

مدل سازی سه بعدی زمین شناسی و زون در بخش شرقی میدان نفتی اهواز

اضیبه دوستی ایدانی*^۱، علی کردخدايي^۲، مریم پیروی^۳، حیم کریمی^۴، دوستی ایرانی^۵

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، شیراز، ایران؛

^۲ دکتری زمین شناسی نفت و عضو هیئت علمی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران؛

^۳ دکتری رسوب و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران.

^۴ کارشناس ارشد زمین شناسی شرکت ملی منطق نفت خیز جنوب، اهواز، ایران

^۵ دانشجوی کارشناسی مهندسی نفت دانشگاه غیر انتفاعی پالایش، اصفهان، ایران

* doosti69r@ymail.com

دریافت تیر ۱۳۹۴، پذیرش بهمن ۱۳۹۴

چکیده

میدان نفتی اهواز یکی از بزرگترین میدان های نفتی حوضه زاگرس می باشد. این میدان در فروافتادگی عظیم دزفول قرار دارد. این میدان دارای روند شمال غربی-جنوب شرقی (به موازات رشته کوه زاگرس) می باشد. این مطالعه با هدف مدل سازی سه بعدی زمین شناسی (مدل پتروفیزیکی) زون ۳ سازند ایلام و زون ۱ سازند سروک در بخش شرقی میدان اهواز و مقایسه آن ها انجام شده است. در این مطالعه مدل سازی تخلخل، اشباع آب و حجم شیل توسط روش شبیه سازی پی در پی گوسی (SGS) انجام شده است. در ابتدا لیست چاه هایی که زون ۳ سازند ایلام و زون ۱ سازند سروک در آن ها دارای نمودارهای چاه پیمایی بودند تهیه و اطلاعاتی در مورد مختصات چاه ها، عمق سرسازند و تعیین ضخامت سازندها در چاه ها جمع آوری گردید. در این مطالعه از اطلاعات ۲۵ چاه موجود در بخش شرقی میدان اهواز استفاده شده است. بعد از مدل سازی سه بعدی مخزن و توزیع پارامترهای مخزنی، محاسبات حجمی تخمین سیالات صورت گرفته است. برای مشخص شدن هم بستگی فضایی، واریوگرام ها برای تمامی زون ها بر اساس متغیرهای اشباع آب و تخلخل مفید رسم شدند و مدل سه بعدی پارامترهای پتروفیزیکی تخلخل، اشباع آب و نسبت خالص به ناخالص (NTG) ساخته شد.

واژه های کلیدی: مدل سازی سه بعدی، نرم افزار Petrel، زون ۳ سازند ایلام، زون ۱ سازند سروک، روش شبیه سازی پی در پی گوسی.

حوضه رسوبی زاگرس یکی از مهمترین حوضه های نفتی دنیاست که بیشترین گسترش آن در ایران می باشد و تا کشورهای عراق، ترکیه و سوریه توسعه یافته است این حوضه تقریباً دومین حوضه رسوبی در خاورمیانه است که در راستای شمال غرب-جنوب شرق ایران قرار دارد (اشکان، ۱۳۸۳). میدان نفتی اهواز قسمتی از زاگرس چین خورده می باشد که در جنوب غرب ایران قرار دارد. در زمان میوسن و به دنبال برخورد صفحه ی عربی با صفحه ی ایران، کوهزایی زاگرس ایجاد می شود و از این زمان به بعد این کمربند در طول زون های گسلی خود فعال بوده است (Tatar, 2004) تغییر شکل موجود در ناحیه زاگرس از نوع ساختمانی می باشد و در قسمت فرو افتادگی دزفول و کرکوک دو ناحیه فروافتاده را به وجود آورده است (Berberian, 1995). بر اساس گزارش جیمز و واینند، از آلبین تا کامپاین، یک چرخه ی رسوبی از سازندهای کژدمی، سروک، سورگه و ایلام را می توان در زاگرس شناسایی کرد. مجموعه ی سازندهای یاد شده، گروه بنگستان نام نامگذاری شده است (James and Wynd, 1965) مخزن بنگستان میدان اهواز شامل سازندهای ایلام و سروک می باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳). سازند سروک مقطع نمونه آن در جنوب غربی دامنه کوه بنگستان، و در شمال شرقی میدان های نفتی پارس و کرنج قرار گرفته است (آقانباتی، ۱۳۸۳). سازند ایلام برش نمونه آن در تنگ گراب واقع در یال جنوب غربی کوه سورگه و پلانج شمال غربی کبیر کوه و در ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان ایلام انتخاب و اندازه گیری شده است (مطیعی، ۱۳۷۲). مطالعاتی در زمینه پارامترهای پتروفیزیکی و کیفیت مخازن مختلف صورت گرفته است. نظری و همکاران در سال ۱۳۸۸ به بررسی مدل ساختمانی-پتروفیزیکی مخزن آسماری، میدان رامین پرداختند. آن ها نتیجه گیری نمودند که زون یک در این مخزن مفیدترین زون بهره ده بوده و ۹/۹۷٪ کل حجم نفت را در این میدان شامل می شود (نظری ۱۳۸۸).

در مطالعه علیزاده خصوصیات مخزنی زون های بهره ده مخزن آسماری در میادین شادگان و منصوری را مقایسه نمود (علیزاده پیرزمان، ۱۳۸۴). روشندل به بررسی و مطالعه پدیده های دیاژنتیکی و تاثیر آن در اختصاصات مخزن پرداخت (روشندل، ۱۳۸۵). در مطالعه دیگر یهودا ارزیابی پتروفیزیکی میدان اهواز سازندهای آسماری و بنگستان را انجام داد (یهودا، ۱۳۷۰). امروزه در مراکز تحقیقاتی دنیا، مدل سازی سه بعدی زمین شناسی به سرعت در حال رشد و پیشرفت بوده و شرکت های بزرگ نفتی برای توسعه نرم افزارها در مراکز تحقیقاتی خود تلاش می کنند (Zakrevsky, 2011) از کاربردهای مدل سازی در علم زمین شناسی عبارتند از: تعیین شدت شکستگی ها (Wong, 2003; Gauthier, 2003)، شبیه سازی دینامیکی مخزن (Labourdette et al. 2006)، چینه شناسی سه بعدی (Caumon & Mallet, 2006)، مدل سازی ساختاری سه بعدی (Mitra & Leslie 2003; Mitra et al. 2006)، مدل سازی گرابین راین (Behrmann et al. 2004)، مدل سازی حوضه جهت تعیین منشا فشار شیل ها (Bolas et al. 2004) و مدلسازی پیشگوئی مکان شکستگی ها توسط داده های لرزه ای سه بعدی (Masferro et al. 2003). نرم افزار Petrel ساخت شرکت Schlumberger یکی از مشهورترین نرم افزارهای موجود جهت مدل سازی سه بعدی زمین شناسی شناخته می شود و امکانات بسیار زیادی را در اختیار کاربران قرار می دهد (جان احمد، ۱۳۹۰). مدل سازی سه بعدی زمین شناسی به طور کلی به دو روش قطعی (Deterministic) و احتمالی (Stochastic) انجام می شود. در زمانی که اطلاعات ورودی طیف گسترده ای از داده ها را شامل شود (به عنوان مثال داده های لرزه نگاری به همراه تعداد زیادی چاه با توجه به وسعت میدان) از روش قطعی استفاده خواهد شد و این روش تنها یک جواب خواهد داشت. در زمانی که اطلاعات موجود از میدان مورد مطالعه کم و پراکنده باشد، از روشهای احتمالی برای انجام مدل سازی استفاده می شود. این روش ها قادر هستند که تحقق های گوناگون از یک مخزن را با داشتن احتمال یکسان تولید کنند. یکی از روش های قطعی مشهور روش کریجینگ (Kriging) می باشد و از روش های احتمالی موجود در نرم افزار Petrel نیز می توان به روش شبیه سازی متوالی گوسی (Sequential Gaussian Simulation) که به اختصار به آن SGS و روش Gaussian

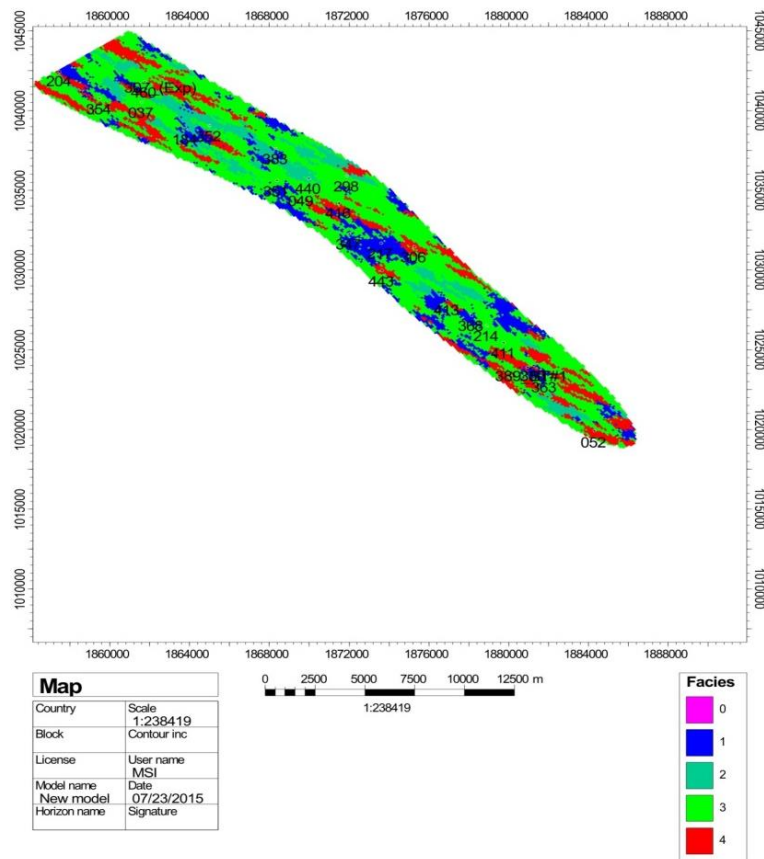
Random Function Simulation که به اختصار به آن GRFS می گویند اشاره کرد. (Schlumberger, 2009) روش SGS روشی شناخته شده و مشهور، جهت مدل سازی متغیرهای پیوسته محسوب می شود. این الگوریتم نیاز به داده های استاندارد نرمال جهت انجام شبیه سازی دارد. (Oliver, 2010) از انواع مدل ویژگی های مخزنی، مدل رخساره است که به بررسی گسترش رخساره های مخزنی از جمله رخساره های سنگی یا رسوبی مختلف که در سه بعد یک مخزن گسترش دارند می پردازد. مدل سازی پتروفیزیکی به بررسی ویژگی های مهم پتروفیزیکی که در تولید هیدروکربور مخزن اهمیت دارند می پردازد. در این مدل سازی، گسترش و توزیع میزان تخلخل، توزیع اشباع آب و میزان نفوذ پذیری در در زون های مختلف مخزن را در سه بعد (طول، عرض، عمق) بررسی می شود که این امر کمک قابل توجهی به تعیین بهترین مکان ها جهت تولید هیدروکربور از یک مخزن، تعیین مکان های حفاری و صرفه جوئی در هزینه حفاری چاه ها می کند (نظری و همکاران ۱۳۸۸).

مطالعه حاضر با هدف تهیه مدل سه بعدی زمین شناسی (مدل پتروفیزیکی) زون ۳ سازند ایلام و زون ۱ سازند سروک در بخش شرقی میدان اهواز برای اولین بار انجام می شود.

۲. روش کار

در این مطالعه ابتدا اطلاعات کلی میدان مورد مطالعه، نمودارهای چاه نگاری، نگاره های سرچاهی جمع آوری شد. مختصات چاه های میدان اهواز در سیستم UTM، اطلاعات لرزه نگاری تفسیر شده (تخلخل مفید)، سطح تماس سیالات درون مخزن، نمودارهای پتروفیزیکی خام و تفسیر شده برای ۲۵ چاه در بخش شرقی میدان اهواز و نقشه های UGC بخش شرقی میدان اهواز از شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب دریافت شد. با توجه به تعداد زیاد چاه های موجود در میدان اهواز و حجم بالای اطلاعات و پراکندگی آن ها، ابتدا لیست چاه های دارای نمودارهای Sonic و Gamma Ray تهیه گردید. همچنین لیست چاه هایی که زون ۳ سازند ایلام و زون ۱ سازند سروک در آنها دارای نمودارهای چاه پیمایی باشند نیز تهیه و اطلاعاتی در مورد مختصات چاه ها، عمق سرسازند و تعیین ضخامت سازندها در چاه ها جمع آوری شد. در مرحله بعد ورود اطلاعات به نرم افزار Petrel با معرفی چاه ها آغاز شد. در ابتدا مختصات، ارتفاع KB (ارتفاع میز دوار دکل حفاری از سطح زمین)، عمق نهایی چاه ها مشخص و در نرم افزار وارد شد. پس از بارگذاری ۲۵ چاه بخش شرقی میدان اهواز، نمودارهای پتروفیزیکی مربوط به این چاه ها با فرمت های ASCII و یا LAS 3 وارد نرم افزار گردید. میدان در جهت طولی و هم در جهت عرضی در فواصل ۱۰۰ متری بلوک بندی شد جهت ساخت مدل زمین شناسی نیاز به معرفی سرسازندها و قاعده مخزن است. سرسازندهای ایلام و سروک (سازندهای مخزنی)، زون ۲ سازند سروک جهت قاعده مخزن در نظر گرفته شد. به جهت انجام Petrophysical Modeling ابتدا مدل سازی رخساره (Facies Modeling) انجام شد به همین منظور با استفاده از نرم افزار ژئولاگ (Geolog® 6.7.1) و به کمک متد MRGC، به طور خودکار الکتروفاسیس های آزموده شده خوشه بندی شدند. تعداد بهینه خوشه ها با توجه به شناخت منطقه مورد مطالعه و طیف داده های پتروفیزیکی، انتخاب شدند و مدل رخساره با گسترش الکتروفاسیس های به دست آمده در بخش شرقی میدان اهواز تهیه شد. در این مطالعه جهت مدل سازی خواص مخزنی از روش میانگین گیری حسابی به منظور درشت نمایی (Scale Up) نمودارهای پتروفیزیکی (تخلخل، حجم شیل، اشباع آب) برای ورود آنها به درون شبکه بلوکی استفاده شد.

نرمال سازی توزیع کلیه داده ها در نرم افزار انجام شد. همچنین در زون هایی که روند قابل ملاحظه ای مشاهده شد روندها حذف گردید تا شرط پایایی سیستم برقرار باشد. این مرحله در بخش آنالیز داده ها (Data Analysis) انجام شد سپس داده های آنالیز شده جهت انجام مدل پتروفیزیکی و تعریف ساختار فضایی، در قالب واریوگرام تجربی استفاده شد. در مرحله



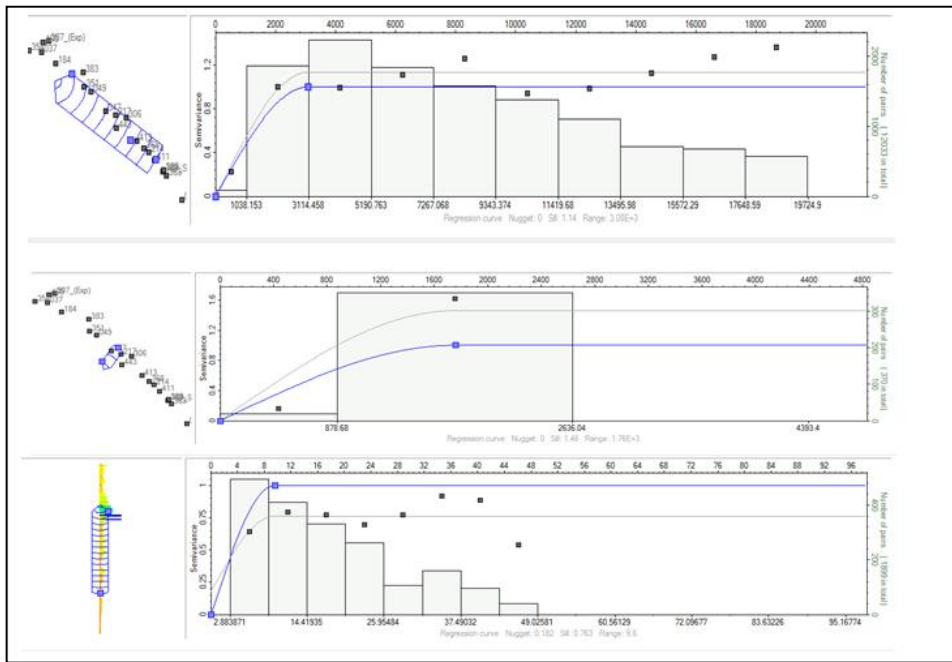
شکل شماره ۱: مدل رخساره ای بخش شرقی میدان اهواز

جدول شماره ۱: خوشه‌بندی بر اساس MRGC

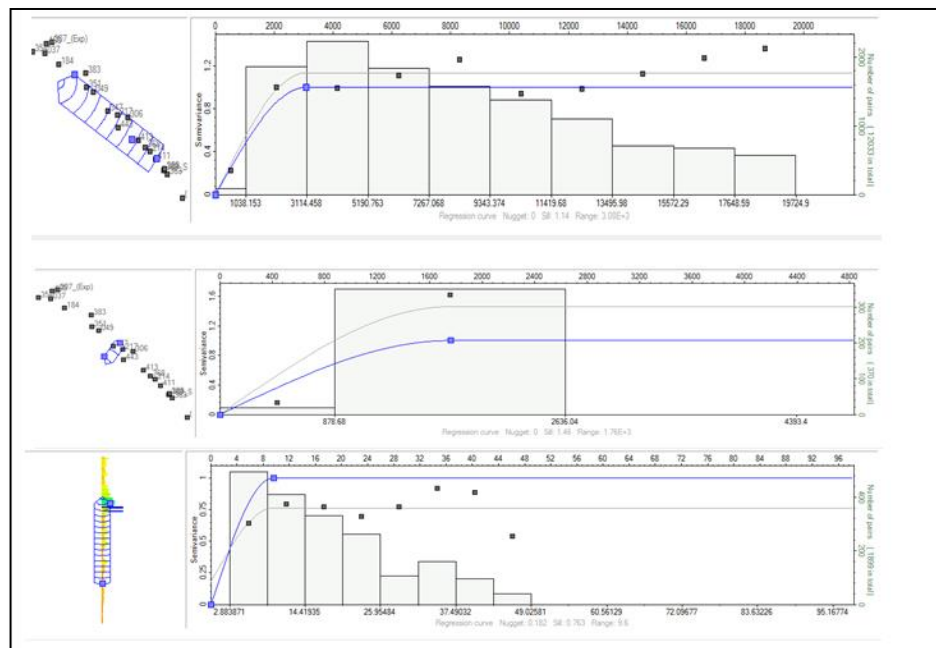
	FACIES	WEIGHT	DT	GR	NPHI	PHIE	RHOB	SWE
1	1	703	67.81	3.75	0.16	0.15	2.45	0.13
2	2	342	59.78	4.22	0.09	0.09	2.55	0.20
3	3	829	53.52	3.28	0.04	0.04	2.61	0.41
4	4	108	54.39	6.58	0.03	0.02	2.65	0.96

بررسی مدل رخساره در زون ۳ سازند ایلام نشان داد گسترش رخساره شماره ۳ (سبز فسفری، کیفیت متوسط) بیشتر و رخساره ۴ (قرمز، بدترین کیفیت) کمتر می باشد، اما در زون ۱ سازند سروک گسترش رخساره ۴ (قرمز، بدترین کیفیت) بیشتر و رخساره شماره ۳ (سبز فسفری، کیفیت متوسط) کمتر می باشد و در هر دو زون کمی هم رخساره شماره ۲ مشخص می باشد. در این مطالعه مدل سازی تخلخل و اشباع آب توسط روش SGS صورت گرفته است. روش های شبیه سازی قادر هستند که نقشه های گوناگون با احتمال رخداد یکسان را در اختیار زمین شناس قرار دهند و در میدانی که کمبود اطلاعات وجود دارد و یا تعدادی محدودی چاه حفر شده باشد، این روش می تواند راهنمای بسیار خوبی برای زمین شناس جهت شناسایی چهره احتمالی مخزن باشد. (Schlumberger, 2009) در مبحث مدل سازی پتروفیزیکی براساس واریوگرام های تجربی (شکل های شماره ۲ تا ۷) (جدول شماره ۲) در زون ۳ سازند ایلام میزان تخلخل از ۱ تا ۱۲ درصد و اشباع آب بین ۲۰ تا ۱۰۰ درصد مشاهده گردید و در زون ۱ سازند سروک میزان مقادیر تخلخل ۰ تا ۵/۴ درصد و اشباع آب ۲۰ تا ۱۰۰ درصد مشاهده گردید که با توجه به مکان چاه های مورد مطالعه و نتایج بدست آمده میزان اشباع آب در زون ۱ سازند

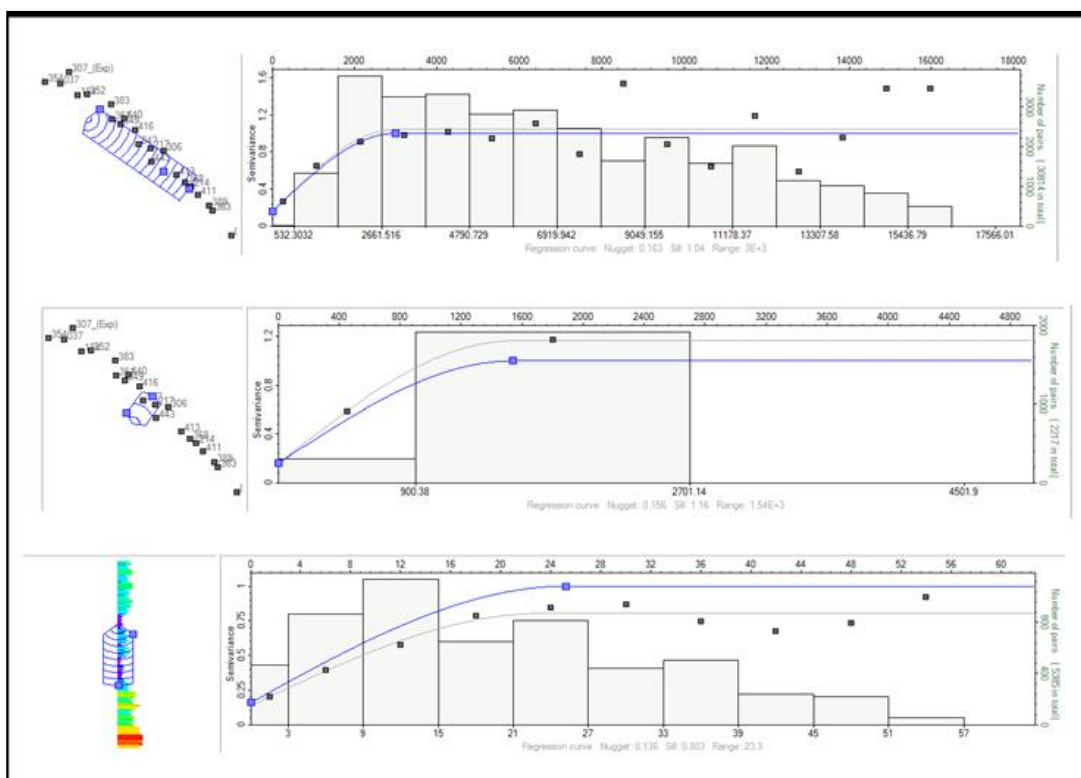
سروک نسبت به زون ۳ سازند ایلام بالاتر می باشد و میزان تخلخل در زون ۳ سازند ایلام نسبت به زون ۱ سازند سروک بیشتر می باشد، در نهایت مشخص می شود که زون ۳ سازند ایلام کیفیت مخزنی بالاتری نسبت به زون ۱ سازند سروک دارد. همچنین نتایج نشان داد بهترین زاویه جهت دریافت همبستگی فضایی برای نمودارهای اشباع آب زاویه ای بین $39/4$ الی $52/8$ است و بهترین زاویه جهت دریافت همبستگی فضایی برای نمودارهای تخلخل مفید زاویه ای بی $40/8$ الی $71/2$ است.



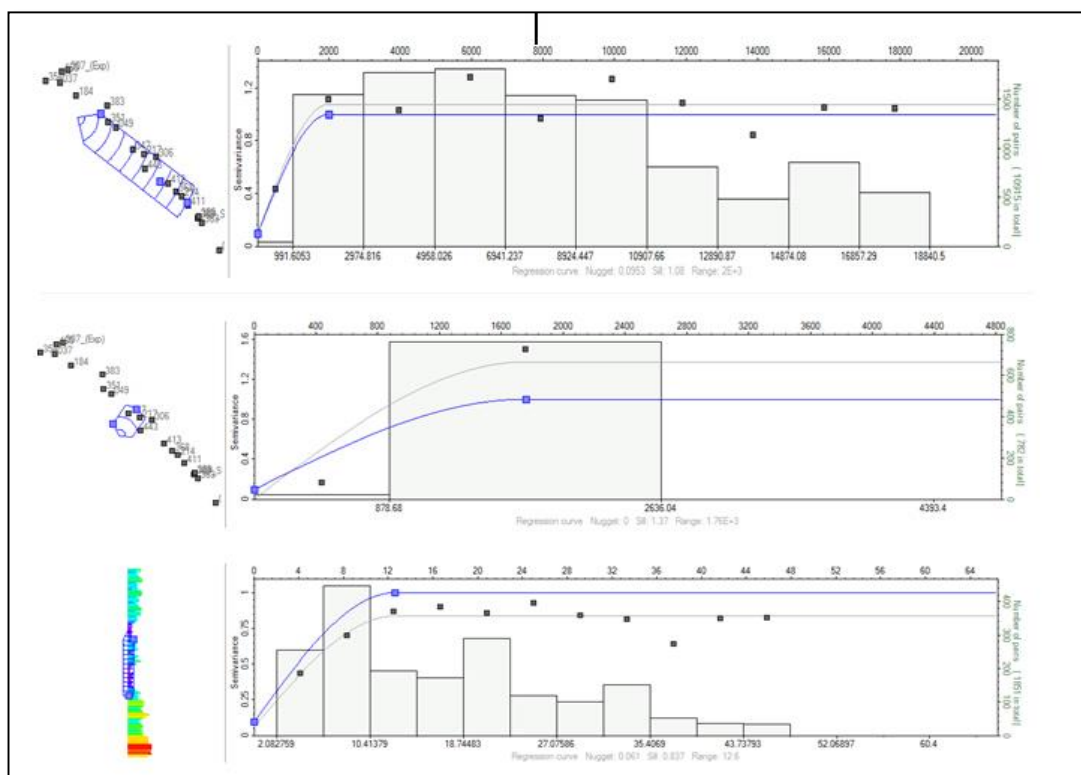
شکل شماره ۲: واریوگرام اشباع آب زون ۳ سازند ایلام



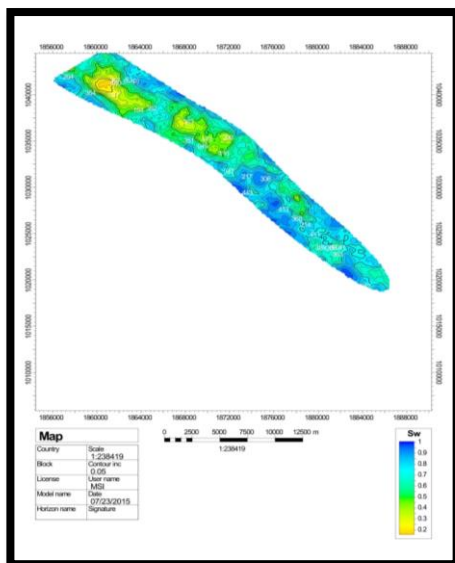
شکل شماره ۳: واریوگرام اشباع آب زون ۱ سازند سروک



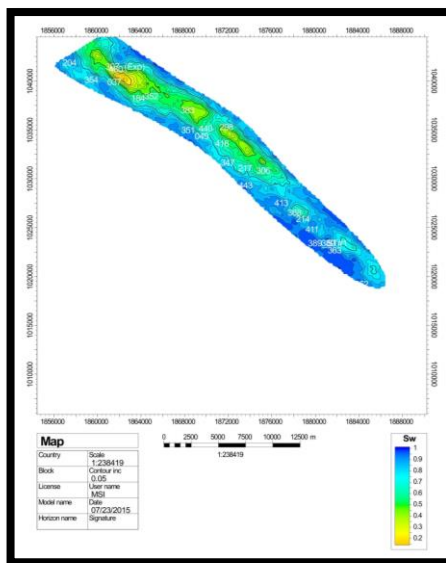
شکل شماره ۴: واریوگرام تخلخل مفید زون ۳ سازند ایلام



شکل شماره ۵: واریوگرام تخلخل مفید زون ۱ سازند سروک

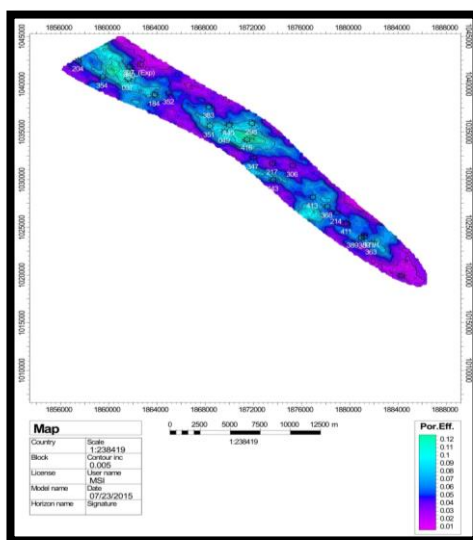


(ب)

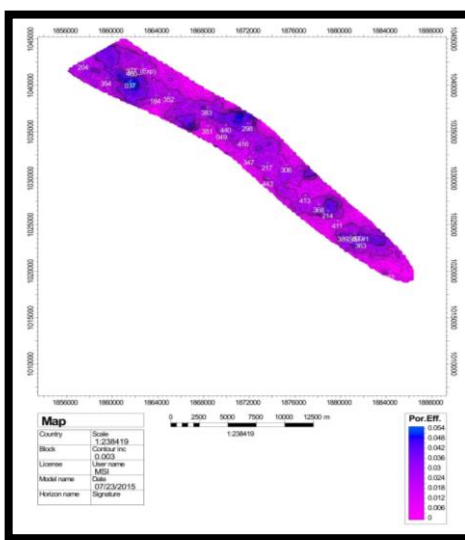


(الف)

شکل شماره ۶: نقشه میانگین اشباع آب (الف) زون ۱ سازند سروک (ب) زون ۳ سازند ایلام



(ب)



(الف)

شکل شماره ۷: الف) نقشه میانگین تخلخل در زون ۱ سازند سروک (ب) زون ۳ سازند ایلام
جدول شماره ۲: پارامترهای واریوگرام های پرازش شده برای نمودار اشباع آب و تخلخل مفید

Sill	Nugget	Vertical range	Minor range	Major range	مدل	زاویه	نام زون	
۱	۰/۰۸۹	۲۸/۵	۱۹۴۰/۶	۲۱۵۳/۱	کروی	۳۹/۴	زون ۳ ایلام	اشباع آب
۱	۰/۰۰	۹/۶	۱۷۵۷/۴	۳۰۷۶/۳	کروی	۵۲/۸	زون ۱ سروک	
۱	۰/۱	۲۵/۲	۱۵۳۸/۹	۳۰۰۳/۴	کروی	۷۱/۲	زون ۳ ایلام	تخلخل مفید
۱	۰/۰۹	۱۲/۶	۱۷۵۷/۴	۲۰۰۴/۱	کروی	۴۰/۸	زون ۱ سروک	

با این وجود زون ۳ سازند ایلام طبق محاسبات حجم سنجی بیشترین سهم را در ذخیره مخزن دارد. مدل پتروفیزیکی دو زون مورد مطالعه بخش شرقی میدان اهواز نشان می دهد که زون ۱ سازند ایلام مفیدترین مکان بهره دهی نفت می باشد (جدول شماره ۳). به طوری که بر اساس محاسبات حجم سنجی تولید نفت درجای زون ۳ سازند ایلام بیش از دو برابر زون ۱ سازند سروک بوده است.

جدول شماره ۳: نتایج حاصل از محاسبات حجمی زون های مورد مطالعه در بخش شرقی میدان اهواز

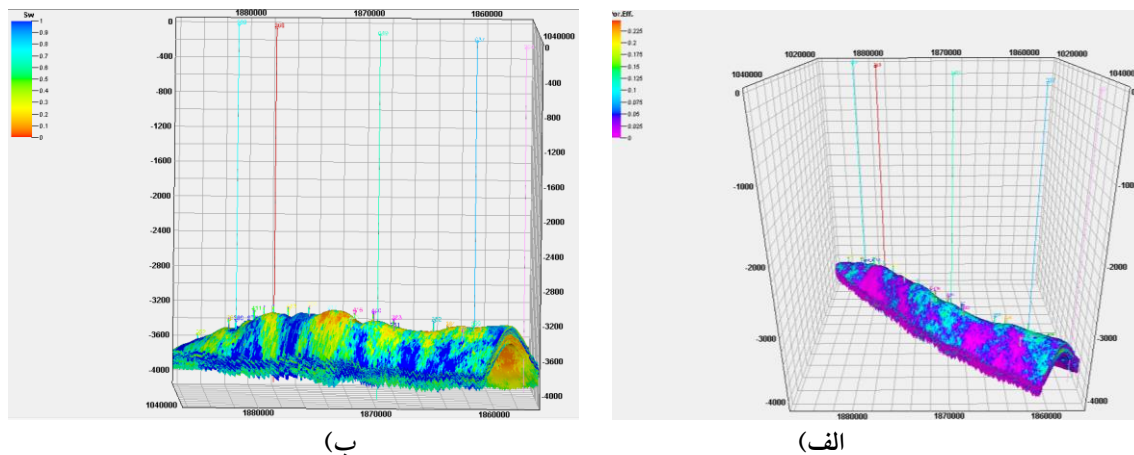
Zones	Bulk volume [*10 ⁶ m ³]	Net volume [*10 ⁶ m ³]	Pore volume [*10 ⁶ m ³]	HCPVoil [*10 ⁶ m ³]	STOIIP (in oil) [*10 ⁶ sm ³]
Case	۱۸۳۸۴	۵۷۷۰	۵۴۷	۴۱۱	۳۶۸
Z3.ilam	۵۸۱۶	۱۵۵۴	۱۴۷	۱۰۴	۹۳
Z1.sarvak	۳۴۲۵	۱۷۵	۱۲	۹	۸
Z2.sarvak	۹۱۴۳	۴۰۴۱	۳۸۷	۲۹۷	۲۶۷

علم زمین آمار می تواند یک روش کاربردی ریاضی را بر اساس علم آمار در آنالیز، یکپارچه سازی، تفسیر و توزیع اطلاعات زمین شناسی، پتروفیزیک و یا هر اطلاعات دیگر مورد نیاز در مدل سازی زمین شناسی را تشریح کند (Bohling, 2005). به طور کلی تخمین ذخیره به روش زمین آمار شامل دو مرحله اساسی است. در مرحله نخست ابتدا باید ساختار فضایی و ارتباطی فضایی (پیوستگی، همگنی، ناهمگن) که در بین نمونه ها وجود دارد، شناسایی شود. در این مرحله با استفاده از ابزاری به نام واریوگرام، این ارتباط فضایی مشخص خواهد شد. سپس در مرحله دوم با استفاده از روش کریجینگ و یا شبیه سازی شرطی که به مشخصات مدل واریوگرام پردازش شده در مرحله اول وابسته است، تخمین ذخایر انجام می پذیرد (حسنی پاک، ۱۳۸۶). کریجینگ یک روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزن دار استوار می باشد. به ازای هر تخمینی خطای مرتبط با آن را می توان محاسبه کرد (حسنی پاک، ۱۳۸۶). مهم ترین روش احتمالی که در مدل سازی پتروفیزیکی بکار می رود روش شبیه سازی گوسی ترتیبی است که در این مطالعه نیز استفاده گردید. جهت تهیه مدل نسبت خالص به ناخالص (Net To Gross)، از رابطه شماره ۱ استفاده شد. به علت نابسامانی هایی که در نمودار حجم شیل در بخش شرقی میدان اهواز وجود دارد، مقدار حجم شیل از رابطه نسبت خالص به ناخالص حذف گردید و مدل نسبت خالص به ناخالص بر اساس مدل های تخلخل مفید و اشباع آب بدست آمد. رابطه زیر معرف آن است که اگر شرط زیر مورد قبول باشد، بلوک از لحاظ مخزنی کیفیت مطلوبی را دارا می باشد (امین زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

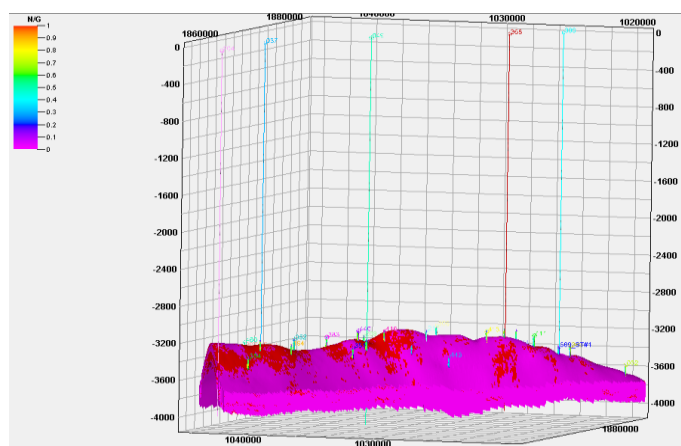
رابطه شماره (۱)

$$(NTG = \text{If} (PHIE \geq 0.05, \text{If} (SWE \leq 0.5, 1, 0), 0)$$

با توجه به مدل تخلخل اکثر چاه های حفر شده در بخش شرقی میدان اهواز در محدوده با تخلخل بالا (محدوده رنگ های گرم) قرار دارند و همچنین طبق مدل اشباع آب مشخص شد که اکثر چاه ها در محدوده ای که درجه اشباع آب کمترین میزان (محدوده رنگ های گرم) قرار دارند. به نظر می رسد حفاری های جدید می بایست در محدوده ی (NTG) بالا و حدود رنگ قرمز انجام شوند (تصویر شماره ۸ و ۹).



شکل شماره ۸ الف) مدل تخلخل مفید در بخش شرقی میدان اهواز. ب) مدل اشباع آب در بخش شرقی میدان اهواز



شکل شماره ۹: مدل نسبت خالص به ناخالص (NTG) در بخش شرقی میدان اهواز

۴. نتیجه گیری

روش شبیه سازی متوالی یکی از بهترین روش ها در مدل سازی گوسی پارامترهای پتروفیزیکی محسوب می شود. طبق نقشه های تهیه شده میزان اشباع آب در زون ۱ سازند سروک بالاتر می باشد و میزان تخلخل مفید در زون ۳ سازند ایلام بیشتر می باشد. در این مطالعه مدل سازی خواص مخزنی (مدل سازی پتروفیزیکی) با استفاده از روش شبیه سازی نشان داد که زون ۳ سازند ایلام نسبت به زون ۱ سازند سروک از لحاظ کیفیت مخزنی دارای کیفیت بالاتری است. تولید نفت درجا زون ۳ سازند ایلام بیش از دو برابر زون ۱ سازند سروک بود پیشنهاد می گردد حفاری های جدید در محدوده زون ۳ سازند ایلام انجام گیرد. با بکارگیری روش واحدهای جریان هیدرولیکی به منظور طبقه بندی نمونه های مخزنی ۴ واحد جریان تشخیص داده شد. مقادیر شاخص منطقه ای جریان برای واحدهای ۱ تا ۴ به ترتیب برابر ۰/۱۶، ۰/۳، ۰/۵۸ و ۱/۰۹ تعیین شد.

تقدیر

از آقایان دکتر معلمی، دکتر شیرودی و مهندس نوری بخاطر داوری مقاله سپاسگزاری می گردد. این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی شیراز با کد ۴۸۱۳۰۴۰۱۹۲۱۰۰۳ و همکاری شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب می باشد بدینوسیله از آقای مهندس نوری و تمام کسانی که در انجام این مطالعه ما را یاری رساندند تقدیر می گردد.

۶ منابع

- آقائباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- اشکان، ع. م.، ۱۳۸۳، اصول مطالعات ژئوشیمیایی سنگ های منشأ هیدروکربوری و نفت ها با نگرشی ویژه به حوضه رسوبی زاگرس، شرکت ملی نفت ایران، ۳۵۵ صفحه.
- امین زاده، ع.، میرجدوی، ن.، و نوری طالقانی، م.، ۱۳۹۲، مدل سازی استاتیک مخازن نفت و گاز و تفسیر سائیزمیک با استفاده از نرم افزار Petrel، انتشارات آزاده.
- جان احمد، ب.، ۱۳۹۰، مدل سازی زمین شناسی سازندهای ایلام و سروک در میدان نفتی سروستان (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، زمستان ۱۳۹۰.
- حسینی پاک، ع. ا.، ۱۳۸۶، زمین آمار (ژئواستاتستیک)، دانشگاه تهران.
- روشندل، ب.، ۱۳۸۵، بررسی و مطالعه پدیده های دیاژنتیکی و تاثیر آن در اختصاصات مخزن، پایان نامه کارشناسی ارشد، زمین شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.
- علیزاده پیرزمان، س.، ۱۳۸۴، مقایسه خصوصیات مخزنی زونهای بهره ده مخزن آسماری در میدین شادگان و منصوری، پایان نامه کارشناسی ارشد، زمین شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲، زمین شناسی ایران، چینه شناسی زاگرس، سازمان زمین شناسی کشور، ۵۳۶ صفحه.
- نظری، ک.، سلیمانی، ب.، حق پرست، ق.، و امیری بختیار، ح.، ۱۳۸۸، مدل ساختمانی پتروفیزیکی مخزن آسماری، میدان رامین، مجله علوم دانشگاه تهران؛ جلد ۳۵، شماره ۲، صفحات: ۷۰-۶۳.
- یهودا، ب.، فروردین ۱۳۷۰، ارزیابی پتروفیزیکی چاه شماره ۱۸۴ میدان اهواز سازندهای آسماری و بنگستان، گزارش شماره پ-۴۲۲۸، اهواز.
- BEHRMANN, J.H., HERMANN, O., HORSTMANN, M., TANNER, D.C., and BERTRAND, G., 2003, Anatomy and kinematics of oblique continental rifting revealed: A three-dimensional case study of the southeast upper Rhine graben (Germany): *AAPG Bulletin*, **87**, 1105-1121.
- BERBERIAN, M., 1995, Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds, active basement tectonics and surface morphotectonics: *Tectonophysics*, **241**, 193-224.
- BOHLING, G., 2005, Stochastic Simulation and Reservoir Modeling Workflow Analysis.
- BOLAS, H.M.N., HERMANRUD, C., and TEIGE, G.M.G., 2004, Origin of overpressures in shales: Constraints from basin modeling: *AAPG Bulletin*, **88**, 193-211.
- CAUMON, G., and MALLET, 2006, 3D stratigraphic models: representaton and stochastic modeling, Int. Assoc. for Mathematical Geology: *XIth International Congress, Universit de liege-Belgium*.
- GAUTHIER, B.D.M., 2003, Full field Fracture Modeling: an Integrated Approach with Application to three Carbonat Fractured Reservoirs: *AAPG Hedberg Conference, Paleozoic and Triassic Petroleum system in north Africa, Algiers, Algeria*.
- JAMES, G.A., and WYND, J.G., 1965, Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area: *AAPG Bulletin*, **49**, 2182-2245.
- LABOURDETTE, R., PONCET, J., SEGUIN, J., TEMPLE, F., HEGRE, J., and IRVING, A., 2006, Three-dimensional modeling of stacked turbidite channels in west Africa: impact on dynamic reservoir simulations: *Petroleum Geosciences*, **12**, 335-345.

- LI, H., and WHITE, C.D., 2003, Geostatistical models for shales in distributary channel point bars(Ferron Sandstone, Utah): From ground-penetrating radar data to three-dimensional flow modeling: *AAPG Bulletin*, **87**, 1851-1868
- MASAFERRO, J.L., BULNES, M., POBLET, J., and CASSON, N., 2003, kinematic evolution and fracture prediction of the Valle Morado structure in ferred from 3-D seismic data, Salta province, northwest Argentina: *AAPG Bulletin*, **87**, 1083-1104.
- MITRA, S., GONZALEZ, D.A.J., HERNANDEZ, J.G., GARCIA, S.H., and BANERJEE, S., 2006, Structural geometry and evolution of the Ku, Zaa, and Maloob structure: *AAPG Bulletin*, **90** (10), 1565-1584.
- MITRA, S., and LESLIE, W., 2003, Three- dimensional structural model of the Rhorde el Baguel field: *AAPG Bulletin*, **87**, 231-250.
- OLIVER, M.A., 2010, Geostatistical Applications for Precision Agriculture, *Springer*.
- SCHLUMBERGER, 2009, *Petrel Software Help*.
- TATAR, M., HIATZFELD, D., and GHAFORY-ASHTIANY, M., 2004, Tectonics of the central zagros(Iran) deduced from microearthquake seismicity: *Laboratoire de geophysique Internet Tectenophysique, Grenoble, France Geophys.J.Int*, 255-256.
- WONG, P.M., 2003, A novel technique for modeling fracture intensity: A case study from the pinedale anticline in Wyoming: *AAPG Bulletin*, **87**, 1717-1727.
- ZAKREVSKY, K.E., 2011, Geological 3D Modeling: *EAGE Publication bv*.