

پخش واحدهای جریان سازند سروک در چارچوب چینه‌نگاری سکانشی در یکی از میدان‌های نفتی دشت آبادان، جنوب‌باختری ایران

سمیه فرامرزی^۱، حسین رحیم‌پور بناب^{۲*} و محسن رنجبران^۲

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲ و ۳- دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران

نویسنده مسئول: rahimpor@ut.ac.ir

دریافت: ۹۶/۲/۴ پذیرش: ۹۷/۴/۲

چکیده

سازند سروک با سن آلبین پسین-تورونین پیشین، مهم‌ترین سنگ مخزن کربناته ناحیه دشت آبادان در جنوب‌باختری ایران است. تلفیق یافته‌های توصیف مغزه‌ها، بررسی سنگ‌نگاری و داده‌های تخلخل-تراوایی آن‌ها در یکی از میدان‌های بزرگ دشت آبادان، امکان شناسایی واحدهای جریان را در چارچوب چینه‌شناسی سکانشی فراهم نمود. داده‌های این پژوهش دربرگیرنده ۳۸۸ متر مغزه، ۴۲۰ بُرش نازک میکروسکوپی و ۸۰۰ پلاگ تخلخل-تراوایی از دو چاه کلیدی هستند. در این راستا، از روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی برای تقسیم‌بندی مخزن به واحدهای جریان استفاده شد. تفسیر پخش واحدهای جریان با در نظر گرفتن وابستگی میان ویژگی‌های رخساره‌ای و دیاژنزی، سبب می‌شود که همبستگی مشخص میان زون‌های مخزنی و چارچوب چینه‌شناسی سکانشی فراهم شود. بخش بالایی سازند سروک بخش‌پذیر به دو سکانش رده سوم است. بهترین واحدهای جریان در سیستم تراکت تراز بالای سکانش ۱ با گسترش عمده تخلخل‌های حفره‌ای در ارتباط با تاثیر سطح ناپیوستگی مرز سنومانین-تورونین در رخساره‌های رودیست‌دار می‌باشد. فرآیندهای سیمانی شدن و فشردگی در واحدهای جریان با کیفیت مخزنی پایین و انحلال در واحدهای جریان با کیفیت مخزنی بالا گسترش دارند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تفسیر واحدهای جریان در چارچوب چینه‌شناسی سکانشی می‌تواند در ارزیابی بهتر مخازن کربناته نا همگن مانند سازند سروک به کار رود.

واژه‌های کلیدی: سازند سروک، چینه‌نگاری سکانشی، کیفیت مخزنی، واحدهای جریان

پیشگفتار

باشد. کربنات‌های سازند سروک به دلیل نا همگنی‌های ناشی از تنوع رخساره‌ای و تأثیر فرآیندهای دیاژنزی، تغییرات عمده‌ای در توزیع تخلخل-تراوایی نشان می‌دهند. تاکنون پژوهش‌های بسیاری از جنبه‌های مختلف تغییرات رخساره‌ای، محیط رسوبی، فرآیندهای دیاژنزی، چینه‌نگاری سکانشی، وجود سطوح رخنمون دیرینه، واحدهای جریان و کیفیت مخزنی در بخش‌های گوناگون از جمله زاگرس و خلیج فارس بر روی این سازند انجام شده است (غیث‌شای و همکاران، ۲۰۱۰؛ حاجی کاظمی و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۲؛ ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۱؛ رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳؛ مهربانی و همکاران، ۲۰۱۵a، ۲۰۱۵b؛ اسعدی و همکاران، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸؛ جدیری‌آقایی و همکاران، ۱۳۹۶). با این وجود، چینه‌نگاری سکانشی و شناخت واحدهای جریانی سازند سروک در میدان‌های ناحیه

واحدهای جریانی هیدرولیکی روشی کاربردی برای رده‌بندی انواع سنگ‌ها نسبت به خواص جریانی بر پایه پارامترهای زمین‌شناسی و فیزیک جریان در مقیاس منافذ است. این واحدها به صورت زون‌های قابل نقشه‌برداری و قابل تطابق در حجم مخزن تعریف می‌شوند که کنترل‌کننده جریان سیال هستند (اینک، ۱۹۸۷؛ آمافوله و همکاران، ۱۹۹۳). داده‌های زمین‌شناسی به ویژه در چارچوب چینه‌نگاری سکانشی برخلاف داده‌های تک‌بعدی پتروفیزیکی، دارای داده‌های سه‌بعدی ارزشمندی هستند که امکان مصور ساختن مخزن در سه‌بعد را فراهم می‌آورند (اهر، ۲۰۰۸؛ گومز و همکاران، ۲۰۰۸). تغییرات گسترده کیفیت مخزنی در سازند سروک سبب می‌شود که گفتگو درباره واحدهای جریانی هیدرولیکی بر پایه چینه‌نگاری سکانشی ضروری

عبداللهی فرد و همکاران، ۲۰۰۶؛ مهربانی و رحیم‌پور بناب، ۲۰۱۳). این فعالیت‌ها همراه با تأثیرات پایین افتادگی جهانی سطح آب دریا منجر به پیدایش چندین ناپیوستگی محلی (جنوب‌باختر ایران و حوضه میانرودان) و ناحیه‌ای در حوضه زاگرس و صفحه عربی در توالی سنومنین-تورونین گردیده است (حاجی کاظمی و همکاران، ۲۰۱۰؛ هالیس و همکاران، ۲۰۱۱؛ رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳) (شکل ۲). میدان مورد بررسی با توجه به اطلاعات لرزه‌نگاری روی بلندای قدیمی بورگان-آزادگان قرار دارد (عبداللهی فرد و همکاران، ۲۰۰۶) و یکی از بزرگ‌ترین میدان‌های نفتی ایران است. سازند سروک به سن آلبین بالایی-تورونین پیشین، بخشی از گروه بنگستان بوده که بیش‌تر دارای دو رخساره نرتیک و پلاژیک است (جیمز و واینند، ۱۹۶۵). در میدان مورد بررسی سازند سروک به سبب نزدیک ۶۰۰ متر بیش‌تر از رخساره‌های کربناته کم‌ژرف ساخته شد و از نظر زیست‌چینه‌نگاری این سازند عموماً از راه زیست‌زون‌های ۲۵، ۲۲، ۲۹ و ۲۴ واینند (واینند، ۱۹۶۵) مشخص می‌شود. افت بسیار تراز آب دریا در مرز سنومنین-تورونین سبب رخنمون یافتن کربنات‌های سازند سروک گردید و یک ناپیوستگی محلی را در بالآمدگی‌های دیرینه ایجاد نمود (مطیعی، ۱۳۷۲؛ غضبان و همکاران، ۲۰۰۷). این ناپیوستگی موازی سبب شد تا این سازند به سروک پایینی (سنومنین) و سروک بالایی (تورونین) تقسیم شود. سازند سروک به طور هم‌شیب روی سازند کژدمی با مرز تدریجی قرار می‌گیرد (مطیعی، ۱۳۷۲) و مرز بالایی آن به صورت ناهمساز در ناحیه فارس ساحلی و خوزستان به وسیله یک لایه سنگ‌آهک آرژیلی-شیلی به نام سازند لافان از سازند ایلام جدا می‌شود (آقناباتی، ۱۳۹۲) (شکل ۳).

داده‌ها و روش پژوهش

در این پژوهش برای بررسی چینه‌نگاری سکاسی و تلفیق آن با واحدهای جریان، مجموعه‌ای از داده‌ها شامل ۳۸۸ متر مغزه (چاه A ۲۲۵ متر و چاه B ۱۶۳ متر)، ۴۲۰ عدد بُرش نازک تهیه شده از مغزه و ۸۰۰ پلاگ تخلخل-تراوایی استفاده شده است. این اطلاعات وابسته به بخش مخزنی سازند سروک (سروک بالایی) در دو چاه (A-B) در یکی از میدان‌های هیدروکربنی بزرگ

دشت آبادان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. سازند سروک به دلیل تنوع رخساره‌ای بالا و تأثیر عمده فرآیندهای دیاژنزی به‌صورت جانبی و قائم، از نظر سیستم منافذ و ویژگی‌های مخزنی ناهمگن و پیچیده می‌باشد (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۴). در این پژوهش با هدف بررسی توزیع واحدهای جریان و ویژگی‌های مخزنی در چارچوب چینه‌نگاری سکاسی از یک رویکرد دو مرحله‌ای برای بررسی کیفیت مخزنی این سازند بهره‌گیری شد. در آغاز سکاس‌های رده سوم سازند سروک بر پایه تلفیق داده‌های سنگ‌نگاری، توصیف مغزه‌ها و نمودارهای نگارهای گاما^۱ و صوتی^۲ شناسایی شد. پس از آن واحدهای جریانی بر پایه روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی^۳ شناسایی شد. در پایان از راه تفسیر توزیع واحدهای جریانی بر پایه سطوح کلیدی سکاسی (سطح بیشینه غرقابی و مرزهای سکاسی)، کیفیت مخزنی سازند سروک مورد بررسی و واکاوی قرار گرفت.

زمین‌شناسی عمومی

دو چاه مورد بررسی در یکی از میدان‌های مهم دشت آبادان قرار گرفته است (شکل ۱). دشت آبادان به عنوان یکی از زیرزون‌های زاگرس و بخشی از حوضه پیش‌گودال میانرودان (مزوپوتامین) عراق محسوب می‌شود که از شمال عراق تا بخش شمال‌باختری خلیج فارس امتداد دارد (اسعدی و همکاران ۲۰۱۶؛ اکراوی و همکاران، ۲۰۱۴). میدان‌های بزرگ و عظیم این ناحیه دارای روند شمالی-جنوبی بوده و تصور می‌شود که شکل‌گیری آن‌ها وابسته به فعالیت دوباره گسل‌های پی‌سنگی قدیمی به سن ژوراسیک، ناشی از بسته شدن نئوتتیس در طی کرتاسه بالایی است (ستارزاده و همکاران، ۱۹۹۹؛ عبداللهی فرد و همکاران، ۲۰۰۶؛ علوی، ۲۰۰۷). در کرتاسه میانی بازپویایی قائم بلوک‌های پی‌سنگی^۴ و جنبش زمین‌ساخت نمکی^۵ (مربوط به سری نمک هرمز) منجر به گسترش چندین بالآمدگی^۶ (بلندای هندبجان و بلندای بورگان-آزادگان) و فرورفتگی در منطقه (فروافتادگی دزفول) شده است (مطیعی، ۱۳۷۲؛

¹ Gamma Logging

² Sonic Logging

³ Stratigraphic Modified Lorenz Plot Method (SMLP)

⁴ basement-block faults

⁵ halokinetic

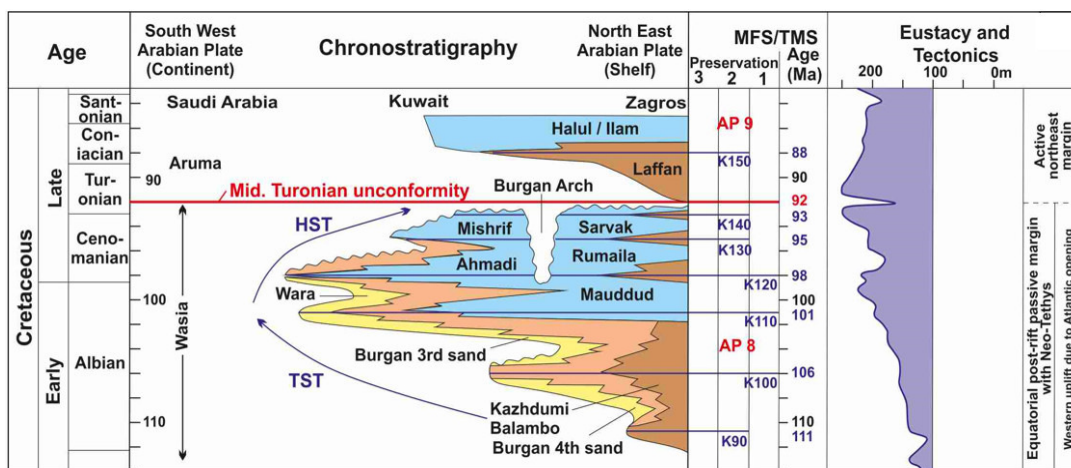
⁶ paleohighs

رخساره‌ها در توالی قائم، نسبت فراوانی روزن‌بران کفزی به پلانکتونیک و نیز به کارگیری نمودارهای نگارهای گاما و صوتی بهره‌گیری شد. در گام بعد با به کارگیری روش پتروفیزیکی نمودار لورنز اصلاح شده بر پایه چینه‌شناسی، واحدهای جریان‌ی شناسایی شدند. سپس واحدهای جریان‌ی شناخته شده برای زون‌بندی مخزن در چارچوب مدل چینه‌شناسی سکansı به کار گرفته شد و سرانجام به وابستگی میان واحدهای جریان‌ی و چینه‌نگاری سکansı پرداخته شد.

ناحیه دشت آبادان است. ابتدا ریزرخساره‌ها، محیط رسوبی و مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی به صورت کوتاه معرفی گردید که برای توصیف آن‌ها از یافته‌های پژوهش‌های فرامرزی و همکاران (۱۳۹۴ و ۱۳۹۶) بهره‌گیری شد. سپس برای شناسایی سکانس‌ها، از اصول و مفاهیم چینه‌نگاری امری و مایرز (۱۹۹۶) و شارلند و همکاران (۲۰۰۴) الگوبرداری شد. برای شناسایی سطوح اصلی سکansı، از یافته‌های تفسیر مغزه‌ها، زیست‌چینه‌نگاری، بررسی‌های رخساره‌ای، تغییرات



شکل ۱. پهنه‌های مختلف ساختاری جنوب‌باختر ایران و جایگاه میدان مورد بررسی در ناحیه دشت آبادان با نشانه ستاره مشخص شده است. ناحیه دشت آبادان میان دو ایالت هیدروکربنی مهم دزفول فروافتاده و میانرودان عراق قرار گرفته است (مطبیعی، ۱۳۷۲).



شکل ۲. چینه‌شناسی عمومی گروه بنگستان همراه با هم‌ارزهای آن‌ها در برخی بخش‌های صفحه عربی (گردآوری شده از شارلند و همکاران، ۲۰۰۱ و مهرابی و همکاران ۲۰۱۵).

زیرآبی (شول)^۲ و دریای باز (شیب^۳ و تالوس^۴) شده است (جدول ۱). بر این پایه، ریزرخساره‌های وکستون تا پکستون دارای روزن‌بران کفزی فراوان (میلیلیده، نازاتا، آئولینیده، دایسیکلینا) و پلوئید، به محیط تالاب نسبت داده شده است. محیط پشته‌های بیوکستی

رخساره‌ها و محیط‌رسوبی

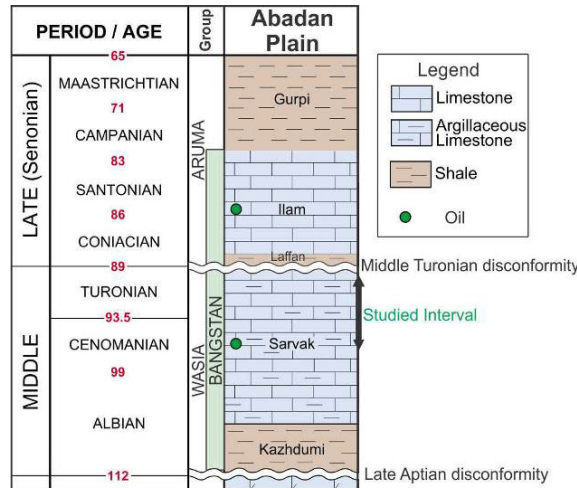
واکاو‌های رخساره‌ای بخش بالایی سازند سروک، منجر به شناسایی ۱۳ ریزرخساره در قالب سه کمربند رخساره‌ای اصلی شامل تالاب^۱، پشته‌های بیوکستی

² Shoal
³ Slope
⁴ Talus

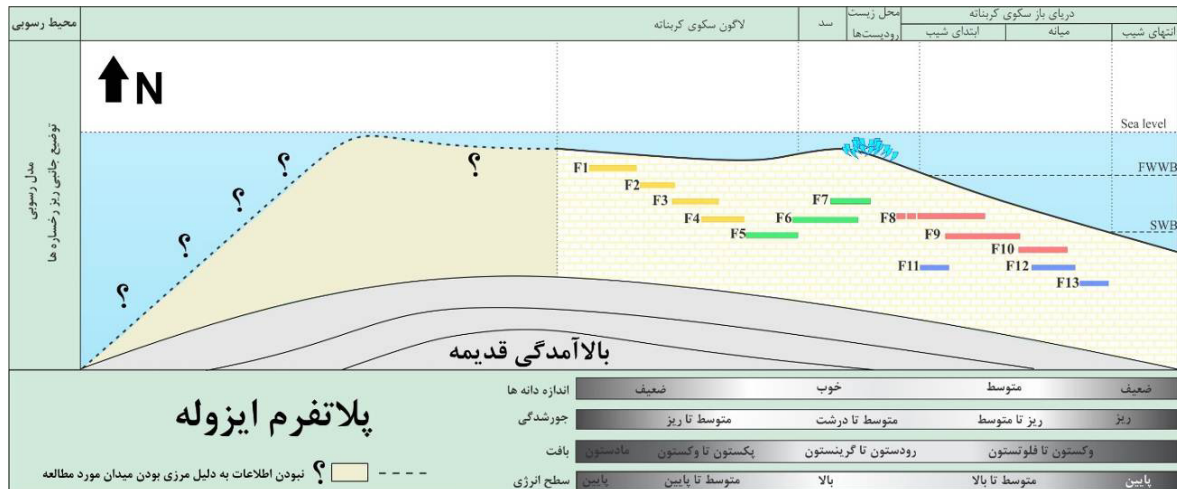
¹ Lagoon

پکستون تا رودستونی شناخته می‌شوند. عمدتاً بخش مخزنی سازند سروک بالایی وابسته به ریزرخساره‌های دارای واریزه رودیستی محیط تالوس است. با توجه به تحولات زمین‌ساختی منطقه و قرارگیری حوضه رسوبی مورد بررسی بر روی یک بلندای دیرینه با روند شمالی-جنوبی در مجموع پلاتفرم کریناته از نوع جداشده^۱ برای بخش بالایی سازند سروک در این ناحیه پیشنهاد شده است (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۶) (شکل ۴).

زیرآبی دربردارنده ریزرخساره‌های پکستون تا گرینستون دارای دانه‌های اسکلتی بیوکستی (خرده‌های مرجان، دوکفه‌ای و روزن‌بران کفزی) است. ریزرخساره‌های دریای باز با پکستون تا وکستون/ مادستون دارای روزن‌بران کفزی (اوربیتولینا، روتالیا، مونشارمونیتا و روزن‌بران پلانکتونیک)، خرده‌های خارپوست و دوکفه‌ای شناخته می‌شود. محیط تالوس نیز با گسترش خرده‌های رودیستی همراه با اجزا نابر جای بیوکستی در یک بافت



شکل ۳. ستون چینه‌سنگی کرتاسه ناحیه دشت آبادان همراه با ناپوستگی ناحیه‌ای و توالی مورد بررسی شناخته شده است (modified from Christian, 1997)



شکل ۴. محیط رسوبی و پخش جانبی ریزرخساره‌ها در بخش بالایی سازند سروک در میدان مورد بررسی. بلندای دیرینه (بالآمدگی دیرینه) در این زمان موجب ایجاد برجستگی در این ناحیه شده که در مجموع یک پلاتفرم کریناته جداشده را ایجاد کرده است (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۶).

¹ Isolated Platform

جدول ۱. ریزرخساره‌ها و کمربندهای رخساره‌ای شناسایی شده در سازند سروک بالایی با تغییراتی (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۶)

شماره رخساره	ریزرخساره‌ها	آلوکیم‌ها		سطح انرژی	کمربندهای رخساره‌ای
		اسکلتی	غیر اسکلتی		
۱	مادستون تا وکستون دارای میلیولیده و سوزن اسفنج	میلیولید، نزازاتا (ف)، سوزن اسفنج (ر)،	پلوئیدریز (ر)	پایین	تالاب محدود
۲	وکستون دارای روزن‌بران کفزی	نزازاتا، کربزالیئیده، میلیولید (ر)	پلوئید (ر)	پایین	تالاب محدود
۳	پکستون پلوئیدی دارای انواع روزن‌بران کفزی	آلوئولینیده (ف)، میلیولید، نزازاتا، دایسیکلینا، سودولیتونلا (ر)،	پلوئید (ف)	متوسط	تالاب نیمه محصور
۴	پکستون دارای انواع بیوکلیست	خرده‌های دوکفه‌ای، جلبک‌سبز (ف)، شکم‌پا، خرده‌های خارپوست، روزن‌بران کفزی	پلوئید (ف) اینتراکلیست (ر)	متوسط تا بالا	تالاب مرتبط با دریای باز
۵	گرینستون پلوئیدی دارای روزن‌بران کفزی	روزن‌بران کفزی شامل میلیولیده، روتالیا، تکستولاریا (ف)	پلوئید (ف) کور تونید (ر)	بالا	پشته‌های بیوکلیستی زیرآبی
۶	گرینستون تا پکستون بیوکلیستی	بریوزوئر، خرده‌های خارپوست و مرجان (ف)، روزن‌بران کفزی (ر)،	پلوئید (ر) اینتراکلیست (ر)	بالا	پشته‌های بیوکلیستی زیرآبی
۷	گرینستون تا رودستون دارای خرده‌های رودیست	خرده‌های رودیست و خارپوست (ف)، روزن‌بران کفزی (ر)،	-	بالا	پشته‌های بیوکلیستی زیرآبی
۸	رودستون دارای خرده‌های رودیست	خرده‌های رودیست و دوکفه‌ای (ف)، روزن‌بران کفزی (ک)	پلوئید (ک)	بالا	تالوس
۹	پکستون بیوکلیستی دارای خرده‌های رودیست	خرده‌های رودیست و صدف (ف)، روزن‌بران کفزی (ک)	-	متوسط	تالوس
۱۰	وکستون تا فلوتستون دارای خرده‌های رودیست	خرده‌های رودیست (ف)، خرده‌های خارپوست، روزن‌بران کفزی (ک)	-	متوسط تا پایین	تالوس
۱۱	پکستون دارای روزن‌بران کفزی بزرگ	اوربیتولینا (ف)، بریوزوئر، خرده‌های خارپوست (ر)، آلوئولینیده (ک)	-	متوسط	ابتدای دریای باز
۱۲	وکستون تا پکستون بیوکلیستی دارای خرده‌های خارپوست	خرده‌های خارپوست (ف)، خرده‌های رودیست، روزن‌بران کفزی (ک)	پلوئید (ر) اینتراکلیست (ک)	متوسط تا پایین	میانه دریای باز
۱۳	وکستون تا مادستون دارای روزن‌بران کفزی کوچک	روزن‌بران کفزی کوچک مانند روتالیا، مونشارمونینا (ر)، روزن‌بران پلانکتونیک (ک)،	پلوئید (ر)	خیلی پایین	انتهای دریای باز

فرآیندهای دیاژنزی

تغییر داده‌اند؛ شامل سیمان‌های هم‌ستبراً^۴ هم‌بعد^۵، بلوکی^۶ و دروزی^۷ (با منشأ محیط‌های متئوریک و تدفینی) هستند. سیمان هم‌ستبراً به عنوان سیمان نسل اول باعث عدم فشردگی فیزیکی و حفظ تخلخل شده است. سیمان‌های هم‌بعد و دروزی بخشی از تخلخل‌های قالبی، حفره‌ای^۸، کانالی^۹ و شکستگی را پر نموده و باعث کاهش تخلخل و تراوایی شده است (شکل ۵). فرآیندهای کارستی‌شدن و برش‌های ریزشی-انحلالی در مخازن کربناته به ویژه در توالی مطالعه نقش دو جانبه‌ای دارد. رخنمون طولانی مدت (حدود ۴/۵ میلیون تا ۱۳ میلیون سال) در مرز تورونین میانی (نویدطلب و همکاران، ۲۰۱۶؛ وین‌سنت و همکاران، ۲۰۱۵) باعث ریزش شبکه‌های انحلالی و پرشدن حفرات انحلالی و

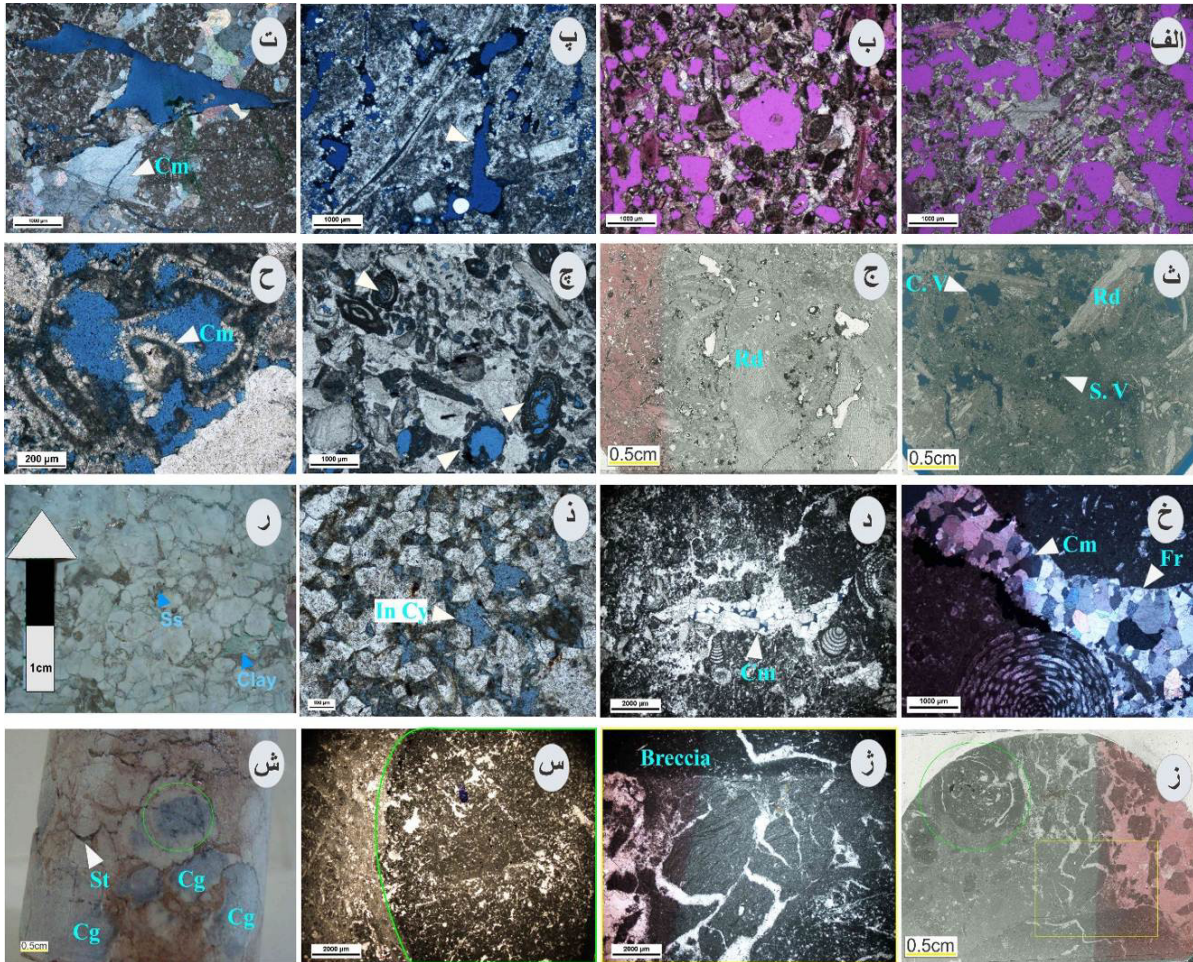
کربنات‌های سازند سروک پس از نهشته شدن، در محیط‌های دیاژنزی دریایی، متئوریک، دفنی کم‌زرف، تلوزنتیک و دفنی زرف زیر تاثیر قرار گرفته‌اند (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶). انحلال^۱، سیمانی شدن^۲ و برشی شدن ریزشی- انحلالی^۳ از مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی مؤثر در تغییر و تحولات مخزنی در ناحیه مورد مطالعه است. انحلال‌های گسترده در ارتباط با رخنمون-های جوی و زیر تأثیر دیاژنز متئوریک (هالیس، ۲۰۱۱؛ حاجی کاظمی و همکاران، ۲۰۱۱؛ رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۳) نقش مهمی را در ایجاد تخلخل‌های حفره‌ای مرتبط و افزایش تراوایی بر عهده دارند (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۴). سیمان‌های کربناته‌ای که در توالی سازند سروک بالایی شناسایی شده و سیستم منافذ را

⁴ Isopachous
⁵ Equidimensional or Equant
⁶ Blocky
⁷ Drusy
⁸ Vuggy
⁹ Channel

1 Dissolution
 2 Cementation
 3 Collapse-dissolution breccia

نویدطلب و همکاران، ۲۰۱۶) و بخشی از فضای انحلالی و هم‌چنین تخلخل‌ها جایگاه خود را حفظ نموده‌اند (شکل ۷).

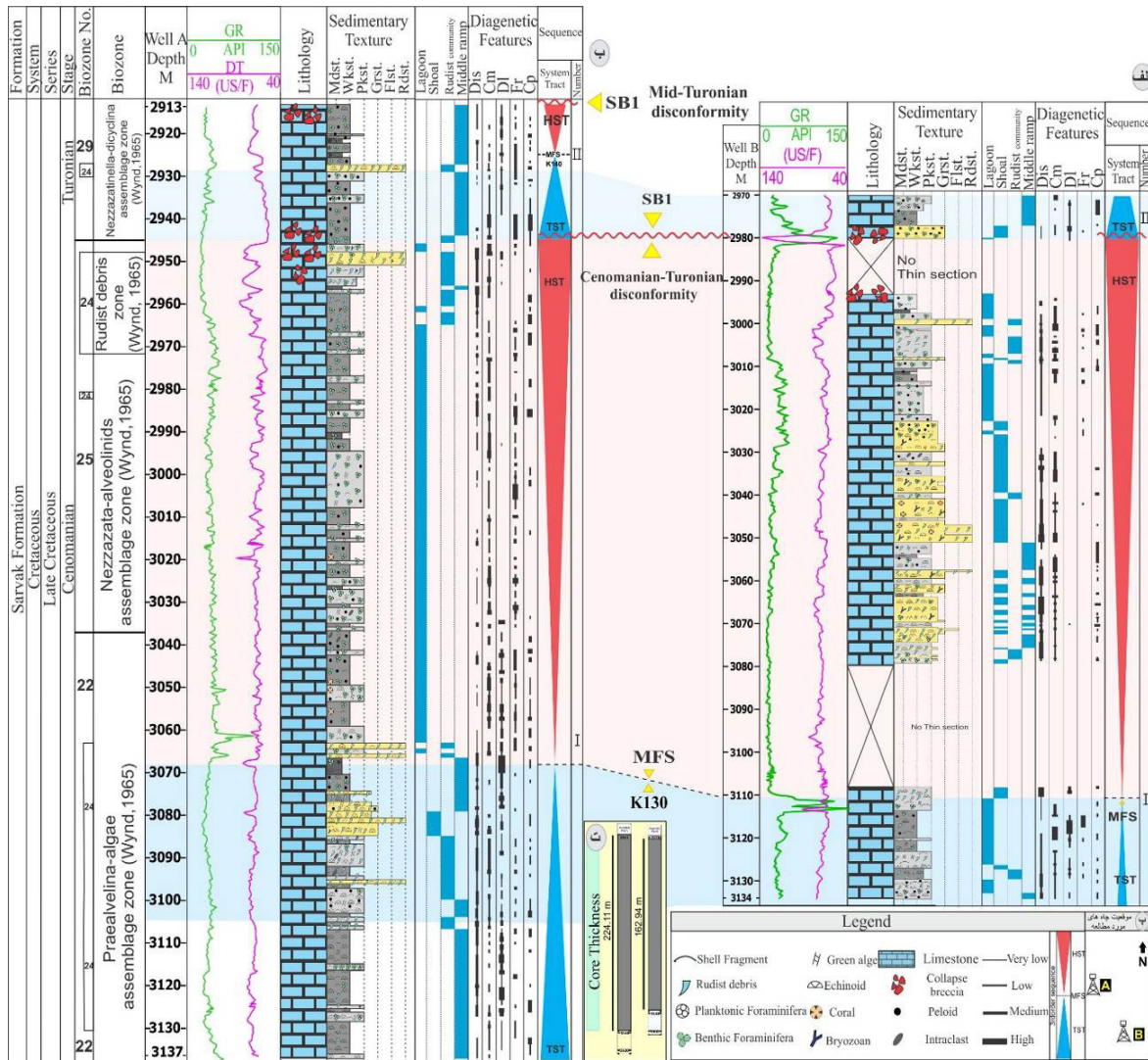
یکی از عوامل مهم از بین رفتن تخلخل همراه با کاهش شدید کیفیت مخزنی است (شکل ۷). اما در مرز سنومانین- تورونین مدت رخنمون کوتاه بوده (حدود ۰/۵ تا ۱ میلیون سال) (رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۳؛



شکل ۵. الف) تخلخل حفره‌ای مجزا و تخلخل حفره‌ای مرتبط در ریزرخساره‌های دارای خرده‌های رودیست، ب) تخلخل قالبی و حفره‌ای مجزا در شول‌های گریستونی، پ) تخلخل‌های حفره‌ای مجزا و آغستگی به مواد هیدروکربنی (به مواد سیاه رنگ در حاشیه حفره‌ها دقت شود)، ت) سیمان بلوکی و حفره حاصل از انحلال مسیر شکستگی، ث، ج) اسکن بُرش نازک دارای واریزه رودیستی برای دید بهتر نسبت به تخلخل‌ها، چ) تخلخل درون‌دانه‌ای حجرات روزن‌بران کفزی بزرگ، ح) سیمان کلسیتی دندان‌سگی و سیمان فیبری نسل یکم دریایی (رمپ میانی)، خ) شکستگی پر شده با سیمان دروزی، د) ریز شکستگی‌ها و حفره که با سیمان دروزی تدفینی پر شده است (تالاب)، ذ) تخلخل میان بلورهای دولومیت، ر) دسته‌های رگچه‌های انحلالی و قطعات جدا شده و حمل شده از پرش‌ها- استیلولیت‌های برش مانند مشخص بر روی مغزه، ز) اسکن بُرش نازک برای دید بهتر نسبت به فرآیند پرشی شدن، ژ، س) تصویر میکروسکوپی از اسکن بُرش نازک (ز) پرشی شدن و جدا شدن قطعات زمینه (تالاب) و پرشدن فضای میان قطعات برشی توسط سیمان ریزبلور در نمای میکروسکوپی (به رنگ سبز و زرد در تصویر ز، ژ، س توجه شود) که این بُرش‌های نازک متعلق به تصویر بُرش عرضی پلاگ (ش) است، ش) پلاگ تهیه شده از مرز سنومانین- تورونین و قطعات جدا شده و حمل شده از پرش‌ها- استیلولیت‌های برش مانند، تمام تصویرها به غیر از خ، ب در نورطبیعی عکس‌برداری شده است. تصویرهای پ، ت، ج، ح، د، ذ بُرش نازک تهیه شده از تزریق اپوکسی آبی به پلاگ. کوتاه واژه‌ها: S.V: تخلخل حفره‌ای مجزا، C.V: تخلخل حفره‌ای مرتبط، St: استیلولیت، Ss: رگچه‌های انحلالی، Cg: کنگلومرا، Cm: سیمان، Rd: رودیست.

بایوزن‌های شناسایی شده در دشت آبادان توسط اسعدی و همکاران (۲۰۱۶)، در مجموع سه زون زیستی در بازه مورد بررسی از بخش بالایی سازند سروک شناسایی گردیده است. این یافته‌ها در شکل ۶ به صورت ستون زون زیستی در کنار ستون چینه‌شناسی آورده شده است. شرح کامل این زیست‌زون‌ها و شرح آن‌ها فراتر از موضوع این پژوهش بوده و تنها به ارائه نتیجه آن بسنده شده است.

چینه‌نگاری سکansı بخش بالایی سازند سروک
در بخش بالایی سازند سروک دو سکانس رده سوم شناسایی گردید که در این مقاله توالی سکansı شرح داده شده وابسته به توالی دارای مغزه و بُرش‌های نازک است. بر پایه نتایج به دست آمده از بررسی بایواستراتیگرافی در چاه A و با مقایسه زیست‌زون‌های تعیین شده در این پژوهش با زیست‌زون‌های تعیین شده توسط وایند (۱۹۶۵) در فروافتادگی دزفول و نیز



شکل ۶. الف- ب) معرفی زیست‌زون‌ها برپایه وایند (۱۹۶۵) (Praelveolina – Algae Ass. Z.22, Nezzazata – Alveolinids) (Ass. Z.25, Valvulammina – Dicyclina Ass. Z.29, Rudist debris Bf.24) ، همبستگی میان رخساره‌ها و مجموعه‌های رخساره‌ای، محیط رسوبی، مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی با سیستم ترک‌ها و نیز همبستگی چینه‌نگاری سکansı بخش بالایی سازند سروک در دو چاه بررسی شده، در سطح پیشینه سیلابی K130 واقع در چاه A پیک نگارهای گاما و صوتی بالاتر از این مرز قرار گرفته و علت آن کالیبره نبودن دقیق مغزه با نگارها در این بخش است؛ پ) جایگاه چاه A و B در میدان مورد بررسی و راهنمای ستون‌ها، ت) ستبرای مغزه‌ها. به افزایش ناگهانی نگار صوتی در چاه A و نیز نگار گاما و صوتی در چاه B در مرز سنومانین-تورنین توجه شود.

سکانس یکم

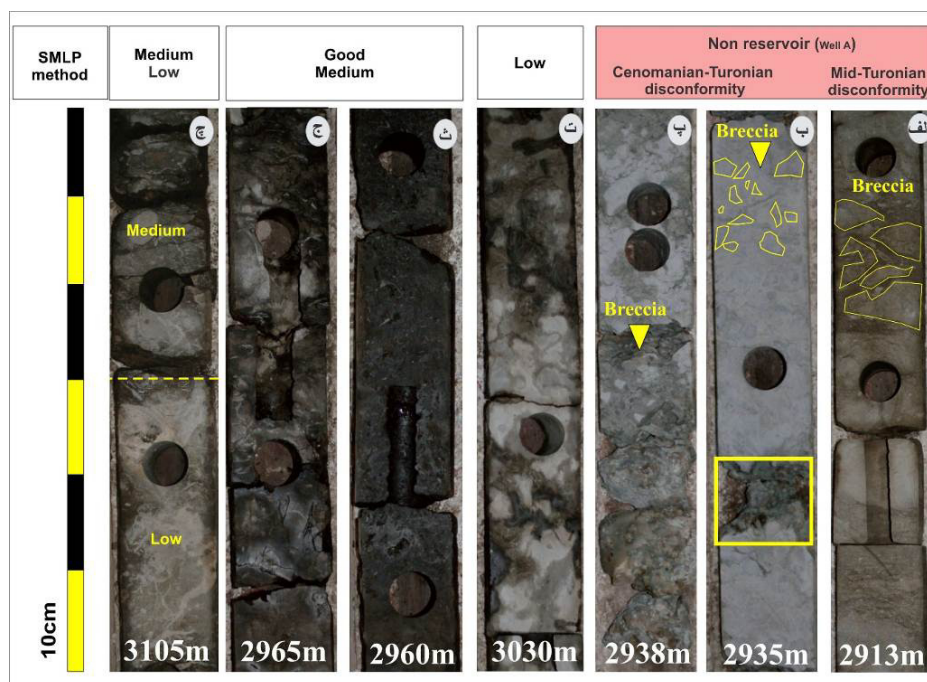
این سکانس، انخستین سکانس از توالی مورد بررسی را شامل می‌شود که مرز زیرین آن، به دلیل نبود مغزه، مشخص نیست. این سکانس ستبرترین سکانس در هر دو چاه است و در بردارنده زیست زون‌های ۲۲، ۲۵ و ۲۴ به سن سنوماین است. سیستم ترک‌ت پیش‌رونده^۱ شامل رخساره‌های دریای باز (ریزرخساره‌های ۱۱ و ۱۲) و تالوس (ریزرخساره‌های ۹ و ۱۰) می‌باشد. سطح پیشینه سیلابی با افزایش بسیار در مقدار نگار گاما و نیز پیشینه ژرف‌شدگی رخساره‌ها (ریزرخساره ۱۳): وکستون تا مادستون دارای روزن‌بران کفزی کوچک و روزن‌بران پلانکتونیک) شناخته شد. هم‌چنین این سطح روی داده‌های مغزه به صورت سنگ‌آهک‌های نازک‌لایه ریزدانه و به رنگ قهوه‌ای تیره دیده می‌شود و از لحاظ سنی می‌توان آن را هم‌ارز با MFS- K130 در صفحه عربی (شارلند و همکاران، ۲۰۰۱) در نظر گرفت. سیستم ترک‌ت تراز بالا^۲ متشکل از تناوب ریزرخساره‌های وابسته به محیط تالاب (ریزرخساره‌های ۱ و ۳)، تالوس در چاه A و نیز همراه با ریزرخساره‌های دریای باز و پشته‌های بیوکلستی زیرآبی در چاه B است (ستون محیط رسوبی و بافت ریزرخساره‌ها شکل ۶). رخساره‌های دارای واریزه‌های رودیستی در مراحل انتهایی بالآمدگی سطح آب دریا گسترش بسیار می‌یابند که در این مرحله سرعت بالا آمدن آب دریا در حال کاهش یافتن است. این واریزه‌ها بخش انتهایی سیستم ترک‌ت تراز بالا را تشکیل داده و از نظر مخزنی از اهمیت بالایی برخوردارند. مرز سکانس توضیح داده شده با سکانس دوم از نوع ناپیوستگی فرسایشی اول^۳ و مطابق با ناپیوستگی سنوماین- تورونین (اسعدی و همکاران، ۲۰۱۶؛ رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۳) است. این مرز با آثار فرآیندهای دیاژنزی شامل برش‌های انحلالی-ریزشی، انحلال گسترده حاصل از رخنمون جوی (شکل ۷) و عمدتاً با افزایش ناگهانی مقدار نگارهای گاما (چاه B) و صوتی به ویژه در چاه A شناخته شده است (شکل ۶).

سکانس دوم

این سکانس کمترین ستبرای را در بین سکانس‌های بررسی شده دارد. سن این سکانس با توجه به حضور زیست‌زون

۲۹ و تطابق آن با چاه‌های میدان‌های دشت آبادان تورونین در نظر گرفته شده است (اسعدی و همکاران، ۲۰۱۶). سیستم ترک‌ت پیش‌رونده در چاه‌های مورد بررسی متشکل از ریزرخساره‌های محیط تالاب (ریزرخساره‌های ۳ و ۴)، پشته‌های بیوکلستی زیرآبی (ریزرخساره‌های ۵ و ۶) است. سطح پیشینه سیلابی این سکانس با ریزرخساره ۱۳ مشخص می‌شود که آن را می‌توان از لحاظ سنی هم‌ارز با MFS- K140 در صفحه عربی (شارلند و همکاران، ۲۰۰۱) در نظر گرفت. سیستم ترک‌ت تراز بالا شامل تناوبی از ریزرخساره‌های دریای باز و تالوس است که به ناپیوستگی تورونین میانی ختم می‌شود. این مرز از نوع ناپیوستگی فرسایشی اول بوده و منطبق با مرز بین سازند سروک و سازند لافان است. این ناپیوستگی در بخش بالایی سازند سروک قرار دارد (اسعدی و همکاران، ۲۰۱۶) و قابل تطابق با ناپیوستگی در بیش‌تر بخش‌های صفحه عربی است (شارلند و همکاران، ۲۰۰۱؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰؛ ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۱). ناپیوستگی تورونین میانی به احتمال زیاد در نتیجه فرورانش افیولیت‌ها بر روی حاشیه شمال خاوری صفحه عربی ایجاد شده است (شارلند و همکاران، ۲۰۰۱؛ رازین و همکاران، ۲۰۱۰؛ شارپ و همکاران، ۲۰۱۰؛ ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۱). علت اصلی کاهش ستبرای این سکانس نسبت به سکانس‌های دیگر سازند سروک، ایجاد برش‌های انحلالی-ریزشی، کارستی‌شدن^۴ و خاک دیرینه (ون‌بوخم و همکاران، ۲۰۱۱؛ حاجی کاظمی و همکاران، ۲۰۱۲؛ رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۳؛ اسعدی و همکاران، ۲۰۱۶) در اثر خروج از آب به مدت ۴ تا ۵ میلیون سال است (رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۲). فرآیندهای دیاژنزی یاد شده را می‌توان به عوارض به ناپیوستگی فرسایشی تورونین میانی نسبت داد (مهرابی و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۷). هم‌چنین محل ناپیوستگی‌ها و مناطق کارستی در نمودارهای سر چاه با قرائت اشعه گامای زیاد به شکل جهش^۵ همراه می‌باشند (کمالی و پرهام، ۱۳۹۱) (ستون نگارهای پتروفیزیکی شکل ۶).

^۴ karstification^۵ Spike^۱ TST: Transgressive System Tract^۲ HST: Highstand System Tract^۳ SB: Sequence Boundary (Type 1)



شکل ۷. تصاویرهای مغزه: الف) عوارض برشی شدن مرتبط با مرز تورونین میانی، ب) عوارض برشی شدن در کل مغزه و حضور کانی‌های رسی (مربع زرد رنگ)، سیمانی شدن گسترده و حضور کانی‌های رسی باعث کوچک یا بسته شدن سیستم حفرات موجود در سنگ و کاهش ارتباط آن‌ها با یکدیگر شده است این تصویر مغزه مرتبط با به تصویر بُرش نازک "ز" در شکل ۵ است، پ) پرش‌های انحلالی-ریزشی همراه با کانی‌های رسی تشکیل شده، ت) عوارض برشی شدن وابسته به مرز سنومانین-تورونین و در آغشتگی به مواد هیدروکربنی پیرامون ریزشکستگی‌ها، ث) و ج) آغشتگی شدید به مواد هیدروکربنی در مغزه که نشانگر کیفیت مخزنی بسیار بالا است، چ) نمایش کیفیت مخزنی متوسط و پایین در کنار یکدیگر، ث، ج، چ) مغزه‌های دارای ریزرخساره واریزه رودیستی عمق‌های یاد شده برای مقایسه مغزه‌ها و ویژگی‌های آن‌ها با ستون‌های سنگ‌شناسی و چینه‌نگاری سکانشی شکل ۶ است.

شناسایی واحدهای جریان‌ی هیدرولیکی

روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی (گونتر و همکاران، ۱۹۹۷) یکی از روش‌های کاربردی در جدایش واحدهای جریان‌ی در مخازن ماسه‌سنگی و کربناته است که در مقیاس بزرگ می‌تواند برای زون‌بندی مخزن بکار گرفته شود (گونتر و همکاران، ۱۹۹۷). افزون بر آن، بهره‌گیری از این روش می‌تواند برای جدایش بهتر زون‌ها با هدف مدل‌سازی مخزن، مبنا قرار گیرد (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۵). برای این منظور از داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه بهره‌گیری می‌شود.

در این روش، محور Y «گنجایش تجمعی جریان^۱» حاصل ضرب تراوایی در ستبرای لایه (K_h) و در محور X «گنجایش تجمعی ذخیره^۲» حاصل ضرب تخلخل در ستبرای لایه (φ_h) ترسیم می‌شود. میزان گنجایش تجمعی جریان و ذخیره توسط معادله‌های زیر محاسبه می‌شود.

$$(kh) = k_1 (h_1 - h_0) + k_2 (h_2 - h_1) + \dots + k_i (h_i - h_{i-1}) \quad (1) \text{ معادله ۱}$$

$$(\phi h) = \phi_1 (h_1 - h_0) + \phi_2 (h_2 - h_1) + \dots + \phi_i (h_i - h_{i-1}) \quad (2) \text{ معادله ۲}$$

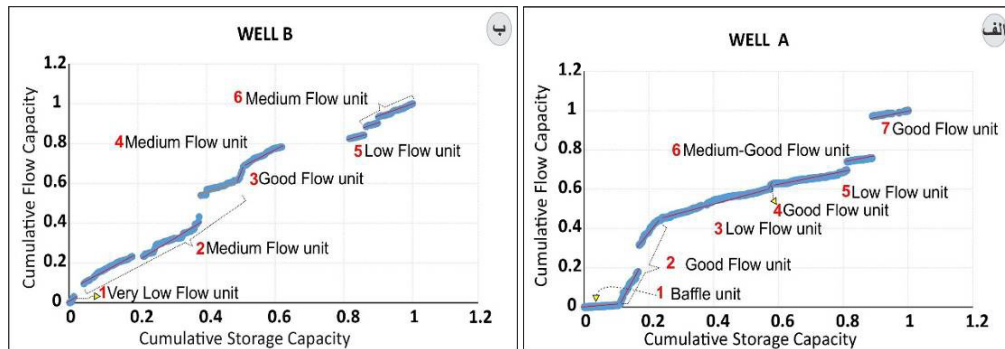
در معادله بالا، k تراوایی با واحد میلی دارسی، φ تخلخل با واحد V/V (حجم فضای متخلخل نمونه به حجم کل سنگ) و h ستبرای فواصل نمونه‌برداری شده است. تفکیک بخش‌های مخزنی در این روش بر پایه میزان گنجایش ذخیره و گنجایش جریان معین می‌شود. میزان کارایی مخزن بر پایه شیب بخش‌های متمایز شده از هم تفکیک می‌گردد. بخش‌های با شیب زیاد نمایانگر واحدهایی با گنجایش جریان بالاتر و بخش‌های با شیب کم و مسطح نمایانگر واحدهایی با تخلخل و تراوایی پایین هستند (گونتر و همکاران، ۱۹۹۷). در مخازن با ناهمگنی بالا (با تغییرات گسترده تخلخل و تراوایی)، معمولاً چهار گروه با ویژگی‌های جریان سیال و ذخیره متفاوت، شامل واحدهای جریان‌ی بسیار تراوا^۱ (گنجایش جریان بالا و

¹ Cumulative Flow Capacity

² Cumulative Storage Capacity

چاه A، هفت واحد جریانی و در چاه B، شش واحد جریانی بر پایه میزان گنجایش ذخیره و جریان از هم جدا شده است. واحد ۷ در چاه A هم‌ارزی در چاه B ندارد زیرا این بخش در چاه B مغزه‌گیری نشده است. واحدهای جریانی ۲، ۴ و ۷ در چاه A و واحد جریانی ۳ در چاه B بهترین زون‌های مخزنی از نظر گنجایش ذخیره و جریان هستند. هم‌چنین واحدهای جریانی ۶ (چاه‌های A, B) و ۲ (چاه B) از کیفیت مخزنی متوسطی برخوردارند. واحد ۱ در چاه A دارای تخلخل به نسبت بالا و تراوایی پایین بوده که این نوع واحدها در شناسایی و جدایی واحدهای جریانی توسط لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی به عنوان واحدهای بافلی در نظر گرفته می‌شوند. در بررسی‌های زمین‌شناسی مخزن، واحدهای بافلی با ایجاد ناهمگنی در تغییرات تخلخل-تراوایی به صورت عمودی، واحدهای مناسبی از نظر تولید هیدروکربن محسوب نمی‌شوند.

ذخیره پایین)، واحد جریانی معمولی^۲ (گنجایش ذخیره و جریان آن‌ها با هم همخوانی داشته و می‌توان آن‌ها را بر پایه کیفیت به انواع خوب تا ضعیف دسته‌بندی کرد)، واحدهای ایجاد کننده آشفستگی^۳ (گنجایش جریان پایین اما گنجایش ذخیره بالا) و واحدهای سدی^۴ (گنجایش جریان و ذخیره بسیار کم) شناسایی و جدا می‌شوند. این روش به دلیل در نظر گرفتن ستبرای واحدها و ویژگی‌های پتروفیزیکی سنگ، یک روش کارآمد در شناسایی واحدهای جریانی در مخازن هیدروکربنی و زون‌بندی مخزن است (رحیم‌پور بناب و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴؛ اسعدی و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به اینکه این روش در هر چاه به صورت جداگانه محاسبه می‌شود و توالی مغزه‌گیری دو چاه یکسان نیست در نتیجه شمار واحدهای جریانی جدا شده در هر چاه متفاوت بوده و ویژگی‌های هر واحد معرفی شده نیز متفاوت است و برای مقایسه بهتر واحدهای جریانی میانگین تخلخل و تراوایی هر واحد در یک جدول آورده شده است (جدول ۲).



شکل ۸. الف-ب) نمودار گنجایش ذخیره (ϕh) در برابر گنجایش جریان (Kh) برای دو چاه A و B. در هر کدام از چاه‌های مورد بررسی، بر پایه نقاط عطف منحنی و میانگین تخلخل و تراوایی هفت واحد جریانی در چاه A و شش واحد جریانی در چاه B شناسایی شده است. به دلیل نمونه‌برداری منقطع از بخش بالایی توالی سازند سروک در هر چاه، نمودار ارائه شده دارای فواصل ناپیوسته است. خطوط دارای شیب و میانگین تخلخل-تراوایی همانند در قالب یک واحد معرفی شده است (مانند واحد ۲ در چاه‌های مورد بررسی).

رسوبی، محیط‌رسوبی، مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی و چینه‌نگاری سکansı در شکل ۹ ترسیم شدند. در هر کدام از چاه‌ها، زون‌های شناسایی شده با بهره‌گیری از روش SMLP در یک جدول ارائه و از نظر نوع رخساره‌های چیره، بافت، سیستم منافذ، فرآیندهای دیاژنزی و کیفیت مخزنی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳). بر این پایه واحدهای جریانی ۲، ۴ و ۷ در چاه A و واحد جریانی ۳ در چاه B، بهترین زون‌های مخزنی از نظر توزیع تخلخل، تراوایی و آغستگی به مواد هیدروکربنی

واحدهای جریانی و همبستگی آن با چینه‌نگاری سکansı

پس از شناسایی سکانس‌های بخش بالایی توالی سازند سروک، برای بررسی ارتباط این سکانس‌ها با توزیع واحدهای جریانی از روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی، واحدهای شناسایی شده همراه با بافت

¹ Super Permeable Unit

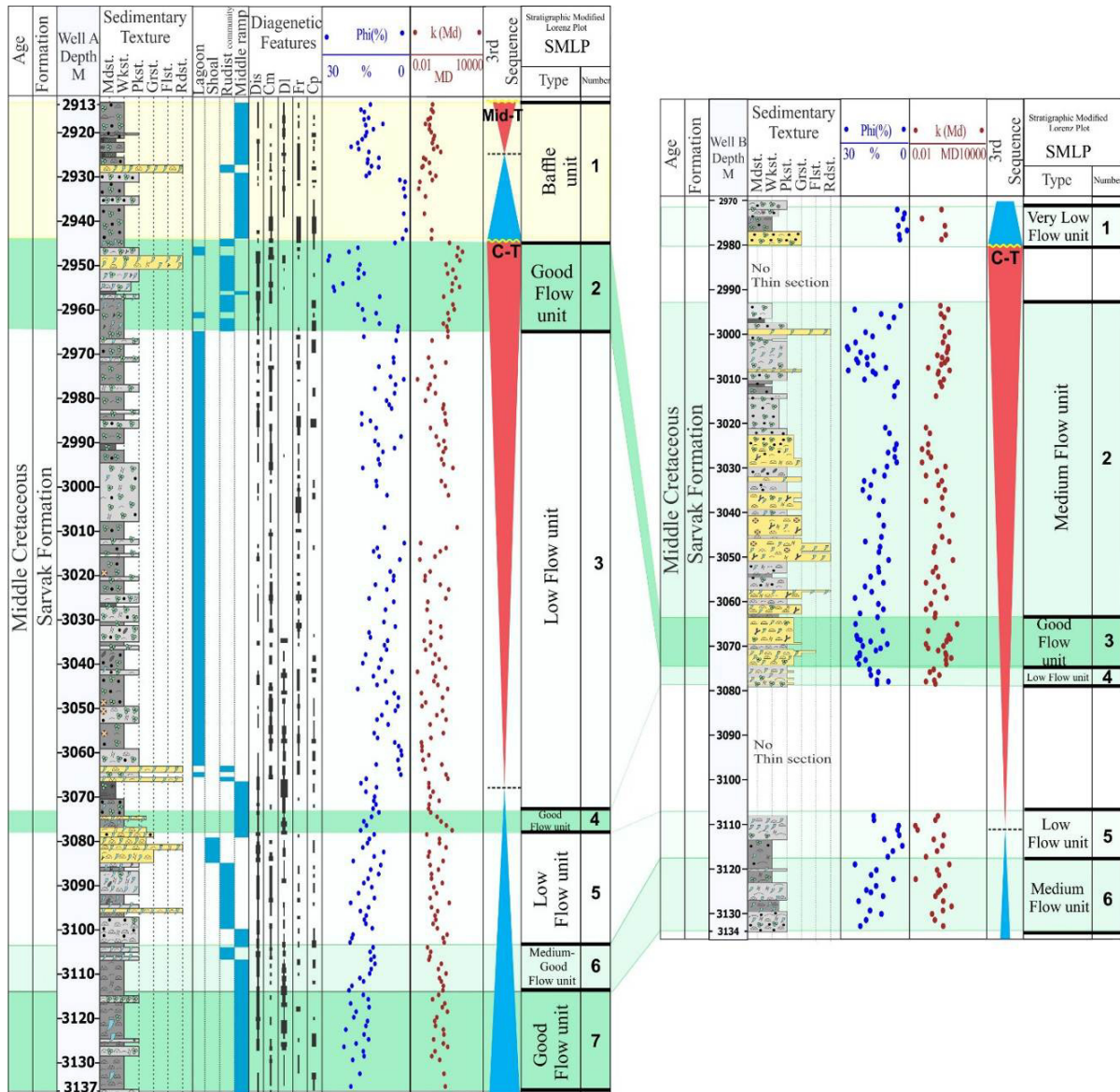
² Normal Flow Unit

³ Baffle Unit

⁴ Barrier Unit

بالای سکانس ۲ قرار دارد (شکل ۹). واحدهای جریانی ۳، ۵ (A)، ۱، ۴ و ۵ (B) دارای کیفیت مخزنی پایینی است و عامل اصلی کاهش کیفیت مخزنی سیمانی شدن گسترده، دولومیتی شدن و فشردگی می‌باشد. این زون‌ها در انتهای سیستم ترکت‌های پیشرونده سکانس ۱ متعلق به چاه A و سکانس ۱ و ۲ متعلق به چاه B و همچنین در ابتدای سیستم ترکت‌های تراز بالای هر دو چاه قرار دارند.

محسوب می‌شوند. این واحدها در بخش میانه تا انتهای سیستم ترکت تراز بالا و همچنین در بخش ابتدا تا میانی سیستم ترکت پیشرونده سکانس اول قرار دارند. واحد ۱ در چاه A و به دلیل توسعه تخلخل‌های قالبی و حفره‌ای مجزا دارای تخلخل نسبتاً بالا (۱۱ درصد) و به علت سیمانی شدن و نیز برش‌های ریزشی- انحلالی از تراوایی پایینی (۰/۷ میلی داری) برخوردار است. این زون در سیستم ترکت پیشرونده و ابتدای سیستم ترکت تراز



شکل ۹. همبستگی واحدهای جریانی شناسایی شده بر پایه روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی با جایگاه چینه‌نگاری سکانسی، فرآیندهای دیاژنزی و محیط‌رسوبی در بخش بالایی سازند سروک در دو چاه A و B در میدان مورد بررسی در دشت آبادان.

جدول ۲. میانگین تخلخل و تراوایی هر کدام از واحدهای جریان‌شناسایی شده در روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی بخش مخزنی سازند سروک در چاه‌های مطالعه واقع در دشت آبادان.

روشناسایی واحدهای جریان‌شناسایی	شماره واحدهای جریان‌شناسایی	نام چاه	میانگین		کیفیت مخزنی
			تخلخل (%)	تراوایی (md)	
نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌شناسی (SMLP)	واحد ۱	A	۱۱/۶۸	۰/۷۸	واحد بافل
		B	۳/۷۶	۱/۷۸	بسیار پایین
	واحد ۲	A	۱۶	۳۸/۸۲	خوب
		B	۱۴/۳۴	۶/۹۸	متوسط
	واحد ۳	A	۹/۲۰	۳/۷۸	پایین
		B	۲۲/۰۷	۲۹/۵۷	خوب
	واحد ۴	A	۱۲/۸۴	۲۰/۵۸	خوب
		B	۱۷/۷۹	۵/۳۹	متوسط
	واحد ۵	A	۱۴/۴۲	۳/۲۴	پایین
		B	۹/۳۰	۱/۳۱	بسیار پایین
	واحد ۶	A	۱۶/۸۹	۱۰/۵۸	خوب تا متوسط
		B	۱۸/۸۶	۹/۹۳	متوسط
	واحد ۷	A	۱۶/۷۳	۵۴/۲۰	خوب
		-	-	-	-

جدول ۳. ویژگی‌های هر کدام از واحدهای جریان‌شناسایی شده بر پایه روش لورنز بر مبنای چینه‌شناسی در چاه A نشان داده شده است.

واحدهای جریان‌شناسایی	بافت و محیط رسوبی	فرآیندهای دیانژنی	سیستم منافذ	کیفیت مخزنی
واحد ۱	عمدتا بافت وکستون و در برخی موارد رودستون، محیط رمپ میانی	دولومیتی شدن، شکستگی و فشردگی	تخلخل بسیار پایین و از نوع حفره-ای مجزا، بین بلوری، درون دانه‌ای	واحد بافل
واحد ۲	غالباً بافت رودستون و پکستون دارای واریزه رودیستی، محیط تالوس	انحلال گسترده، سیمانی شدن، دولومیتی شدن	تخلخل بالا و از نوع حفره‌ای مرتبط، مجزا و بین دانه‌ای	خوب
واحد ۳	بافت از وکستون تا پکستون متغیر است، محیط تالاب	انحلال کم، تجدید تبلور و شکستگی، سیمانی شدن، ریز شکستگی، دولومیتی شدند و فشردگی	تخلخل عموماً درون دانه‌ای و بین بلوری، ماتریکس، ریز شکستگی	پایین
واحد ۴	بافت وکستون، پکستون تا گرینستون دارای واریزه رودیستی، محیط رمپ میانی	انحلال و دولومیتی شدن	تخلخل حفره‌ای مجزا و مرتبط، بین بلوری	خوب
واحد ۵	بافت از پکستون تا گرینستون متغیر می باشد، در مواردی وکستون است. محیط رمپ میانی، تالوس و پشته بیوکستی	عمدتاً سیمانی شدن، دولومیتی شدن، انحلال و درصد ناچیزی فشردگی	درون دانه‌ای، قالبی، حفره‌ای مجزا، بین بلوری	پایین
واحد ۶	بافت وکستون تا پکستون دارای واریزه رودیستی، محیط رمپ میانی و تالوس	انحلال، سیمانی شدن ناچیز و دولومیتی شدن	تخلخل حفره‌ای، درون دانه‌ای و بین بلوری	خوب تا متوسط
واحد ۷	بافت وکستون تا پکستون دارای واریزه رودیست و خارپوست و محیط رمپ میانی	عمدتاً دولومیتی شدن و انحلال، درصد کمی فشردگی و شکستگی، سیمان دور دانه	تخلخل بالا عمدتاً از نوع حفره‌ای مرتبط و مجزا، بین بلوری و در مواردی بین دانه‌ای	خوب

نتیجه‌گیری

برای شناسایی واحدهای جریان‌ی بخش بالایی سازند سروک و تفسیر آن‌ها در چارچوب چین‌نگاری سکانسی در یکی از میدان‌های ناحیه دشت آبادان، از تلفیق داده‌های سنگ‌نگاری، توصیف مغزه‌ها و نمودارهای پتروفیزیکی دو چاه مهم بهره‌گیری شد. بر پایه این بررسی‌ها، دو سکانس رده سوم برای بخش بالایی سازند سروک شناسایی گردید. از روش پتروفیزیکی لورنز اصلاح شده بر مبنای چین‌شناسی برای شناسایی واحدهای جریان‌ی بهره‌گیری شد و در مجموع هفت واحد جریان در چاه A و شش واحد جریان‌ی در چاه B شناسایی شد. زون‌های مخزنی با کیفیت بالا عمدتاً در ابتدای سیستم ترکت پیشرونده و انتهای سیستم ترکت تراز بالا قرار گرفته‌اند. این زون‌ها عمدتاً منطبق بر رخساره‌های دارای واریزه رودیستی مرتبط با تالوس و پشته‌های زیرآبی بوده که زیر تأثیر انحلال حاصل از دیاژنز متئوریک (در مرحله تلوزنز) قرار گرفته‌اند. در انتهای سیستم ترکت پیشرونده و ابتدای سیستم ترکت تراز بالا عموماً زون‌های غیرمخزنی یا با کیفیت مخزنی بسیار پایین دیده شدند که این زون‌ها بیش‌تر با تناوبی از رخساره‌های تالاب، پشته‌های زیرآبی و دریای باز همراه هستند. عامل اصلی کاهش کیفیت مخزنی در این زون‌ها، برشی شدن و سیمانی شدن گسترده متأثر از ناپیوستگی‌های تورونین میانی و سنوماین-تورونین است. با بررسی واحدهای جریان‌ی و چین‌نگاری سکانسی می‌توان گفت که بخش‌های مخزنی و غیرمخزنی این سازند ارتباط مستقیمی با سطوح ناپیوستگی و فرآیندهای دیاژنزی وابسته به آن دارد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از پژوهش شرکت مهندسی و توسعه نفت به ویژه آقای دکتر حجت نوروزی و واحد زمین‌شناسی پژوهشگاه صنعت نفت برای همکاری مناسب در راستای انجام این پژوهش و نیز همکاری در انتشار یافته‌های آن نهایت سپاس‌گزاری خود را ابراز دارند.

منابع

آقائباتی، س. ع (۱۳۹۲) زمین‌شناسی ایران و کشورهای همجوار، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ص ۶۷۶.

اسعدی، ع.، هنرمند، ج.، رحمانی، ع.، رئیسی، ع. ر (۱۳۹۴) شناسایی و تفسیر رخساره‌های رسوبی و دیاژنزی از طریق مفهوم رخساره لاگ‌ها، مطالعه موردی از مخزن سروک در یکی از میداین بزرگ نفتی جنوب‌غربی ایران. دوفصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، جلد ۶، شماره ۲، ص. ۱۰۳-۱۱۹.

اسعدی، ع.، هنرمند، ج.، ع.، معلمی، س.، ع.، عبداللهی فرد، ا (۱۳۹۵) تعیین واحدهای جریان‌ی در بخش مخزنی سازند سروک، مطالعه موردی در یکی از میداین هیدروکربنی جنوب‌غرب ایران، فصلنامه پژوهش نفت، دوره ۲۶، ص. ۶۶-۸۲.

جدیری آقایی، ر.، رحیم‌پور بناب، ح.، توکلی، و.، کدخدائی ایلخچی، ر.، یوسف‌پور، م. ر (۱۳۹۶) مطالعه واحدهای جریان‌ی و رخساره‌های الکتریکی در سازند میشریف (بخش بالایی سازند سروک) و تخمین ضخامت زون مخزنی در میدان‌های نفتی سیری (خلیج فارس)، دوفصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، جلد ۶، شماره ۹، ص. ۸۶-۹۸.

فراهرزی، س.، رحیم‌پور بناب، ح.، رنجبران، م (۱۳۹۴) بازسازی توالی فرآیندهای دیاژنزی در بخش بالایی سازند سروک در یکی از میداین جنوب غرب ایران، کارگاه‌های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی و دومین کنگره بین‌المللی تخصصی علوم زمین، ایران-تهران، ص. ۷.

فراهرزی، س.، رحیم‌پور بناب، ح.، رنجبران، م (۱۳۹۶) کنترل رخساره‌ها و فرآیندهای دیاژنزی بر کیفیت مخزنی سازند سروک در یکی از میداین نفتی ناحیه دشت آبادان، جنوب غرب ایران. دوره ۲۷، شماره ۱۰۵.

کمالی، م.، پرهام، س (۱۳۹۱) زمین‌شناسی مخازن کربناته: تشخیص، توصیف و ارزیابی خواص مخازن هیدروکربنی در سنگ‌های کربناته، (تالیف واین اهر)، پژوهشگاه صنعت نفت، ۳۸۳ ص.

مطیعی، ه (۱۳۷۲) زمین‌شناسی ایران، چین‌شناسی زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.

Abdollahie Fard, I. A., Braathen, A., Mokhtari, M. & Alavi, S. A. (2006) Interaction of the Zagros Fold-Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, 12(4): 347-362.

Ahr, W. M (2008) *Geology of carbonate reservoirs*. John Wiley & Sons, Chichester, 296 p.

- Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic–Cenozoic, Geological Society, London, Special Publications, 330: 253-272.
- Hajikazemi, E., Al-Aasm, I. S. & Coniglio, M (2012) Chemostratigraphy of Cenomanian–Turonian carbonates of the Sarvak Formation, Southern Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 35(2): 187-205.
- Hajikazemi, E., Al-Aasm, I. S. & Coniglio, M (2017) Diagenetic history and reservoir properties of the Cenomanian-Turonian carbonates in southwestern Iran and the Persian Gulf, 88: 845-857.
- Hollis, C (2011) Diagenetic controls on reservoir properties of carbonate successions within the Albian–Turonian of the Arabian Plate. *Petroleum Geoscience*, 17(3): 223-241.
- Huber, B. T., Norris, R. D., and MacLeod, K. G (2002) Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous. *Geology*, 30(2): 123-126.
- James, G. A. & Wynd, J. G (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association Petroleum Geologists*, 49(12): 2182–2245.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Enayati-Bidgoli, A. H., Esrafil-Dizaji, B (2015a) Impact of contrasting paleoclimate on carbonate reservoir architecture: Cases from arid Permo-Triassic and humid Cretaceous platforms in the south and southwestern Iran. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 126: 262–283.
- Mehrabi H., Rahimpour-Bonab H., Hajikazemi E. & Jamalian, A (2015b) Controls on depositional facies in Upper Cretaceous carbonate reservoirs in the Zagros area and the Persian Gulf, Iran *Facies*, 61: 1-24.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H (2014) Paleoclimate and tectonic controls on the depositional and diagenetic history of the Cenomanian–early Turonian carbonate reservoirs, Dezful Embayment, SW Iran. *Facies*, 60 (1): 147-167.
- Murris, R. J. (1980) Middle East: stratigraphic evolution and oil habitat. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 64 (5): 597–618.
- Navidtalab, A., Rahimpour-Bonab, H., Huck, S. and Heimhofer, U. 2016. Elemental geochemistry and strontium-isotope stratigraphy of Cenomanian to Santonian neritic carbonates in the Zagros Basin, Iran. *Sedimentary Geology*, 346: 35-48.
- Nelson, R (2001) *Geologic analysis of naturally fractured reservoirs*, Gulf Professional Publishing. p. 332.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Enayati-Bidgoli, A. H. & Omidvar, M (2012) Coupled Al-Ajmi, F. A., Holditch, S. A (2000) Permeability estimation using hydraulic flow units in a central Arabia reservoir. SPE paper No. 63254.
- Alavi, M (2007) Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran. *American Journal of Sciences*, 307: 1064–1095.
- Amaefule, J. O., Altunbay, M., Tiab, D., Kersey, D. G., Keelan, D. K (1993) Enhanced reservoir description; using core and log data to identify hydraulic (flow) units and predict permeability in uncored intervals/wells: Formation evaluation and reservoir geology. Society of Petroleum Engineers Annual Conference, p. 205-220.
- Aqrabi, A. A. M., Mahdi, T. A., Sherwani, G. H., Horbury, A. D (2010) Characterization of the Mid-Cretaceous Mishrif reservoir of the southern Mesopotamian Basin, Iraq. In: American Association of Petroleum Geologists Conference and Exhibition, p. 7–10.
- Assadi, A., Honarmand, J., Moallemi, S. A. & AbdollahiFard, I. A (2016) Depositional environments and sequence stratigraphy of the Sarvak Formation in an oil field in the Abadan Plain, SW Iran. *Facies*, 62(4): 26.
- Assadi, A., Honarmand, J., Moallemi, S. A., & Abdollahi-Fard, I (2018) An integrated approach for identification and characterization of palaeo-exposure surfaces in the upper Sarvak Formation of Abadan Plain, SW Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 145: 32-48.
- Ebanks, W. J. (1987) Flow unit concept-integrated approach to reservoir description for engineering projects. AAPG Meeting Abstracts, 1: 521-522.
- Emery, D., Myers, K. J (1996) *Sequence Stratigraphy*. Blackwell, Oxford, 297p.
- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A. & Taati, F (2010) Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 37: 275-285.
- Ghazban, F (2007) *Petroleum geology of the Persian Gulf*. Joint publication, Tehran University Press and National Iranian Oil Company, Tehran.
- Gomes, J. S., Riberio, M. T., Strohmenger, C. J., Negahban, S., Kalam, M. Z (2008) Carbonate Reservoir Rock Typing – The Link between Geology and SCAL. SPE paper 118284.
- Gunter, G. W., Finneran, J. M., Hartmann, D. J. and Miller, J. D (1997) Early determination of reservoir flow units using an integrated petrophysical method. Annual Technical Conference and Exhibition, p. 373-380.
- Hajikazemi, E., Al-Aasm, I. S. & Coniglio, M (2010) Subaerial exposure and meteoric diagenesis of the Cenomanian-Turonian Upper Sarvak Formation, southwestern Iran. In: Leturmy, P. & Robin, C. (Eds), *Tectonic and*

to Turonian carbonate platform systems in coastal Fars (SW Iran). *Marine and Petroleum Geology*, 63: 46-67.

imprints of tropical climate and recurring emergence on reservoir evolution of a mid-Cretaceous carbonate ramp, Zagros Basin, southwest Iran. *Cretaceous Research*, 37: 15-34.

- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A., Omidvar, M., Enayati-Bidgoli, A. H. & Sonei, R., Izadi-Mazidi, E. (2013) Palaeo-exposure surfaces in Cenomanian–Santonian carbonate reservoirs in the Dezful embayment, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 36 (4): 335-362.
- Razin, P., Taati, F. & Van Buchem, F. S. P (2010) Sequence stratigraphy of Cenomanian–Turonian carbonate platform margins (Sarvak Formation) in the High Zagros, SW Iran: an outcrop reference model for the Arabian Plate. In: van Buchem, F. S. P., Gerdes, K. D. & Esteban, M. (Eds.), *Mesozoic and Cenozoic Carbonate Systems of the Mediterranean and the Middle East: Stratigraphic and Diagenetic Reference Models*, Geological Society, London, Special Publications, 329: 187-218.
- Sattarzadeh Y, Cosgrove J, Vita-Finzi C (1999) The interplay of faulting and folding during the evolution of the Zagros deformation belt, In: Cosgrove, J. W. & Ameen, M. S. (Eds.), *Forced Folds and Fractures*, Geological Society, London, Special Publications, 169: 187-196.
- Setudehnia, A (1978) The Mesozoic sequence in southwest Iran and adjacent areas. *Journal of Petroleum Geology*, 1(1): 3-42.
- Sharland, P. R., Archer, R., Casey, D. M., Davies, R. B., Hall, S. H., Heyward, A. P., Horbury, A. D. & Simmons, M. D (2001) Arabian plate sequence stratigraphy. *GeoArabia*, Special Publication 2, 371 p.
- Sharp, I., Gillespie, P., Morsalnezhad, D., Taberner, C., Karpuz, R., Verge's, J., Horbury, A., Pickard, N., Garland, J.,
- Svirsky D., Ryazanov A., Pankov M., Yukos E.P (2004) Corbett P. W. M., Hydraulic flow units resolve reservoir description challenges in a Siberian Oil Field", *SPE Paper87056*, 12 p.
- Taghavi, A. A., Mork, A. and Emadi, M. A (2006) Sequence stratigraphically controlled diagenesis governs reservoir quality in the carbonate Dehluran field, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, 12: 115-126.
- Van Buchem, F. S. P., Simmons, M. D., Droste, H. J. & Davies, R. B (2011) Late Aptian to Turonian stratigraphy of the eastern Arabian Plate–depositional sequences and lithostratigraphic nomenclature. *Petroleum Geoscience*, 17(3): 211-222.
- Vincent, B., van Buchem, F. S., Bulot, L. G., Jalali, M., Swennen, R., Hosseini, A. S. & Baghbani, D (2015) Depositional sequences, diagenesis and structural control of the Albian