



<https://jssr.ui.ac.ir/?lang=en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Vol. 37, Issue 2, No. 83, Summer 2021, pp 77-96
Received: 24.01.2021 Accepted: 13.04.2021

Research Paper

Stratigraphic forward modeling of the Asmari Formation to determine carbonate production, sediment supply, and transport parameters in selected oilfields of Abadan Plain

Elham Asadi Mehmandosti *

Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
e.asadi@khu.ac.ir

Somayeh Lashgari

Master student, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
s.lashgari00@gmail.com

Seyed Ali Moallemi

National Iranian Oil Company-Exploration Directorate, Tehran, Iran
llemisa@gmail.com

Jahanbakhsh Daneshian

Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
daneshian@khu.ac.ir

Abstract

The Asmari Formation is a thick carbonate-terrigenous succession in the Zagros Foreland Basin deposited during the Oligocene–Early Miocene ages. The Stratigraphic forward modeling is used in this study to determine the sediment supply, transportation parameters, and production rate of the Asmari Formation during precipitation in the Abadan Plain. The Dionisos Flow software is used for modeling studied depositional sequences. Argillaceous limestones, sandy dolostones, sandy limestones, sandy shales, limestones, sandstones, and shales are the main lithology of the Asmari Formation in studied wells. Also, the studied formation consists of four to five depositional sequences in the studied wells. The sedimentary environment of the Asmari Formation in the selected wells includes the inner to outer ramp (hemipelagic and pelagic deposits). The input parameters to the software for modeling include gamma log data, global sea-level curve, thickness and bathymetry maps, as well as sedimentary facies. Examination of the calculated data shows that the wave energy and water flow rate are effective factors in the sediment transportation and change in the sedimentation process of the region. The highest rate of carbonate production is estimated in the transgressive system tract of the second depositional sequence of studied wells in the inner ramp environment.

Keywords: Sediment Supply, Carbonate Production, Asmari Formation, Abadan Plain, Dionisos Flow Software.

Introduction

Stratigraphic forward modeling is one of the branches of sedimentary basin modeling that helps petroleum geologists to better understand the variation of depositional sequences in carbonate and terrigenous environments. The Dionisos Flow software can calculate and visualize sediment supply, subsidence, and carbonate production rates over geological

time. Thus, this software helps to model the stratigraphic variation in a selected basin.

The Asmari Formation (Oligocene–Early Miocene ages) is known as one of the most important carbonate formations in Iran due to its high reservoir capacity. In this study, the Asmari Formation was investigated by the Dionisos Flow to demonstrate stratigraphic forward modeling during precipitation in the Abadan Plain.

*Corresponding author

Asadi Mehmandosti, E., Lashgari, S., Moallemi, S. and Daneshian, J. (2021). Stratigraphic forward modeling of the Asmari Formation to determine carbonate production, sediment supply, and transport parameters in selected oilfields of Abadan Plain. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 37(2), 77-96.



2423-8007 / © 2021

This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<http://dx.doi.org/10.22108/jssr.2021.25604>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1400.37.2.4.2>

Material & Methods

Dionisos Flow Software was used to determine the sediment supply and carbonate production rates of the Asmari Formation in five oil fields (six wells) of the Abadan Plain. Selected oilfields include Jufeyr, Azadegan, Yadavaran (Kusk and Hosseiniyeh), Omid, and Darquain. Input parameters to the software include gamma log data, global sea-level curve, depth and thickness maps, bathymetry data, and sedimentary facies. Firstly, these data are changed to numeric data. Then, these data are processed by Dionisos Flow Software for calculating parameters that are used for modeling.

The geometry of the sedimentary basin of the Asmari Formation in the study area includes X=160 (length) and Y=100 km (width). The forward stratigraphic modelling is performed from the past to the present in a sequence of time steps. Therefore, in this study, the age from the beginning to the end of the simulation has been determined 33.19–9.4My with using palaeontological data in palaeolog information of each of the studied wells and strontium isotope dating studies.

Discussion of Results & Conclusion

The main lithology of the Asmari Formation in the studied wells are argillaceous limestones, sandy dolostones, sandy

limestones, sandy shales, limestones, sandstones, and shales. This formation in the studied wells consists of four to five depositional sequences. The first depositional sequence of each well includes deep to semi-deep facies (mainly clayey limestones) and belongs to the lower part of the Asmari Formation with the Rupelian age. The second to fifth depositional sequences of the Asmari Formation in the studied wells mainly consist of sandstones and shaly sandstones, and according to the constituent facies, belong to the inner ramp environment. These depositional sequences were found in the upper part of the Asmari Formation with the Aquitanian age.


A study of stratigraphic forward modeling in depositional sequences of the Asmari Formation shows that the sediment supply rate per unit time for each of the depositional sequences was controlled by two main parameters, including global sea-level changes and tectonic processes in the region.

Also, the factors that were affecting sediment transport were the water flow rate and wave energy. The energy from the water waves in the fifth depositional sequence is estimated at 48.2 KW/m, which decreases with the increase of depth in the lower depositional sequences of the formation. The highest rate of carbonate production is estimated in the transgressive system tract of the second depositional sequence in the inner ramp environment.



مقاله پژوهشی

مدل‌سازی سازند آسماری به‌منظور تعیین میزان تولید کربنات و تأمین رسوب و پارامترهای مؤثر بر آن در میادین نفتی انتخابی دشت آبادان

الهام اسدی مهماندوستی* ، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
e.asadi@khu.ac.ir

سمیه لشگری، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
s.lashgari00@gmail.com

سید علی معلمی، استادیار، گروه اکتشاف و تولید، پژوهشگاه صنعت نفت تهران، ایران
moallemisa@gmail.com

جهانبخش دانشیان، دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
daneshian@khu.ac.ir

چکیده

سازند آسماری توالی ضخیم کربناته-تخریبی در حوضه فورلند زاگرس است که در زمان الیگوسن-میوسن پیشین نهشته شده است. در این مطالعه به‌منظور تعیین میزان تأمین رسوب و پارامترهای مؤثر بر انتقال آن و میزان تولید کربنات حوضه رسوبی سازند آسماری در دشت آبادان از مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو استفاده شده است. نرم‌افزار مطالعه‌شده، نرم‌افزار Dionisos Flow و میادین انتخابی شامل میادین جفیر، آزادگان، یادآوران، امید و دارخوین بوده است. سازند آسماری با ترکیب سنگ‌شناسی سنگ آهک رسی، دولومیت ماسه‌ای، سنگ آهک ماسه‌ای، ماسه‌سنگ شیلی، سنگ آهک، ماسه‌سنگ و شیل در چاههای مطالعه‌شده از ۴ تا ۵ توالی رسوبی تشکیل شده است. محیط رسوبی سازند آسماری در چاههای مطالعه‌شده شامل رمپ داخلی و رمپ خارجی (رسوبات همی پلاژیک و پلاژیک) است. پارامترهای ورودی به نرم‌افزار به‌منظور مدل‌سازی شامل داده‌های لاگ گاما، تغییرات جهانی سطح آب دریا، نقشه‌های ضخامت، نقشه‌های عمق‌سنجی دیرینه و رخساره‌های رسوبی است. بررسی داده‌های محاسبه‌شده نشان می‌دهد انرژی حاصل از امواج آب و جریان آب از عوامل مؤثر در انتقال رسوبات و تغییر در روند رسوب‌گذاری منطقه است. بیشترین میزان تولید کربنات در سیستم تراک تراز پیش‌رونده توالی دوم چاهها در محیط رمپ داخلی تخمین زده شده است.

واژه‌های کلیدی: تأمین رسوب، تولید کربنات، سازند آسماری، دشت آبادان، نرم‌افزار Dionisos Flow

* نویسنده مسئول

اسدی مهماندوستی، ا؛ لشگری، س؛ معلمی، ع و دانشیان، ج. (۱۴۰۰). مدل‌سازی سازند آسماری به‌منظور تعیین میزان تولید کربنات و تأمین رسوب و پارامترهای مؤثر بر آن در میادین نفتی انتخابی دشت آبادان، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۷(۲): ۷۷-۹۶.



مقدمه

سازند آسماری، توالی کربناته‌ای است که به دلیل توان مخزنی زیاد به‌مثابه یکی از مهم‌ترین سازندهای کربناته در ایران شناخته شده است (Agha Nabati 2006). این سازند برای نخستین بار در تنگ گل‌ترش واقع در کوه آسماری شناسایی شد (Richardson 1924). برش نمونه سازند آسماری با ۳۱۴ متر ضخامت شامل سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک رسی است (Adams and Bourgeois 1967; Motie 1993; Agha Nabati 2006). به علت مقاومت و سختی خاص سنگ‌های آهک سازند آسماری، این سازند ارتفاعات و بخش‌های مقاوم منطقه زاگرس چین‌خورده را تشکیل می‌دهد (Darvishzadeh 2009). این سازند در برش‌های کامل به دو بخش عضو ماسه‌سنگ اهواز در نواحی جنوبی فرفاقدگی دزفول و عضو تبخیری کله‌ر در جنوب غرب لرستان تقسیم می‌شود (Motie 1993) و در زمان الیگوسن تا میوسن در حوضه فورلند زاگرس تشکیل شده است (Alavi 2004). با توجه به اهمیت مخزنی سازند آسماری تاکنون مطالعات گوناگونی از نظر ویژگی‌های مختلف زمین‌شناسی روی این سازند صورت پذیرفته است (برای نمونه: Taheri et al. 2017; Farshi et al. 2019; Gharechelou et al. 2020). اما تعداد مطالعات انجام‌شده با استفاده از نرم‌افزار Dionisos Flow به‌منظور مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو در حوضه‌های رسوبی ایران بسیار اندک است.

بنابراین هدف از این مطالعه، استفاده از نتایج چینه‌شناسی توالی‌ها، مطالعات محیط رسوبی و داده‌های لاگ گاما در بررسی تحولات حوضه رسوبی سازند آسماری در میدانی انتخابی دشت آبادان با استفاده از روش مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو است؛ به این منظور میزان تأمین رسوب و پارامترهای مؤثر بر انتقال آن و همچنین میزان تولید کربنات سازند مطالعه شده باید تعیین شود. نتایج بررسی تحولات حوضه رسوبی سازند آسماری با روش مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو می‌تواند در مطالعات اکتشافی صورت‌گرفته در دشت آبادان به کار رود.

زمین‌شناسی منطقه

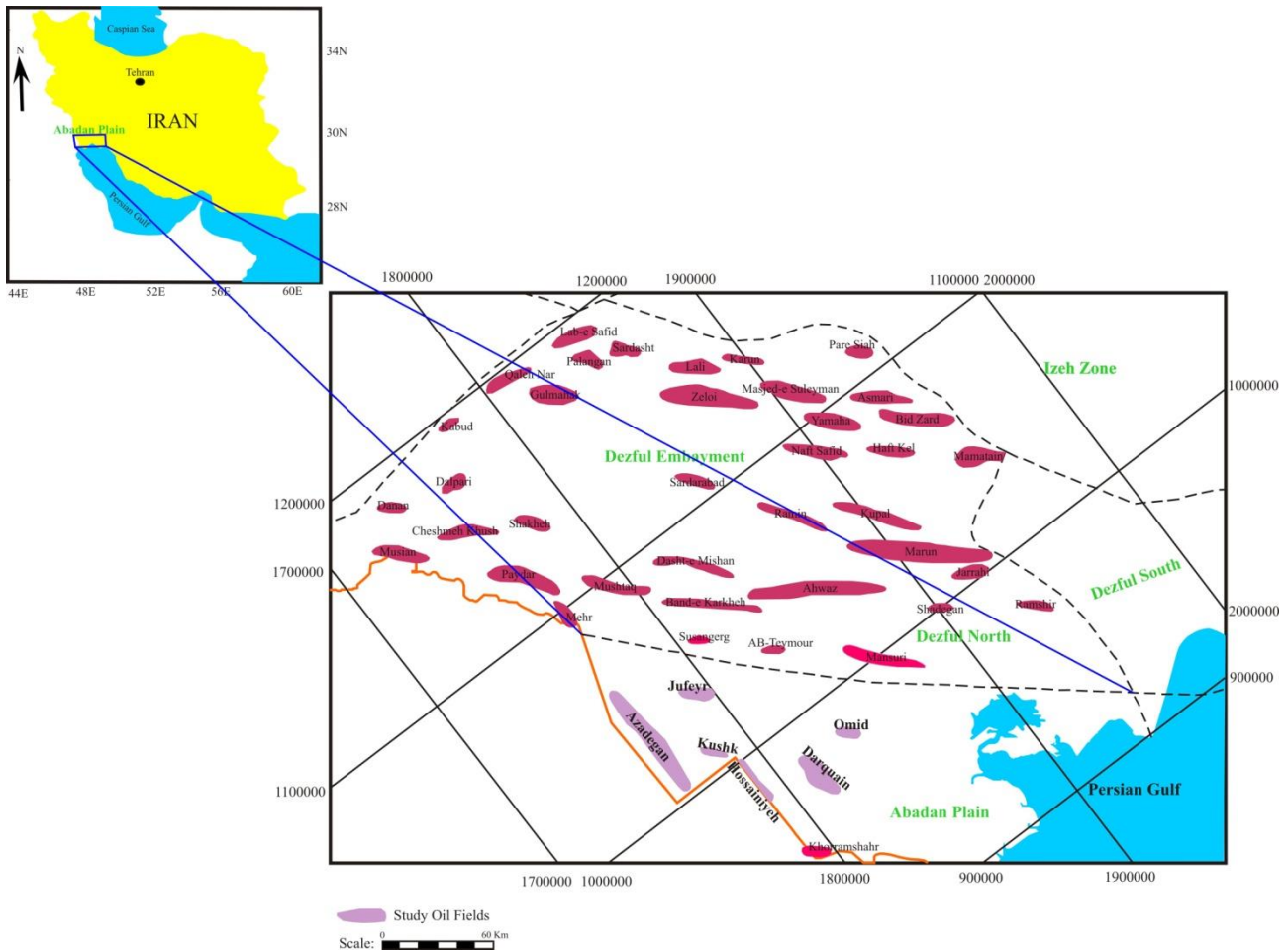
شبهه‌سازی حوضه رسوبی، علمی مؤثر در پاسخ به چالش‌هایی است که زمین‌شناسان نفت با آنها مواجه هستند. این علم به‌منظور اکتشاف هرچه بیشتر هیدروکربن و پارامترهای ناشناخته زمین‌شناسی استفاده می‌شود. مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو یکی از شاخه‌های مدل‌سازی حوضه‌های رسوبی است که در دو محیط کربناته و تخریبی یا ترکیبی از این دو به زمین‌شناسان نفت کمک می‌کند (Mirzaei et al. 2014). Dionisos یک نرم‌افزار مدل‌سازی چینه‌شناسی رو به جلو است (Stratigraphy Forward Modeling) که مؤسسه

در این پژوهش، سازند آسماری در ۵ میدان و ۶ چاه نفتی شامل میدانی نفتی جفیر، آزادگان، یادآوران (چاه کوشک و حسینیه)، امید و دارخوین واقع در منطقه زاگرس برای مطالعه انتخاب شده است. موقعیت میدانی نسبت به یکدیگر و میدانی نفتی مجاور در شکل ۱ نمایش داده شده است. میدانی مطالعه‌شده از نظر تکتونیکی در دشت آبادان قرار گرفته‌اند (Alavi 2004).

دشت آبادان، زون ساختاری واقع در انتهای جنوب غربی زاگرس است. مرز شمالی و شمال‌خاوری آن به جبهه

زمین شناختی پایانه سکوی عربی به شمار می آید. دشت آبادان چین خوردگی های ملایم با روندی شمالی - جنوبی دارد که این روند مشابه با روند ساختارهای جنوب عراق، کویت و شمال شرقی عربستان است (Motie 1995).

چین های زاگرس (لبه جنوبی طاقدیس های سوسنگرد، آب تیمور و منصور) محدود است و پس از عبور از جنوب میدان رگ سفید به خلیج فارس وارد می شود. مرز جنوبی دشت آبادان، خلیج فارس و عربستان است. دشت آبادان، بخشی از جلگه میان رودان (بین النهرین) است که از نظر



شکل ۱- موقعیت میداین مطالعه شده نسبت به یکدیگر (اقتباس همراه با تغییراتی از Zeinalzadeh et al. 2015)

Fig 1- Location of the studied oil fields relative to each other in Abadan plain (adapted with changes from Zeinalzadeh et al. 2015)

سازند آسماری در چاههای مطالعه شده عمدتاً ترکیب سنگ شناسی ماسه سنگی و ماسه سنگ شیلی دارد و با توجه به رخساره های تشکیل دهنده، رمپ داخلی (بخش تحتانی و فوقانی رمپ داخلی) را شامل می شود (شکل ۲)؛ بنابراین در این مطالعه بخش هایی از محیط رمپ داخلی که به سمت خشکی است و عمق کمتر و انرژی بیشتری دارد، بخش

سازند آسماری در چاههای مطالعه شده از ۴ تا ۵ توالی رسوبی تشکیل شده است (گزارش های داخلی زمین شناسی شرکت ملی نفت ایران، شکل ۲). توالی رسوبی اول هریک از چاههای مطالعه شده، رخساره مناطق عمیق تا نیمه عمیق (عمدتاً آهک رسی) را شامل بوده و به بخش پایینی سازند آسماری به سن روپلین مربوط است. توالی دوم تا پنجم

پیش‌رونده و پس‌رونده هر توالی در جدول ۱ نشان داده شده است (گزارش‌های داخلی زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران). گفتنی است عمق دیرینه توالی اول در بعضی چاهها در سیستم تراکت HST بیشتر از TST در نظر گرفته شده است. علت این امر، فرسایش توالی اول در بعضی چاههای مطالعه‌شده یا در نظر گرفتن این توالی در بخش بالایی سازند پایده است.

فوقانی رمپ داخلی نامیده شده و در مقابل بخش‌هایی از محیط رمپ داخلی که به سمت حوضه است و عمق بیشتر و انرژی کمتری دارد، بخش تحتانی رمپ داخلی نام‌گذاری شده است. توالی دوم تا پنجم چاههای مطالعه‌شده، به بخش بالایی سازند آسماری به سن اکتانین مربوط است. ضخامت سازند آسماری در چاههای مطالعه‌شده یکسان نبوده است. ضخامت این سازند در چاههای مطالعه‌شده و ضخامت توالی‌های

جدول ۱- ضخامت کل سازند آسماری و ضخامت توالی‌های پیش‌رونده و پس‌رونده هر توالی برحسب متر در چاههای مطالعه‌شده

Table 1- Total thickness of the Asmari Formation and thickness of progressive and regressive sequences of each sequence (in meters) in the studied wells

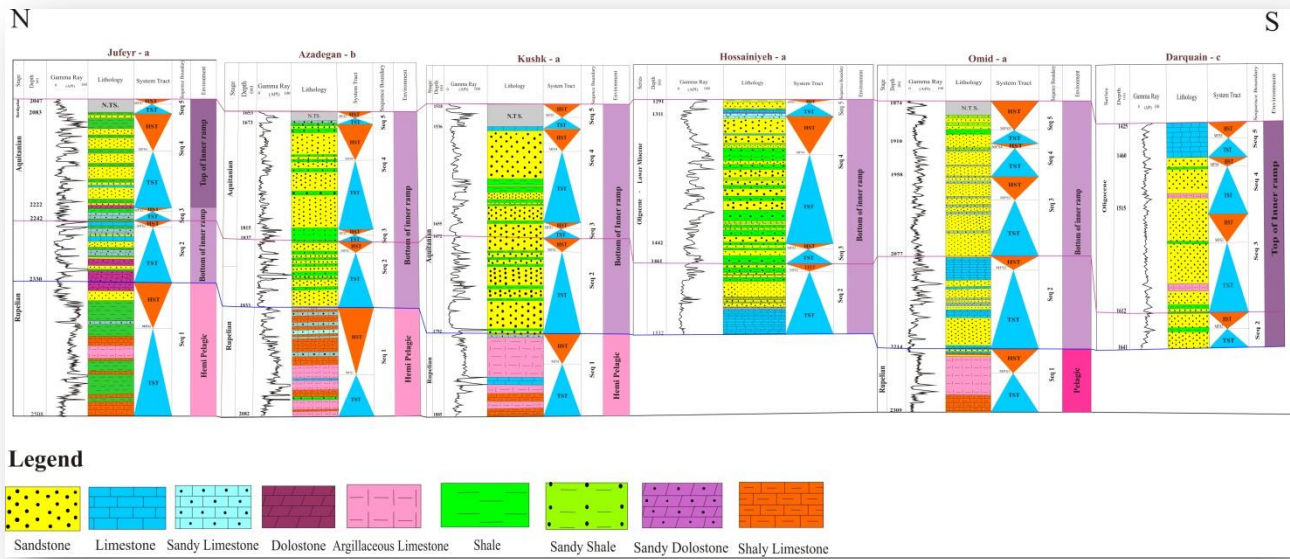
نام چاه	ضخامت کل (m)	توالی اول		توالی دوم		توالی سوم		توالی چهارم		توالی پنجم	
		HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST
جفیر a	۴۶۱	۶۶	۱۱۲	۱۰	۷۸	۷	۱۳	۵۵	۸۴	۲۴	۱۲
آزادگان b	۴۲۹	۸۵	۶۴	۱۶	۸۰	۱۱	۱۱	۵۷	۸۵	۱۳	۷
کوشک a	۳۶۷	۴۱	۵۲	۲۰	۱۰۰	۷	۱۰	۳۶	۸۳	۱۲	۶
حسینیة a	۲۴۱	-	-	۸	۶۳	۶	۱۳	۳۹	۹۲	۱۴	۶
امید a	۴۳۵	۴۱	۵۴	۲۶	۱۱۱	۳۳	۸۶	۸	۴۰	۲۰	۱۶
دارخوین c	۲۱۶	-	-	۹	۲۰	۳۲	۶۵	۵	۵۰	۲۲	۱۳

مواد و روش پژوهش

در این مطالعه به منظور تعیین میزان تأمین رسوب و نحوه انتقال آن و میزان تولید کربنات در میادین مطالعه‌شده از نرم‌افزار Dionisos Flow استفاده شده است؛ بنابراین شناسایی توالی‌های رسوبی چاههای مطالعه‌شده در دشت آبادان مبنای کار قرار گرفته است (شکل ۲). ژئومتری حوضه رسوبی سازند آسماری در محدوده مطالعاتی شامل $X = 160 \text{ Km}$ (طول) و $Y = 100 \text{ Km}$ (عرض) است. مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو از گذشته تا حال حاضر در یک توالی از گام زمانی انجام می‌شود (Pellerin et al. 2018)؛ بنابراین در این مطالعه سن شروع تا پایانی شبیه‌سازی با استفاده از اطلاعات پالئولاگ هریک از چاههای بررسی‌شده و همچنین مطالعات ایزوتوپ استرانسیوم، $19.4 - 33.9 \text{ My}$ تعیین شده است. پارامترهای ورودی به نرم‌افزار شامل داده‌های لاگ گاما، تغییرات جهانی سطح آب دریا براساس منحنی Haq et al.

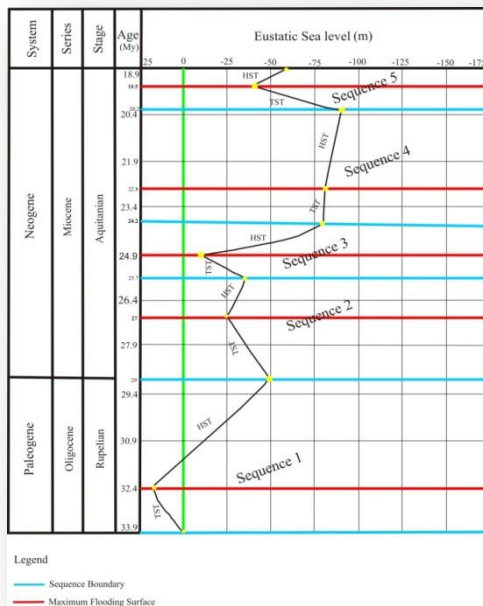
1988، نقشه‌های عمقی، نقشه‌های ضخامت، نقشه‌های عمق‌سنجی دیرینه و رخساره‌های رسوبی به‌منظور تعیین میزان تأمین رسوب، میزان تولید کربنات و پارامترهای انتقال رسوبات در حوضه رسوبی مطالعه‌شده است. داده‌های موجود به‌صورت عددی درمی‌آیند و سپس مطابق با روابط تعیین‌شده (روابط ۱ تا ۳) برای هریک از پارامترهای بیان‌شده، محاسبه و با نرم‌افزار Dionisos Flow پردازش می‌شوند (Granjeon and Joseph 1999).

رابطه (۱) زمان / میانگین ضخامت رسوبات \times مساحت ناحیه = میزان تأمین رسوب
 رابطه (۲) شیب حوضه \times جریان آب \times ضریب انتشار آب = جریان رسوب
 رابطه (۳) شیب حوضه \times انرژی حاصل از امواج \times ضریب انتشار امواج = جریان رسوب



شکل ۲- تطابق توالی‌های رسوبی سازند آسماری در دشت آبادان

Fig 2- Sedimentary sequences correlation of the Asmari Formation in the Abadan Plain



شکل ۳- منحنی تغییرات جهانی سطح آب دریا در بازه مطالعه شده

(اقتباس با تغییراتی از Haq et al. 2020. Asadi Mehmandosti et al. 2020. (al. 1988;

Fig 3- Global sea level change curve in studied period (adapted with changes from Haq et al. 1988; Asadi Mehmandosti et al. . 2020)

داده‌های محاسبه شده

میزان تأمین رسوب

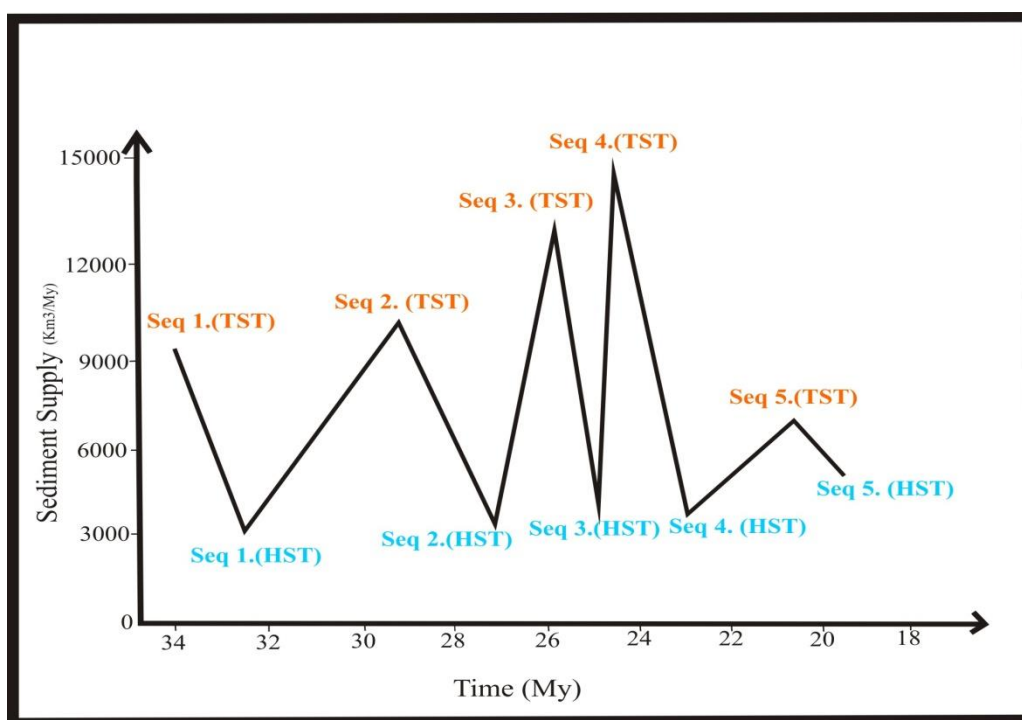
منظور از میزان تأمین رسوب، مقدار و نوع رسوب (از نظر مشخصات بافتی و ترکیب) وارد شده به حوضه از خشکی‌ها (آواری) یا تشکیل شده در درون حوضه‌های رسوبی (شیمیایی و بیوشیمیایی) است. پارامتر اصلی در کنترل این فاکتور، منبع تأمین رسوبات در حوضه است. فرایندهای تکتونیک، تغییر شکل‌های ساختاری، تغییرات جهانی سطح آب دریا (شکل ۳)، اقلیم، پوشش گیاهی، لیتولوژی منطقه برخاستگاه و فیزیوگرافی کف حوضه آبریز از عوامل مؤثر در مقدار بار رسوبی و نوع رسوبات حمل شده به حوضه‌های رسوبی است (Amini 2011).

در مطالعه مدنظر میزان تأمین رسوب از تجزیه و تحلیل لاگ‌های چاهها به‌ویژه لاگ گاما برای هریک از توالی‌های تشکیل دهنده چاهها در واحد زمان مطابق رابطه ۱ تخمین زده شده است (Granjeon and Joseph 1999)؛ (جدول ۲).



تأثیرگذار و کاهش میزان تأمین رسوب با کاهش جهانی سطح آب دریا صورت گرفته است. ارتباط میزان تأمین رسوب با تغییرات جهانی سطح آب دریا در واحد زمان براساس نظر Haq et al. 1988 در شکل ۴ نشان داده شده است.

بررسی میزان تأمین رسوب در توالی‌های مطالعه‌شده سازند آسماری نشان می‌دهد میزان تأمین رسوب در واحد زمان یک روند افزایشی-کاهشی دارد؛ افزایش میزان تأمین رسوب با افزایش سطح جهانی آب دریا و فرایندهای تکتونیکی



شکل ۴- ارتباط میزان تأمین رسوب با تغییرات جهانی سطح آب دریا در هر یک از توالی‌های چاههای مطالعه‌شده در واحد زمانی حوضه رسوبی سازند آسماری

Fig 4- Relationship between sediment supply and global sea level changes in each of the studied well sequences in the time unit of sedimentary basin of the Asmari Formation

جدول ۲- مقادیر دقیق محاسبه‌شده میزان تأمین رسوب در هر یک از توالی‌های تشکیل‌دهنده چاهها در واحد زمان برحسب Km^3/My

Table 2- Accurate calculated values of sediment supply in each of the sequences of wells in units of time according to Km^3/My

توالی پنجم		توالی چهارم		توالی سوم		توالی دوم		توالی اول		نام چاهها
HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST	
۱۱۲۳	۱۶۰۴	۱۰۲۹	۲۸۰۸	۲۷۳	۸۶۹	۳۶۰	۱۸۲۵	۸۸۲	۳۷۴۴	a جفیر
۶۵۵	۸۶۹	۱۰۶۷	۲۸۴۱	۴۲۹	۷۳۵	۵۷۶	۱۸۷۲	۱۱۳۶	۲۱۳۹	b آزادگان
۵۶۱	۸۰۲	۶۷۳	۲۷۷۴	۲۷۳	۶۶۸	۷۲۰	۲۳۴۰	۵۴۸	۱۷۳۸	a کوشک
۵۶۱	۹۳۶	۷۳۰	۳۰۷۵	۲۳۴	۸۶۹	۲۸۸	۱۴۷۴	۰	۰	a حسینیہ
۱۴۹۷	۱۳۳۷	۱۴۹	۱۳۳۷	۱۲۸۷	۵۷۴۹	۹۳۶	۲۵۹۷	۵۴۸	۱۸۰۵	a امید
۱۲۱۶	۱۴۷۰	۹۳	۱۶۷۱	۱۲۴۸	۴۳۴۵	۳۲۴	۴۶۸	۰	۰	c دارخوین

میزان تولید کربنات

برای هر توالی رسوبی محاسبه و در جدول ۳ نمایش داده شده است.

با توجه به نوع رخساره، عمق دیرینه، مجموع ضخامت رخساره‌ها و زمان تشکیل هریک از آنها در چاههای مطالعه شده، اثر زمان بر میزان تولید کربنات براساس M/My با نرم افزار Dionisos Flow تخمین زده شده است (شکل ۷؛ جدول ۴): (Pellerin et al. 2018).

بررسی های انجام شده در چاههای مطالعه شده بیان کننده یک سیستم آواری- کربناته در حوضه رسوبی سازند آسماری است. در این سیستم تولید کربنات تابعی از زمان تشکیل هریک از توالی های تشکیل دهنده چاهها و عمق تشکیل رخساره در آب است؛ بنابراین در این مطالعه با بررسی رخساره‌ها مطابق شکل ۵ و عمق تشکیل هریک از آنها در محدوده های توالی چاههای مطالعه شده، میزان عمق دیرینه

جدول ۳- مقادیر عمق دیرینه هریک از توالی های تشکیل دهنده سازند آسماری در چاههای مطالعه شده برحسب متر

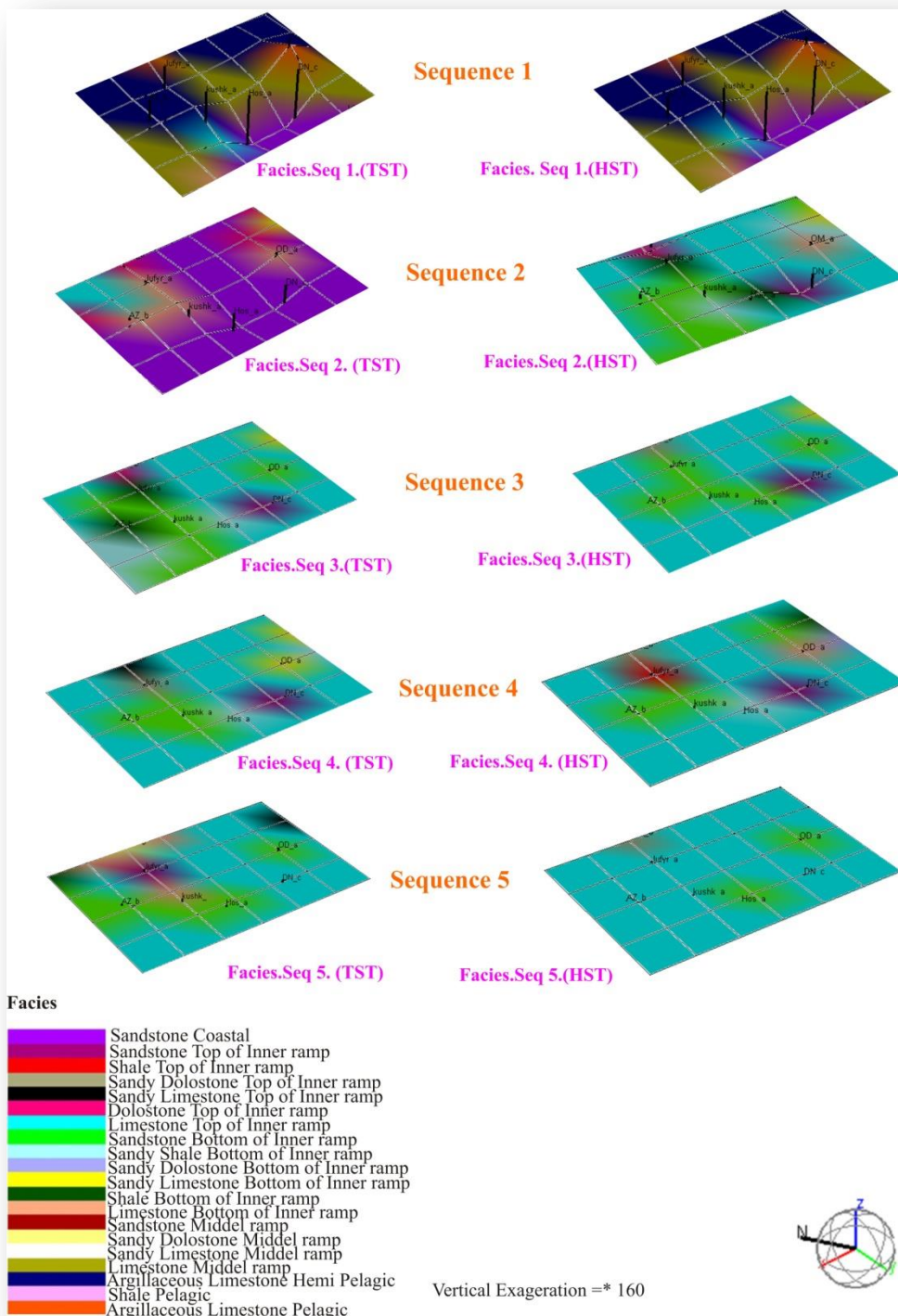
Table 3- Bathymetry values of each of the sequences of the Asmari Formation in the studied wells in meter

توالی پنجم		توالی چهارم		توالی سوم		توالی دوم		توالی اول		نام چاهها
HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST	
۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲۵	۶۵	جفیر a
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۶۵	۶۵	آزادگان b
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲۵	۶۵	کوشک a
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۵٫۲۵	- ۵۵	- ۵۵	حسینیة a
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲۵	۱۲۵	امید a
۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	۵٫۲۵	-۵۵	-۵۵	دارخوین c

جدول ۴- میزان تولید کربنات براساس تغییرات عمق در محیط های تشکیل دهنده سازند آسماری در دشت آبادان

Table 4- Carbonate production rate based on depth changes in the environments of the Asmari Formation in the Abadan Plain

Top of Inner ramp		Bottom of Inner Ramp		Hemi Pelagic		Pelagic		محیط رسوبی
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
۴۶	۲۵	۱۹۸	۵۱	۳۲	۸	۳	۰	تولید کربنات (m/My)



شکل ۵- مدل تغییرات رخساره‌ای هر یک از توالی‌های سازند آسماری در چاههای مطالعه‌شده

Fig 5- Facies changes model of each sequence of the Asmari Formation in the studied wells

انتقال رسوبات

کشش زمین، شیب حوضه رسوبی، انرژی موج و جریان آب است. براساس مطالعات انجام شده در سازند آسماری نظیر Wells 1967; Adams and Bourgeois 1967، منشأ ماسه سنگ های بخش اهواز، محیط دلتایی با سن الیگوسن-میوسن است؛ بنابراین در این مطالعه عوامل مؤثر در انتقال رسوبات شامل جریان آب رودخانه (جدول ۵) و انرژی حاصل از امواج در نظر گرفته شده است.

مدل سازی چینه ای رو به جلو مبتنی بر فرایندهای انتشار است؛ بنابراین بررسی انتقال رسوبات در حوضه رسوبی سازند آسماری در دشت آبادان با نرم افزار Dionisos Flow از طریق معادله های انتشار صورت گرفته است (روابط ۲ و ۳)؛ (Granjeon and Joseph 1999). عوامل مؤثر در انتقال رسوبات در حوضه رسوبی تحت کنترل بعضی پارامترها از جمله نیروی

جدول ۵- مقادیر دقیق محاسبه شده میزان جریان آب در هریک از توالی های تشکیل دهنده چاهها در واحد زمان بر حسب m^3/s .

Table 5- Accurate calculated values of water flow in each of the sequences of wells in units of time according to m^3/s

نام چاهها	توالی اول		توالی دوم		توالی سوم		توالی چهارم		توالی پنجم	
	HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST	HST	TST
جفیر a	۲۵۸۰	۴۰۰۳	۶۳۲	۱۲۰۹	۳۷۲	۳۵۷	۱۹۲۴	۱۳۷۲	۱۶۲۱	۱۴۶۴
آزادگان b	۱۸۰۰	۱۳۵۲	۱۰۱۲	۱۲۴۰	۵۸۵	۳۰۲	۱۹۹۴	۱۳۹۲	۸۷۷	۸۵۴۰
کوشک a	۸۶۸	۱۰۳۴	۱۲۶۵	۱۵۵۰	۳۷۲	۲۷۵	۱۲۵۹	۱۳۶۰	۸۱۰	۷۳۲
حسینیه a	۰	۰	۵۰۶	۹۷۶	۳۱۹	۳۵۷	۱۳۶۴	۱۵۰۷	۹۴۵	۷۳۲
امید a	۸۶۸	۱۹۸۷	۱۶۴۵	۱۷۲۰	۱۷۵۵	۲۳۶۷	۲۷۹	۶۵۵	۱۳۵۱	۱۹۵۲
دارخوین c	۰	۰	۵۶۹	۳۱۰	۱۷۰۲	۱۷۸۹	۱۷۴	۸۱۹	۱۴۹۰	۱۵۸۴

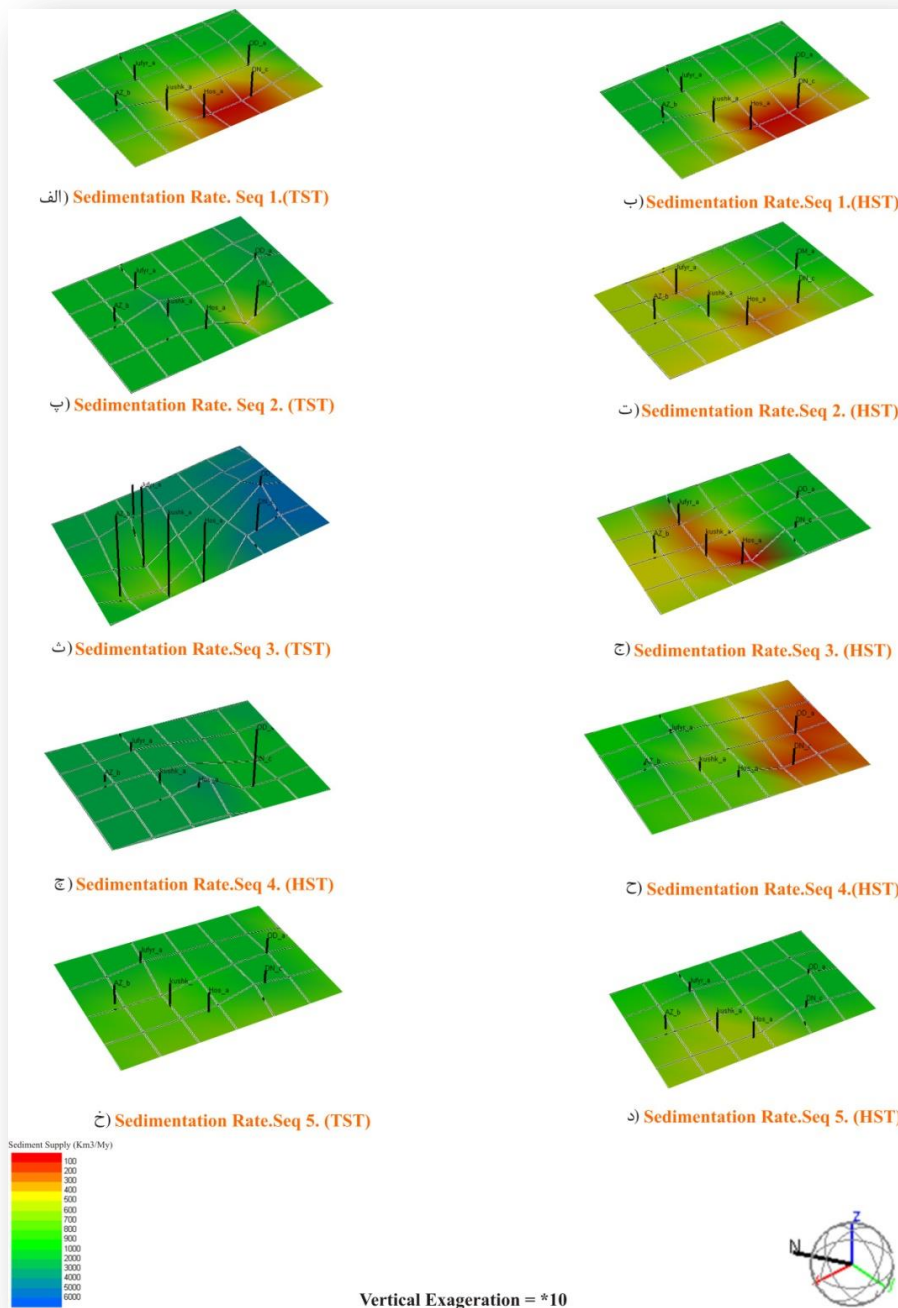
بحث و بررسی

(۷۰m) براساس شکل ۶- ب، میزان تأمین رسوب به طور چشمگیری در این بخش از توالی چاهها کاهش یافته است (جدول ۲). در بخش دسته رخساره تراز پیش رونده و در بازه زمانی ۲۹ My تا ۲۷ My میزان کل تأمین رسوب، Km^3/My ۱۰۵۷۶ محاسبه شده است. افزایش میزان تأمین رسوب در این قسمت از توالی به دلیل افزایش ۲۵m سطح جهانی آب دریاست که بیشتر با رسوبات ماسه سنگی (شکل ۲) بخش فوقانی رمپ داخلی چاههای امید a و کوشک a تأمین شده است (جدول ۲؛ شکل ۶- پ). به همین صورت با گذشت زمان کاهش جهانی سطح آب دریا به کاهش میزان تأمین رسوب به ویژه در چاههای حسینیه a و دارخوین c (بخش های نارنجی رنگ در مدل) در انتهای توالی مدنظر منجر شده است (شکل ۶- ت). به طور کلی رسوبات تأمین کننده توالی دوم شامل ۴۹٪ رسوبات ماسه سنگی، ۳۴٪ رسوبات کربناته و ۱۷٪

بررسی میزان تأمین رسوب در توالی های رسوبی سازند آسماری (شکل ۶) نشان می دهد رسوبات نهشته شده در توالی اول چاههای مدنظر بیشتر از آهک رسی تشکیل شده است؛ بنابراین بیشترین (۵۶٪) میزان تأمین رسوب در این توالی با رسوبات پلاژیک از چاههای کوشک a (kushk- a)، آزادگان b (AZ-b)، امید a (OD-a) و جفیر a (Jufyr-a) تأمین شده است (شکل ۶- الف و ۶- ب). در سیستم تراکت تراز پیش رونده توالی اول چاههای مطالعه شده با افزایش ۲۰m سطح جهانی آب دریا (Haq et al. 1988)، میزان کل تأمین رسوب $9426 Km^3/My$ تخمین زده شده که بیشتر با چاه جفیر a ($3744 Km^3/My$) تأمین شده است (جدول ۲؛ شکل ۶- الف)؛ به همین ترتیب با گذشت زمان و در سیستم تراکت تراز بالای توالی اول چاهها، با کاهش جهانی سطح آب دریا

منجر شده است (شکل ۶-ث). با گذشت زمان کاهش جهانی سطح آب دریا به کاهش میزان تأمین رسوب به میزان $3744 \text{ Km}^3/\text{My}$ در انتهای توالی سوم (HST) انجامیده است (شکل ۶-ج)؛ به همین ترتیب در بازه زمانی $24/2 \text{ My}$ تا $22/8 \text{ My}$ و در سیستم تراکت تراز پیش‌رونده توالی رسوبی چهارم چاهها، سطح جهانی آب دریا ثابت مانده و تغییری نکرده و ساختار هندسی حوضه ناشی از پایین‌افتادگی کف حوضه در چاههای حسینه a، کوشک a، جفیر a و آزادگان b است (Asadi et al. 2020) که با افزایش فضای رسوب‌گذاری (Amini 2011) و در نهایت افزایش میزان تأمین رسوب در این بخش از حوضه همراه است؛ بنابراین میزان کل تأمین رسوب در این بخش از توالی، $14506 \text{ Km}^3/\text{My}$ تخمین زده شده است که حدود ۷۳٪ از این میزان با رسوبات شیلی و ماسه سنگ شیلی تأمین شده است. در سیستم تراکت تراز بالای توالی بررسی شده با کاهش ۱۰ m سطح جهانی آب دریا (Haq et al. 1988)، میزان تأمین رسوب تا $3741 \text{ Km}^3/\text{My}$ کاهش یافته و بیشتر با رسوبات ماسه‌سنگی تأمین شده است (شکل ۶-ح)؛ به همین ترتیب با گذشت زمان در توالی پنجم با توجه به نوع و میزان رسوبات تشکیل‌دهنده توالی و تغییرات جهانی سطح آب دریا، میزان تأمین رسوب در قسمت‌های ابتدایی توالی مدنظر $7018 \text{ Km}^3/\text{My}$ و در بخش انتهایی توالی $5613 \text{ Km}^3/\text{My}$ محاسبه شده است (شکل ۶-خ و ۶-د).

متعلق به رسوبات شیلی است. رسوبات کربناته توالی دوم به ترتیب با چاههای جفیر a، امید a و حسینه a (Hos-a) (شکل ۲) تأمین شده است. در توالی رسوبی سوم حداکثر تأمین رسوب در دوره‌های بالابودن سطح آب دریا (TST) به ترتیب با رسوبات ماسه‌سنگی، ماسه‌سنگ شیلی و آهک ماسه‌ای، $13235 \text{ Km}^3/\text{My}$ (شکل ۲) تخمین زده شده است. در بازه زمانی $25/7 \text{ My}$ - $24/9 \text{ My}$ و در ابتدای توالی رسوبی سوم چاهها، سطح جهانی آب دریا ۲۵ m بالا آمده است (Haq et al. 1988)؛ بنابراین فضا برای تجمع رسوبات در چاههای امید a و دارخوین c افزایش یافته، ولی در قسمت‌های شمالی مدل در چاههای حسینه a، کوشک a، آزادگان b و جفیر a با افزایش سطح آب دریا، کاهش در میزان فضای رسوب‌گذاری صورت گرفته که ناشی از بالاآمدگی کف حوضه است (Asadi et al. 2020)؛ بر این اساس با توجه به مطالعات انجام‌شده در توالی سوم هریک از چاهها با نرم‌افزار Dionisos Flow، بیشترین میزان تأمین رسوب در این توالی با چاههای واقع در شمال شرق مدل (چاه امید a و دارخوین c (DN-c)) مطابق با افزایش تغییرات جهانی آب دریا (Haq et al. 1988) در این بخش از حوضه (شکل ۶-ث) تخمین زده شده است؛ ولی به دلیل بالاآمدگی کف حوضه در چاههای حسینه a، کوشک a، جفیر a و آزادگان b به کاهش فرونشست و میزان فضای رسوب‌گذاری (Asadi Mehmandosti et al. 2020) و در نهایت کاهش میزان تأمین رسوب در این بخش از حوضه



شکل ۶- مدل میزان تأمین رسوب در هر یک از توالی‌های تشکیل‌دهنده چاهها در دشت آبادان در واحد زمان

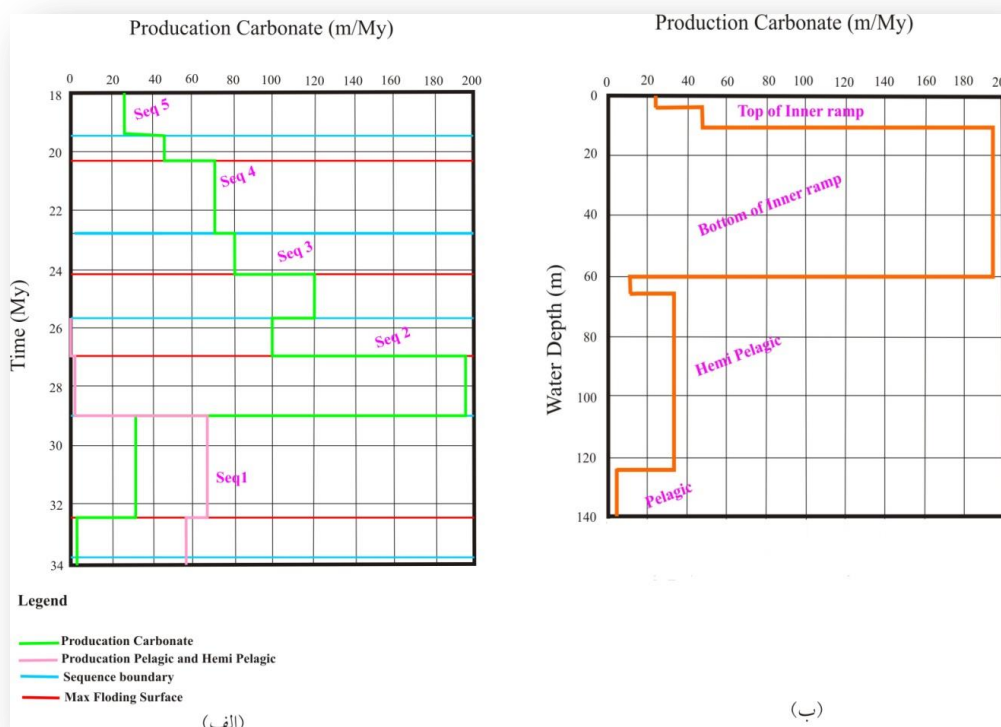
Fig 6- Sediment supply rate model in each of the sequences of wells in the Abadan Plain per unit time

رخساره‌ها و رسوبات تشکیل‌شده در محیط‌های عمیق براساس شکل ۲، رسوبات پلاژیک است. با توجه به عمق دیرینه و مجموع ضخامت رخساره‌های تشکیل‌دهنده این بخش از توالی در چاهها، میزان تولید رسوبات پلاژیک در

ارزیابی میزان تولید کربنات در حوضه رسوبی مطالعه‌شده با توجه به عمق آب (۵ - ۱۲۵ m) تشکیل رخساره‌های محیط‌های کربناته طی دوره‌های زمانی الیگوسن- میوسن نشان می‌دهد در بازه زمانی ۳۳/۹ My تا ۳۲/۴ My، بیشتر

در عمق ۱۰ متری (شکل ۷-ب) از آب شامل محدوده زمانی ۲۹ My-۲۲٫۸ My، افزایش رسوب‌گذاری کربنات‌ها تا ۱۹۸ m/My در ابتدای توالی دوم چاهها در بازه زمانی ۲۹ My-۲۷ (شکل ۷-الف) با چاه جفیر a، امید a و حسینه a تأمین شده است. رسوب‌گذاری کربنات‌ها در اعماق کم آب (۵ m) و در محیط پراثری بخش فوقانی رمپ داخلی (شکل ۷-ب) به حداکثر مقدار خود در ابتدای توالی پنجم رسیده است. میزان تولید کربنات در این بازه‌های زمانی براساس ضخامت رخساره‌های کربنات، عمق دیرینه و با عملکرد انرژی موج بیشتر توسط چاههای مطالعه‌شده، ۴۶ m/My محاسبه شده است؛ به همین ترتیب با کاهش ضخامت رخساره‌های کربنات در بخش سیستم تراکت تراز بالای توالی پنجم چاهها در بازه زمانی ۱۹٫۵ - ۱۹، میزان تولید کربنات ۲۵ m/My محاسبه شده است (pellerin et al. 2018)؛ (جدول ۴).

بازه زمانی یادشده، حدود ۵۷ m/My محاسبه شده (شکل ۷-الف) که بیشتر با چاه امید a (شکل ۲) تأمین شده است. در زمان و عمق بیان‌شده، رسوبات تخریبی (ماسه‌سنگ) مشاهده نشده و رسوبات کربنات به میزان خیلی کم (۳ m/My) مشاهده شده است (جدول ۴)؛ بنابراین از نظر پارامترهای پتروفیزیکی همچون لیتولوژی و تخلخل، لایه تولیدی نفت نبوده و کیفیت مخزنی بسیار کمی دارد (Mosavi Harami 2012) (شکل ۷-الف و ۷-ب). با گذشت زمان، در بازه سنی ۲۹ My-۳۲٫۴ و با کاهش عمق آب (۶۵ m)، در محیط همی‌پلاژیک، میزان رسوبات پلاژیک با رسیدن به حداکثر مقدار خود تقریباً ۶۵ m/My تخمین زده شده است. با کاهش بیشتر عمق آب در محیط بخش تحتانی رمپ داخلی، میزان تولید رسوبات پلاژیک در حوضه رسوبی کاهش یافته است. کاهش میزان رسوبات پلاژیک به افزایش تولید کربنات در بازه زمانی توالی‌های بالاتر منجر شده است.



شکل ۷- میزان تولید کربنات براساس دو پارامتر (الف) زمان و (ب) عمق رخساره‌ها در توالی‌های تشکیل‌دهنده چاههای مطالعه‌شده با نرم‌افزار

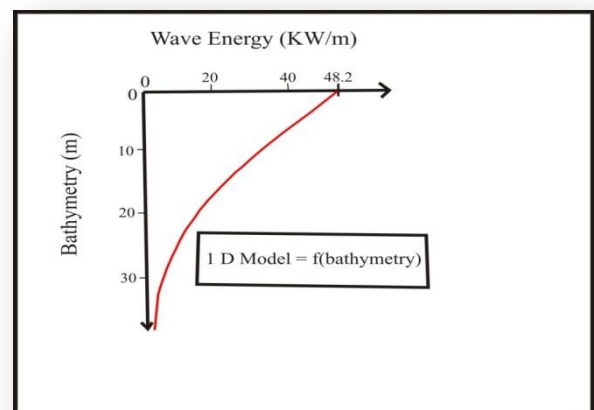
Dionisos Flow

Fig 7- Carbonate production rate based on two parameters of (a) time and (b) depth of facies in the sequences of wells studied by Dionisos Flow Software

بررسی میزان تأمین رسوب در هریک از توالی‌ها به تعیین میزان سرعت جریان آب در انتقال رسوبات در حوضه رسوبی سازند آسماری منجر شده است. در توالی رسوبی اول بیشترین میزان تأمین رسوب در چاههای واقع در بخش‌های شمالی مدل از جمله کوشک a، آزادگان b و جفیر a صورت گرفته است؛ بنابراین سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات در چاههای بیان شده افزایش یافته است (جدول ۵؛ شکل ۹-الف). ضریب انتشار آب نیز با توجه به رخساره‌های عمیق تشکیل شده در این بخش از توالی با اندازه رسوبات و محیط رسوبی کنترل می‌شود (Hawie et al. 2015)؛ بنابراین ضریب انتشار محیط عمیق پلاژیک، $2.4 \text{ Km}^2/\text{kyr}$ و میانگین شیب تشکیل شده در حوضه بررسی شده 35 m/km با نرم افزار *Dionisos Flow* محاسبه شده است. با تعیین چنین پارامترهایی میزان جریان آب (Q_w) در ابتدای توالی اول $9488 \text{ m}^3/\text{s}$ تخمین زده شده است (شکل ۹-الف). با گذشت زمان و با کاهش میزان تأمین رسوب، سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات $6116 \text{ m}^3/\text{s}$ محاسبه شده است (جدول ۵؛ شکل ۹-ب).

در دسته رخساره تراز پیش‌رونده توالی دوم چاهها و در بازه زمانی $29 \text{ My} - 27$ به دلیل بالابودن سطح نسبی آب دریا، میزان تأمین رسوب افزایش یافته است؛ بنابراین سرعت جریان آب در انتقال رسوبات تشکیل دهنده این بخش از توالی نسبت به قسمت‌های انتهایی توالی که با کاهش ۱۰ متر از سطح جهانی آب دریا طبق منحنی Haq et al. 1988 همراه است، افزایش بارزی را نشان می‌دهد. ضریب انتشار محیط فوقانی رمپ داخلی در این توالی، $1509/3 \text{ Km}^2/\text{Kyr}$ تخمین زده شده است؛ به بیان دیگر سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات ماسه‌سنگ، آهکی، ماسه‌سنگ شیلی، شیل و آهک دولومیتی حداکثر 7005 متر مکعب بر ثانیه (m^3/s) تخمین زده شده است (شکل ۹-ب). با گذشت زمان در دسته رخساره تراز بالا، کاهش میزان تأمین رسوب در این بخش از توالی به

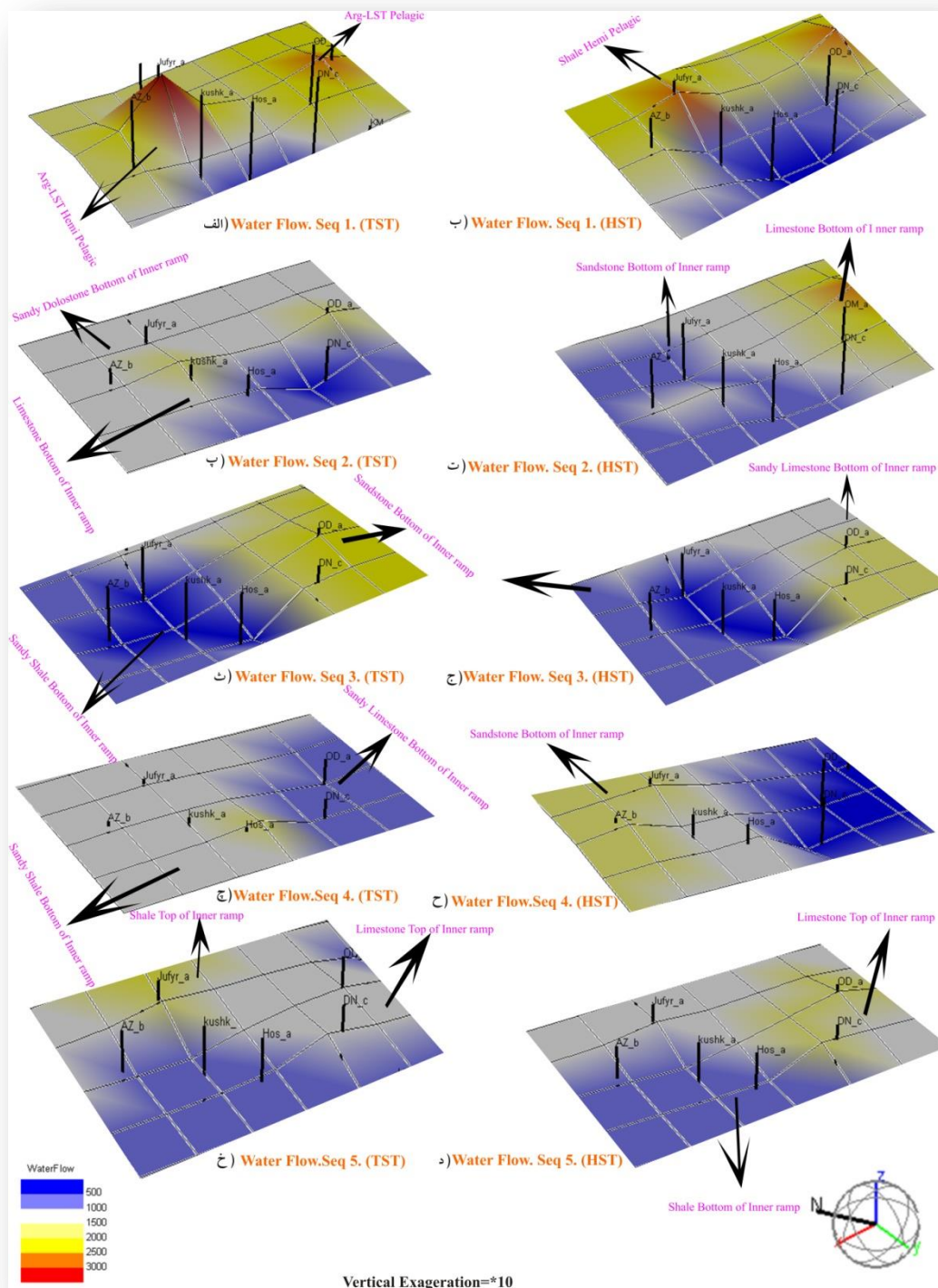
مدل تغییرات چینه‌ای ترسیم شده در شکل ۵ با توجه به نوع رخساره‌های تشکیل دهنده هریک از توالی‌ها و عمق تشکیل هریک از رخساره‌ها در واحد زمان (جدول ۳) به خوبی بیان کننده آن است که حوضه رسوبی سازند آسماری در منطقه مطالعه شده بیشتر تحت شرایط رسوب گذاری در بخش رمپ داخلی (شامل بخش تحتانی و فوقانی رمپ داخلی) قرار گرفته است؛ بنابراین ارزیابی انتقال رسوبات در حوضه رسوبی سازند آسماری در چاههای انتخابی دشت آبادان براساس رخساره‌ها و عمق تشکیل هریک از رخساره‌های تشکیل دهنده چاهها در واحد زمان نشان می‌دهد انرژی حاصل از امواج، یکی از عوامل مؤثر در انتقال رسوبات و تغییر در روند رسوب گذاری منطقه است. این عامل در نزدیکی ساحل اثر بسیار زیادی در تغییر روند رسوب گذاری دارد و با افزایش فاصله از ساحل و افزایش عمق آب دریا اثر آن کاهش می‌یابد (شکل ۸). با توجه به اینکه توالی پنجم چاههای مطالعه شده براساس رخساره‌ها و محیط تشکیل دهنده آنها در اعماق کم قرار گرفته است، می‌توان نتیجه گرفت که انرژی حاصل از امواج در انتقال رسوبات توالی بررسی شده نقش مهمی دارد. انرژی محاسبه شده برای انتقال رسوبات در این توالی براساس محدوده عمق فعال موج، 48.2 KW/m است (رابطه ۳).



شکل ۸- ارتباط انرژی حاصل از امواج با عمق فعال موج در توالی پنجم چاههای انتخابی حوضه رسوبی سازند آسماری در دشت آبادان
Fig 8- Correlation of wave energy with active wave depth in the fifth sequence of selected wells of the Asmari Formation sedimentary basin in the Abadan Plain

کاهش ضریب انتشار آب در محیط رمپ داخلی تا میزان $568/8 \text{ Km}^2/\text{Kyr}$ منجر شده است؛ بنابراین میزان جریان آب برای انتقال رسوبات در بخش انتهایی توالی دوم به‌ویژه در چاه جفیر a و حسینیه a کاهش یافته است (شکل ۹-ت). در ابتدای توالی سوم چاهها به دلیل بالآمدن ۲۵ متر سطح جهانی آب دریا در چاههای دارخوین c و امید a، فضا برای تجمع رسوبات افزایش یافته و به همین ترتیب میزان تأمین رسوب در این بخش از توالی افزایش می‌یابد؛ بنابراین سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات در بخش‌های شمال شرقی مدل افزایش یافته است. سرعت جریان آب در انتقال رسوبات در چاههای واقع در شمال مدل به دلیل تأثیر فرایندهای تکتونیکی (بالآمدگی کف حوضه) کاهش یافته است (جدول ۵؛ شکل ۹-ث). در سیستم تراک تراز بالای توالی سوم و با کاهش سطح جهانی آب دریا، سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات ماسه‌سنگی، ماسه‌سنگ شیلی، آهک ماسه‌ای و

شیلی $5105 \text{ m}^3/\text{s}$ تخمین زده شده است (شکل ۹-ج). با گذشت زمان در دسته رخساره تراز پیش‌رونده توالی چهارم چاهها به دلیل پایین‌افتادگی کف حوضه در چاههای حسینیه a، کوشک a، آزادگان b و جفیر a، سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات زیاد شده است ($7105 \text{ m}^3/\text{s}$)؛ (شکل ۹-چ)؛ به همین ترتیب در قسمت‌های انتهایی توالی با کاهش سطح آب دریا، میزان تأمین رسوب کاهش یافته است و به کاهش ضرایب انتشار آب در رسوبات ($535 \text{ Km}^2/\text{Kyr}$) تشکیل شده منجر می‌شود (شکل ۹-ح). با گذشت زمان در توالی پنجم چاهها با کم‌عمق‌شدن محیط، افزایش سرعت جریان آب برای انتقال رسوبات در چاههای امید a و دارخوین c صورت گرفته است (شکل ۹-خ). در انتهای توالی پنجم چاهها، کاهش سطح جهانی آب دریا به کاهش سرعت جریان آب در انتقال رسوبات منجر شده است (شکل ۹-د).



شکل ۹- مدل میزان جریان آب در انتقال رسوبات در هر یک از توالی‌های تشکیل دهنده چاهها در دشت آبادان در واحد زمان
Fig 9- Model of water flow rate in sediment transportation in each of the sequences of wells in the Abadan Plain per unit time



نتیجه

تشکیل دهنده چاهها و عمق تشکیل رخساره در آب است. در عمق ۱۰ متری از آب و در محیط بخش تحتانی رمپ داخلی که جزئی از محیط رمپ داخلی است، افزایش رسوب‌گذاری کربنات‌ها تا 198 m/My در ابتدای توالی دوم چاهها در بازه زمانی $27-29 \text{ My}$ توسط چاه جفیر a، امید a و حسینیه a تأمین شده است.

References

- Adams T.D. and Bourgeois, F. 1967. Asmari biostratigraphy: Geological and Exploration Iranian Offshore Oil Company Report, 1074.
- Agha Nabati A. 2006. Geology of Iran. Geological Survey of Iran, Second Edition, 603 p.
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold – thrust belt of Iran and proforland evolution. *American Journal of Sciences*, 304: 1 - 20.
- Amini A.H. 2011. Fundamentals of sequence stratigraphy. University of Tehran Publishing Institute, Second Edition, 332 p.
- Asadi Mehmantost E. Moallemi A. Daneshian J. and Lashgari S. 2020. Determining the structural geometry of Asmari Formation and investigating its changes in Zagros sedimentary basin using forward stratigraphic modeling method. *Journal of Applied Sedimentology*, 14:1-14.
- Bordenave M. L. 1995. The cretaceous source rocks in the Zagros foothills of Iran. *oil and gas science and Technology Revue de Institut Francais du petrole*, 50: 727 – 752.
- Coe, A. L. and Church, K. D. 2003. Sequence stratigraphy, in Coe, A. L. (ed.), *The Sedimentary Record of Sea – level Change*: Cambridge University Press, 57 – 98.
- Darvishzadeh A. 2009. *Geology of Iran Stratigraphy, Tectonics, Metamorphism and Magmatism*. Amirkabir Publications, 434 p.
- Farshi M. Moussavi-Harami R. Mahboubi A. Khanebad M. and Golafshani T. 2019. Reservoir rock typing using integrating geological and petrophysical properties for the Asmari Formation in the Gachsaran oil field, Zagros basin. *Journal of petroleum Science and Engineering*, 176: 161–171.
- Gawthorpe R. Hunt D. Taylor A. and Underhill J. 1994. NERC sequence stratigraphy course. Manchester University, Course notes, 172 p.
- Gharechelou S. Amini A. Bohloli B. Swennen R. Nikandish A. and Farajpour V. 2020. Distribution of geomechanical units constrained by sequence stratigraphic framework: Useful data improving reservoir characterization. *Marine and Petroleum Geology*. 117:1048398.
- Granjeon D. 1994. 3D stratigraphic modeling in

بررسی مدل‌سازی چینه‌ای رو به جلو در توالی‌های رسوبی سازند آسماری در ۵ میدان نفتی مطالعه‌شده در حوضه زاگرس نشان می‌دهد میزان رسوب‌گذاری در هر یک از توالی‌های تشکیل‌دهنده چاهها در کنترل دو پارامتر اصلی از جمله تغییرات سطح جهانی آب دریا و فرایندهای تکتونیکی حاکم بر منطقه (بالآمدگی و پایین‌افتادگی کف حوضه) است.

- در این مطالعه میزان تأمین رسوب در واحد زمان روندی افزایشی-کاهشی دارد. افزایش میزان تأمین رسوب با افزایش سطح جهانی آب دریا و فرایندهای تکتونیکی تأثیرگذار و کاهش میزان تأمین رسوب با کاهش جهانی سطح آب دریا همراه است.

- بیشترین میزان تأمین رسوب در بین توالی‌های رسوبی مطالعه‌شده در سیستم تراکت تراز پیش‌رونده توالی چهارم چاهها، $14506 \text{ Km}^3/\text{My}$ تخمین زده شده که با رسوبات ماسه‌سنگی، ماسه‌سنگ شیلی و شیل تأمین شده است.

- ارزیابی‌های صورت‌گرفته در این مطالعه نشان داده عوامل مؤثر بر انتقال رسوبات، جریان آب و انرژی حاصل از امواج است؛ بنابراین با تعیین میزان تأمین رسوب در هر یک از توالی‌ها، انرژی حاصل از امواج و سرعت جریان آب در انتقال رسوبات در ناحیه دشت آبادان محاسبه شده است.

- انرژی حاصل از امواج آب در توالی پنجم چاهها، 48.2 KW/m تخمین زده شده که با افزایش عمق در توالی‌های رسوبی پایین‌تر تأثیر انرژی موج کاهش یافته است.

- بررسی سرعت جریان آب در حوضه رسوبی سازند آسماری در دشت آبادان نشان داد میزان جریان آب در انتقال رسوبات تحت کنترل پارامترهایی همچون اندازه رسوبات، محیط رسوبی، تغییرات جهانی سطح آب دریا و فرایندهای تکتونیکی حاکم بر حوضه رسوبی است.

- مطالعه حاضر در حوضه رسوبی سازند آسماری در دشت آبادان نشان می‌دهد میزان تولید کربنات در توالی‌های رسوبی مطالعه‌شده تابعی از زمان تشکیل هر یک از توالی‌های

- Wells A. J. 1967. Lithofacies and geological history of lower Tertiary sediments in southwestern Iran. (Asmari Lithofacies study). Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division, Report No, 1108: 48 p.
- Zeinalzadeh A. Moussavi-Harami R. Mahboubi A. and Sajjadian VA. 2015. Basin and petroleum system modeling of the Cretaceous and Jurassic source rock of the gas and oil reservoirs in Darquain field, south west Iran. *Journal Scientific – Extension Monthly of Oil and Gas Exploration and Production* 26:419–426.
- complex tectonics area. In Abstract of the Assoc Petroleum Geology, Annual Convention and Exhibition, Abstract of the Assoc Petroleum Geology Search and Discovery Long Beach, California, 121–148.
- Granjeon D. and Joseph P. 1999. Concepts and applications of a 3D multiple lithology, diffusive model in stratigraphic modeling. *Recent Advances in Stratigraphic and Sedimentologic Computer Simulations: SEPM, Special Publication*, 62:197–210.
- Haq B.U. Hardenbol J. and Vail P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea – level change. In: Wilgus C.K. Hastings B.S. Kendall C.G. Posamentier H.W. Ross C.A. Van Wagoner J.C. (Eds) *Sea level changes: An integrated approach SEPM, Spes. Publication No. 42: Tulsa*, 71 – 108.
- Hawie N. Barrois A. Marfisi E. Murat B. Hall J. and Aillud G. 2015. Forward stratigraphic modelling, deterministic approach to improve carbonate heterogeneity prediction; Lower Cretaceous, Abu Dhabi. In Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. Society of Petroleum Engineers, 2409 – 2446.
- Madon M. 2008. A review of stratigraphic simulation techniques and their applications in sequence stratigraphy and basin analysis. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 10: 81-89.
- Mirzaei Sh. Ghobashavi A. Ghazvini A. and Shakib S. 2014. Stratigraphic modelling using Dionisos Flow Software, *Scientific – Extension Monthly of Oil and Gas Exploration and Production*, 115: 38-45.
- Mosavi Harami R. 2012. *Sedimentology*. Astan Quds Razavi Publications, 474 p.
- Motie H. 1993. *Geology of Iran, Zagros stratigraphy*. Publications of the Geological Survey of Iran, 536 p.
- Motie H. 1995. *Geology of Zagros Oil*. Publications of the Geological Survey of Iran, 589 p.
- Pellerin M. Lanteaume C. Fournier F. and Borgomano J. 2018. Testing geologic assumptions and scenarios in carbonate exploration: Insights from integrated stratigraphic, diagenetic and seismic forward modeling. *The Leading Edge*, 37: 672 – 680.
- Rahimpour-Bonab H. 2005. *Carbonate Petrology correlates diagenesis and porosity evolution*. University of Tehran Press, 487 p.
- Richardson R. K. 1924. The geology and oil measures of southwest Persia. *Journal of Petroleum Technology*, 10 (43): 256- 283.
- Taheri M.R. Vaziri-Mogaddam H. Taheri A. and Ghabeishavi A. 2017. Biostratigraphy and paleoecology of the Oligo - Miocene Asmari Formation in the Izeh zone, Zagros basin. *Boletin de la Sociedad Geologica Mexicana*, 69:59-85.

