture, in: classification of carbonate rocks, Ham, W. E (ed), AAPG Memoir, p. 108-121.
- Flügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application*, Springer Verlag, Berlin, 984p.
- Gomes, J.S., Ribeiro, M.T., Strohmenger, C.J., Negahban, and S., Kalam, M.Z., 2008. Carbonate reservoir rock typing the link between geology and SCAL. *Society of Petroleum Engineers* 118284.
- Gundogan, I., O. Mehmet., and Tolga, D., 2005. Sedimentology, petrography and diagenesis of Eocene-Oligocene evaporates: the Tuzhisar Formation, SW Sivas basin, Turkey. In: *Journal of Asian Earth Sciences*. v.25, p. 791-803.
- Heydari, E., Arzani, N., and Hassanzadeh, J., 2009. Reply to comment on Mantle Plume: the invisible serial killer-application to the Permian-Triassic boundary mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, p. 147-162.
- Hood, S. D., Nelson, C. S., and Kamp, P. J. J., 2004. Burial dolomitisation in a non-tropical carbonate petroleum reservoir: the Oligocene Tikorangi Formation, Taranaki Basin, New Zealand, *Sedimentary Geology*, v.172, p.117-138.