

بازسازی تاریخیچه تدفین و مدلسازی حرارتی سنگ منشاء گدوان در ناحیه فارس

آیتا بیجاری پور، ارسلان زینل زاده، محمدرضا کمالی

جاده قدیم قم، بلوار پژوهشگاه، پژوهشگاه صنعت نفت

bijaripoura@ripi.ir

zeinalzadeha@ripi.ir

kamalimr@ripi.ir

(دریافت: ۸۳/۶/۲۱؛ پذیرش: ۸۳/۱۰/۲۶)

چکیده

با افزایش نیاز به اکتشاف منابع جدید نفتی، توجه بسیاری از زمین‌شناسان نفت به سمت مسائل مربوط به تشکیل نفت و مهاجرت آن از دیدگاه کمی و کیفی معطوف شده است و تاریخچه شکل‌گیری هیدروکربنهای موجود در یک حوضه با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مشاهدات سطحی مؤید این حقیقت است که رخساره‌های آلی در مقیاسهای متفاوتی از زمان و مکان در حال تغییر هستند که این مسئله خود به محیط و فرآیندهای رسوبی بستگی دارد.

مطالعه مدل‌سازی سنگ منشاء بعنوان ابزار مهم جهت دستیابی به منابع نفت و گاز در کاهش ریسک اکتشاف نفت بشمار می‌آید. وجود سنگ منشاء بعنوان شرط لازم جهت هرگونه تجمع هیدروکربنی است و لذا آگاهی از خواص سنگ منشاء بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

دانستن این نکته بسیار مهم است که هیدروکربن در کجا تولید شده، از چه سنگی مهاجرت کرده و خارج گردیده است. بیشتر مطالعات در حال حاضر بر روی فرآیندهای فیزیکوشیمیائی موثر در تولید هیدروکربن، میزان، کیفیت و پراکندگی ماده آلی موجود در سنگ منشاء متمرکز گردیده است. بنابراین جهت بازسازی شرایط حاکم بر رسوبات در زمان رسوبگذاری و پس از آن، بهره‌مندی از روش مدلسازی سودمند می‌باشد. بر مبنای مطالعه به روش مدلسازی با بهره‌گیری از نرم افزار یک بعدی Winbury سازند گدوان در محدوده قبل از پنجره نفتزائی (مقادیر R0 بین ۰/۳۵-۰/۶۵) قرار می‌گیرد. عدم بلوغ مناسب سنگ منشاء گدوان با توجه به منحنی‌های تاریخچه تدفین و حرارتی آن بدلیل عمق تدفین کم و پایین بودن گرادیان زمین گرمائی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بازسازی تاریخیچه تدفین، مدل سازی حرارتی، سنگ منشاء گدوان،

ناحیه فارس

مقدمه

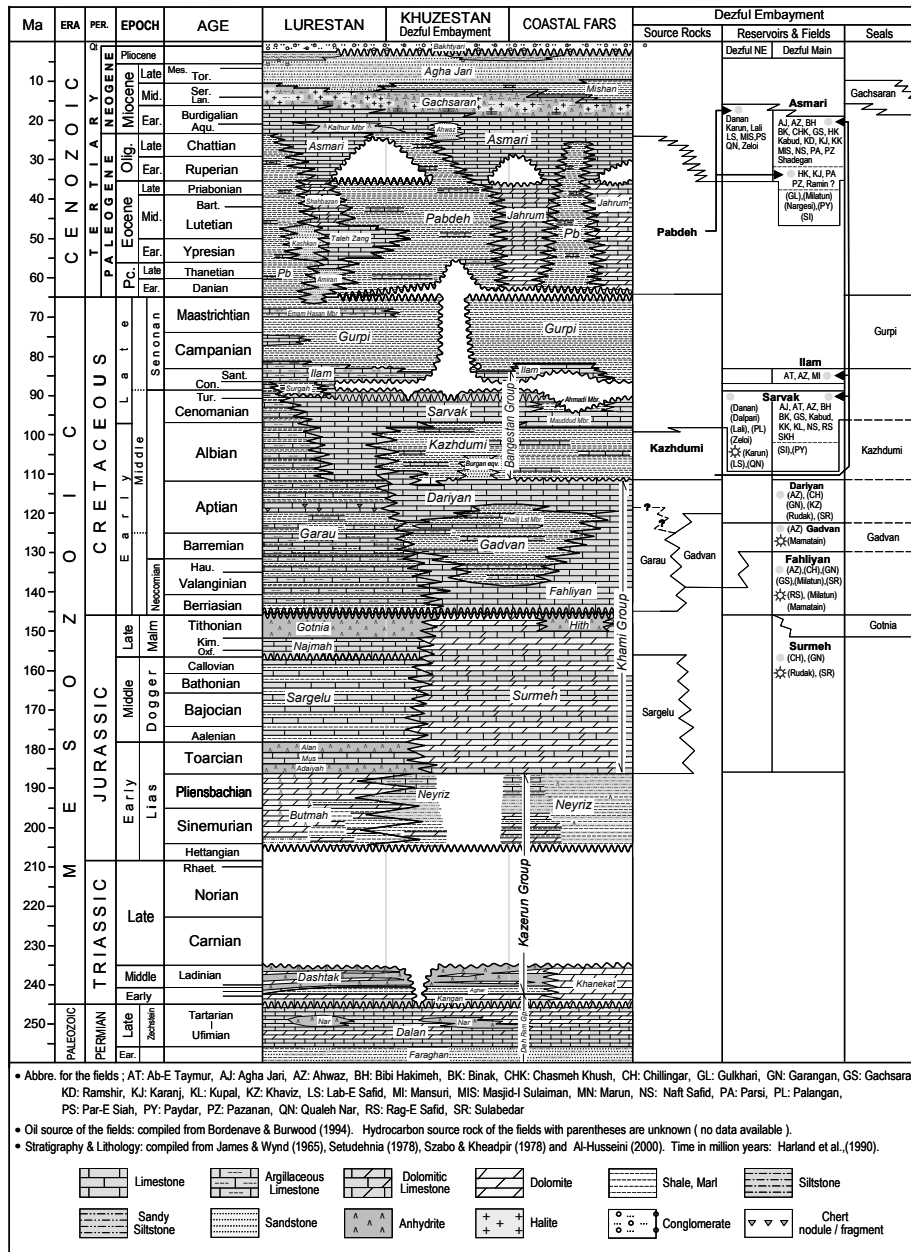
این مطالعه بخشی از یک مطالعه جامعتر است که در برگیرنده مطالعه پتروگرافی آلی، راک اول، شیمی و مدل سازی است. هدف از این مطالعه بررسی سازند گدوان به عنوان یک سنگ منشاء در ناحیه فارس است. ناحیه فارس بخشی از حوضه رسوبی زاگرس می باشد، این ناحیه از غرب به گسل کازرون و از شرق به گسل میناب محدود می شود (مطیعی، ۱۳۷۴). از این ناحیه نمونه‌هایی از رخنمون‌ها و چاه‌ها جهت مطالعه آزمایشگاهی استفاده شده است. ناحیه فارس به جهت دارا بوده منابع گاز مورد توجه قرار گرفته است و مطالعات جدیدی در این منطقه صورت پذیرفته است (Kamali and Rezaee, 2003; Bordenave, 2003).

در این مطالعه با استفاده از نرم افزار یک بعدی Winbury منحنی‌های تاریخچه تدفین و تاریخچه حرارتی سنگ منشاء چاههای ده نوح-۱، قطب آباد-۱، سروستان-۳، سیم-۱، نورا-۱ و خشت-۱ بازسازی شده و میزان پختگی سنگ منشاء گدوان در ناحیه فارس به روش TTI (Waples, 1980) محاسبه و با نتایج حاصل از سایر روشها (نظیر انعکاس ویتترینایت (Ro) مقایسه می گردد. به این منظور پیش از پرداختن به مدلسازی چاههای مورد مطالعه، ارائه کلیاتی در مورد زمین‌شناسی منطقه و وضعیت سازندهای موجود و همچنین توضیح مختصری در مورد داده‌های ورودی و اصول روش مدلسازی ضروری بنظر می‌رسد. هدف اصلی این مطالعه تعیین وضعیت بلوغ سازند گدوان با بهره‌گیری از این روش می‌باشد که پیش از پرداختن به آن ذکر کلیاتی ضروری بنظر می‌رسد.

زمین‌شناسی نفت ناحیه فارس

حوضه زاگرس که در جنوب غرب ایران و شمال عراق واقع گردیده از نظر موقعیت منطقه‌ای حاشیه تکتونیکی شمال شرق حوضه خاورمیانه را تشکیل می‌دهد. این ناحیه دوره‌های طولانی مدت فرونشست و رسوبگذاری و همچنین کوتاه مدت بالآمدگی و عدم رسوبگذاری را پشت سر گذاشته است.

حرکات تکتونیکی میو-پلیوسن در زاگرس موجب بوجود آمدن تاقدیسهای کشیده با روند کلی شمال غرب - جنوب شرق گردیده که عمده تله‌های نفتی ناحیه فارس را تشکیل می‌دهند. در این ناحیه سازندهای گچساران، آغاچاری و بختیاری بر خلاف فروافتادگی دزفول از ضخامت و گسترش چندانی برخوردار نیستند (شکل-۱).



شکل ۱- ستون چینه‌شناسی در فروافتادگی دزفول و نواحی مجاور

در ناحیه فارس یکی از سنگ منشاء های شناخته شده، شیل‌های سیلورین (سازند سرچاهان) می‌باشند که گازهای گروه دهرم از این رسوبات منشاء گرفته‌اند. قرار گرفتن این شیل‌ها در اعماق زیاد و رخنمون بسیار محدود آنها باعث محدودیت در شناخت آنها گردیده است.

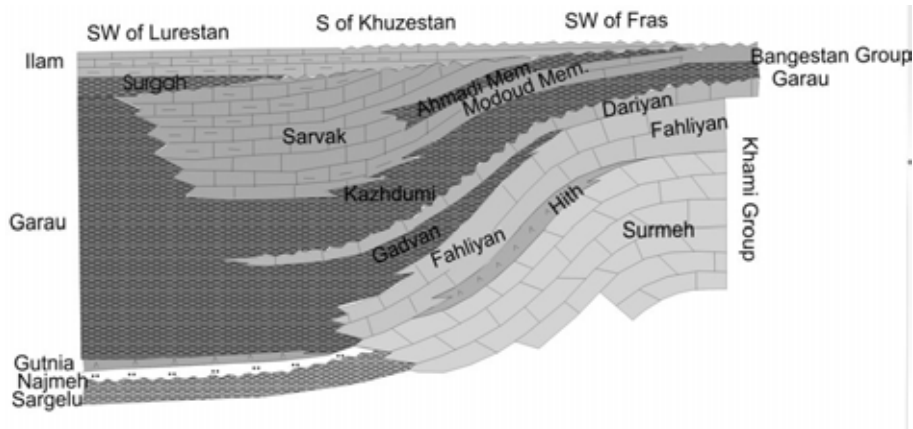
سازند کنگان با سن تریاس پایینی عمدتاً از رسوبات کربناته همراه با لایه‌های شیلی نازک لایه و غنی از ماده آلی تشکیل شده که پتانسیل هیدروکربن‌زائی دارد (درویش زاده، ۱۳۷۰). لایه‌های دولومیتی و کربناته سازند کنگان در ناحیه فارس سنگ مخزن به شمار می‌آیند.

از اوائل مزوزوئیک در ناحیه فارس شرایط پلاتفرمی حاکم بوده که موجب نهشته شدن رسوبات فقیر از ماده آلی شده است. سنگ‌های منشاء فروافتادگی دزفول به موجب تغییرات لیتوفاسیسی در ناحیه فارس، پتانسیل هیدروکربن‌زائی را ندارند، مانند آهک‌های سورمه و سروک و همچنین سازندهای شیلی کژدمی و گورپی که به دلیل ضخامت کم و رسوبگذاری در محیط اکسیدان سنگ منشاء مناسب در ناحیه نمی‌باشند و حتی در صورت وجود ماده آلی به پختگی لازم جهت تولید هیدروکربن نرسیده‌اند (Kamali and Rezaee, 2003).

بطور کلی سیستم‌های نفتی نواحی دزفول و فارس به گونه‌ای است که تدریجاً به یکدیگر تبدیل می‌شوند. خصوصیات سنگ منشاء در ناحیه فارس به گونه‌ای است که منابع عظیم هیدروکربنی عظیم مانند فروافتادگی دزفول در آن دیده نمی‌شود اما از نقطه نظر منابع گازی حائز اهمیت فراوانی است به گونه‌ای که سازندهای گروه دهرم و ماقبل آن در این ناحیه دارای منابع عظیم گازی هستند.

مشخصات سنگ منشاء گدوان در ناحیه فارس

مقطع نمونه این سازند در کوه گدوان واقع در ۴۰ کیلومتری شمال شرق شیراز اندازه‌گیری شده است (James and Wynd, 1965). از نظر لیتولوژی، این سازند متشکل از مارن، شیل‌های خاکستری مایل به زرد یا سبز است که در آن لایه‌هایی از آهک‌های رسی خاکستری تیره دیده می‌شود. ضخامت آن در حدود ۱۲۰ متر بوده و بر اساس فسیل‌های موجود سن آن نئوکومین بالائی تا آپتین تعیین گردیده است. این سازند در خوزستان و شمال غربی فارس عمدتاً شیلی بوده و به سمت جنوب شرق به علت کاهش عمق محیط رسوبگذاری به رسوبات آهکی در ناحیه فارس تبدیل می‌شود، بنحوی که در فارس ساحلی جدا کردن آن از سازند بالائی خود، یعنی سازند داریان غیر ممکن است (شکل ۲).



شکل ۲- مقطع طولی چینه‌شناسی در جنوب غرب فارس - خوزستان - لرستان که در آن تغییر و ضخامت رسوبات گروه بنگستان و خامی مشخص گردیده است (درویش زاده، ۱۳۷۰).

بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط (Bordenave و Burwood بر روی سازند گدوان در ناحیه فارس، این سازند تغییر رخساره سازند گرو می‌باشد و به صورت محلی غنی از ماده آلی است. در شمال غرب ناحیه فارس سازند گدوان دارای کروژن نوع II و $TOC = 0/8$ و ضخامت موثر ۱۰۰ متر می‌باشد.

بازسازی منحنی‌های تاریخچه^۲ تدفین و مدلسازی حرارتی

بلوغ سنگ منشاء نفت توسط پارامترهای گوناگونی همچون تاریخچه تدفین و گرادیان زمین-گرمایی ناحیه کنترل می‌گردد. در واقع پدیده بلوغ، تغییرات آهسته ترمودینامیکی ماده آلی (کروژن) موجود در سنگ منشاء به نفت و گاز است که سبب مهاجرت نفت به سنگ مخزن با تخلخل بالاتر می‌شود. دو فاکتور زمان و حرارت نقش بسزائی در بلوغ ماده آلی دارند که خود به نرخ فرونشست و رسوبگذاری بستگی دارند. این دو فاکتور در نسبت‌های مختلف می‌توانند نتایج یکسانی بدنبال داشته باشند. به این معنا که در حرارت کم و زمان طولانی می‌توان به همان بلوغی که در شرایط زمان کوتاه و حرارت زیاد حاصل می‌شود، دست یافت.

با فرض اینکه گرادیان حرارتی زمین در طول زمان ثابت بوده است. رسوبات به یک نسبت تحت تأثیر حرارت قرار می‌گیرند که این مسئله به تاریخچه^۲ تدفین نیز بستگی دارد. در طی فرایند شکل‌گیری یک حوضه رسوبی، مقادیر عظیمی از حرارت پی سنگ توسط پوشش رسوبی منتقل گردیده که انرژی لازم جهت فرآیند بلوغ را فراهم می‌نماید.

روش انعکاس ویتربینایت متداولترین روش جهت تعیین درجه بلوغ ماده آلی موجود در سنگ منشاء بشمار می‌آید. معمولاً مقادیر انعکاس ویتربینایت اندازه‌گیری شده برای سنگ منشاء پتانسیل دار $2 < Ro < 0.2$ می‌باشد، در حالیکه هیدروکربنزائی در محدوده $0.1/30 < Ro < 0.65$ صورت می‌گیرد.

مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی با استفاده از نرم افزار Winbury

در این مطالعات از نرم افزار یک بعدی Winbury (1D) نسخه ۲/۷۲ (سال ۲۰۰۰) استفاده گردیده است که در آن از یک سری اطلاعات بعنوان داده‌های ورودی (عمق، سن، تغییرات سطح آب دریا، وضعیت گرادیان زمین گرمایی، لیتولوژی سازندها و حرارت سطحی و ...) استفاده می‌شود. این نرم افزار دارای قابلیت محاسبه میزان پختگی از روشهای Easy، TTI، Kinetics و Compositional Kinetics است. همچنین تغییرات میزان پختگی سازندها و موقعیت آنها نسبت به سطح دریا در طول زمان زمین‌شناسی نیز قابل محاسبه می‌باشد.

نتایج حاصله یا اطلاعات خروجی نرم افزار Winbury بصورت منحنی‌های مختلف شامل منحنی‌های تاریخچه تدفین، تاریخچه حرارتی، تغییرات سطح آب دریا در طول زمان رسوبگذاری یا نرخ رسوبگذاری سازندها، منحنی مقایسه مقادیر Ro محاسبه شده توسط نرم افزار و Ro اندازه‌گیری شده توسط روش انعکاس ویتربینایت و بسیاری از منحنی‌ها و نمودارهای گوناگون دیگر می‌باشد که بدلیل حوصله این مقاله و عدم وجود بعضی از داده‌های لازم از آنها صرف نظر گردیده است (نمودارهای جریان‌ات حرارتی در مقابل تکتونیک، دیاژنز و ...).

مدلسازی سنگ منشاء، روشی است جهت ارزیابی میزان پختگی سنگ منشاء که تغییرات آن در طول زمان زمین‌شناسی، میزان و نوع هیدروکربن (فاز نفت و گاز) و زمان هیدروکربنزائی مورد ارزیابی و محاسبه قرار می‌گیرد.

در این روش منحنی‌های تاریخچه تدفین و به دنبال آن تاریخچه حرارتی سنگ منشاء بازسازی می‌شود میزان پختگی سنگ منشاء از روش TTI محاسبه و با نتایج حاصل از روشهای دیگر (انعکاس ویتربینایت Ro) مقایسه می‌گردند.

منحنی‌های تاریخچه تدفین

یکی از منحنی‌های مورد استفاده در مدلسازی، منحنی تاریخچه تدفین رسوبات می‌باشد. جهت تعبیر و تفسیر تاریخچه تدفین، منحنی تاریخچه تدفین قدیمی‌ترین لایه (از نظر سنی) و عمق امروزی آنرا در نظر می‌گیریم. در هنگام رسوبگذاری لایه مذکور که امروزه در عمق n قرار دارد

در سطح زمین یا عمق صفر قرار داشته است. سپس لایه بعدی آنرا در نظر گرفته و تفاضل عمقی آن از لایه قدیمی تر را بدست می آوریم تا نقطه کنترل که مبین وضعیت لایه در آن زمان می باشد مشخص گردد. این مراحل برای کلیه لایه های دیگر نیز به همین ترتیب صورت می گیرد. در صورت وجود داده های بیواستراتیگرافی، بازسازی تاریخچه تدفین دارای دقت بیشتری است در حالیکه وجود تکتونیک پیچیده و فقدان داده موجب بروز اختلافات و پایین آمدن درجه اطمینان می شود. کلیه محاسبات و رسم منحنی ها امروزه توسط نرم افزارهای مدلسازی انجام می شود.

تاریخچه حرارتی

گام بعدی تهیه منحنی های تاریخچه حرارتی به همراه منحنی های تاریخچه تدفین است. به این مفهوم که حرارت تحت الارضی در هر عمقی در طول زمان زمین شناسی گذشته تعیین می گردد. ساده ترین راه انجام آن در نظر گرفتن گرادیان زمین گرمایی امروزی و ثابت فرض نمودن درجه حرارت سطحی و گرادیان زمین گرمایی است. می توان از دمای ته چاه BHT در عمق نهایی (TD) جهت محاسبه رژیم حرارتی استفاده نمود. در صورتیکه اطلاعات مربوط به دمای ته چاه در دسترس نباشد از نقشه گرادیان زمین گرمایی منطقه استفاده می شود.

فرصیات ویژه در مورد منحنی های تاریخچه تدفین

یکی از نکات قابل توجه در بازسازی منحنی های تاریخچه تدفین منظور نمودن سطوح فرسایشی است. فرسایش توسط حرکت رو به بالای منحنی ها مشخص می شود که بعد از رسوب گذاری مجدد به سمت پایین حرکت می کنند. هنگامیکه سطح فرسایشی وجود داشته باشد نازک شدن مقطع در منحنی تاریخچه تدفین نشان داده می شود. بخشهای منفرد منحنی ها با یکدیگر موازی بوده اما فواصل بین آنها کم می گردد.

در نرم افزار Winbury دیاگرام Geohistory ترسیم می گردد. در این دیاگرام سطح آب دریا بعنوان خط مبدا در نظر گرفته می شود در حالیکه در منحنی های Burial History بستر دریا (Seafloor) مبنای اندازه گیری می باشد.

منحنی های Geohistory امکان ارزیابی ارتباطی بین فرونشینی حوضه و رسوب گذاری را فراهم می کند اما این منحنی ها نسبت به منحنی تاریخچه تدفین از پیچیدگی بیشتری برخوردار است و امکان بروز خطا و اشتباه در تعبیر و تفسیر آن بیشتر است.

محاسبه بلوغ به روش اندیس زمان - حرارت (Time-Temperature Index) TTI

یکی از روشهای محاسبه میزان بلوغ استفاده از اندیس زمان-حرارت TTI می‌باشد. در واقع لویاتین هر فاکتور زمان را بعنوان طولی از زمان متعلق به میلیونها سال گذشته که سنگ در یک اینتروال حرارتی مشخص گذرانده است را تعریف نمود. این روش توسط معادله زیر تعریف می‌شود (Waples, 1980):

$$TTI = \sum_{n_{min}}^{n_{max}} r^n \Delta t_n$$

Δt_n فاصله زمانی به میلیون سال است که سنگ در فاصله حرارتی n م گذرانده و فواصل حرارتی n به خطوط $10^\circ C$ تقسیم می‌گردد. n_{min} , n_{max} مقادیر ماکزیمم و منیمم اندیس n هستند و r یک عدد قراردادی است. براین اساس بلوغ یک تعریف خطی از زمان و حرارت برای یک اینتروال خاص می‌باشد.

بعنوان مثال هیدروکربنها به روش اندیس زمان - حرارت در محدوده $160 < TTI < 15$ تولید می‌شوند و با مقادیر انعکاس و پترینایت اندازه‌گیری شده $1/3 < Ro < 0/65$ کالبره و مقایسه می‌گردند.

مقادیر با TTI کمتر از ۱۵ توان هیدروکربنزیایی ندارند در حالیکه مقادیر بالای ۱۶۰ نشان‌دهنده خروج کل نفت از سنگ منشاء است. ضمن اینکه مقدار $TTI = 75$ نیز مبین حداکثر شرایط مناسب جهت تولید نفت از سنگ منشاء می‌باشد.

وضعیت رژیم حرارتی مناطق مورد مطالعه

در چاه‌های منطقه مورد مطالعه گرادیان زمین گرمائی بین مقادیر $1/2$ تا $0/53 F^\circ/100Ft$ تغییر می‌کند. بیشترین مقدار گرادیان زمین گرمائی در اطراف چاه خشت-۱ با میزان تغییرات نسبتاً بالا در اطراف آن مشاهده می‌گردد. میزان این تغییرات در اطراف چاه نورا-۱ و سیم-۱ ملایم و تدریجی است.

با توجه به موقعیت مقاطع بر روی نقشه در مقطع کوه بانژ گرادیان زمین گرمائی $F^\circ/100Ft$ $0/7$ می‌باشد و بقیه مقاطع مقادیر کمتر از $0/6 F^\circ/100Ft$ را نشان می‌دهند. با در نظر گرفتن روند تغییرات مقادیر گرادیان زمین گرمائی می‌توان به این نتیجه رسید که به سمت جبهه کوهستانی زاگرس میزان گرادیان زمین گرمائی کاهش می‌یابد و در مجموع منطقه فروافتادگی دزفول نسبت به ناحیه فارس از گرادیان حرارتی بالاتری برخوردار می‌باشد.

مدلسازی چاههای مورد مطالعه توسط نرم افزار Winbury

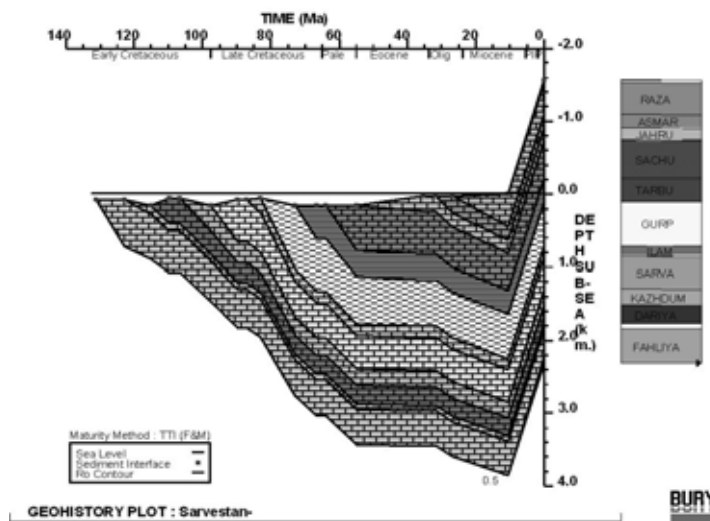
با استفاده از نرم افزار مذکور مدلسازی تاریخچه تدفین و حرارتی بر روی تعدادی از چاههای ناحیه صورت پذیرفت که به ذکر دو چاه سروستان و نورا اکتفا می‌کنیم.

چاه سروستان-۳

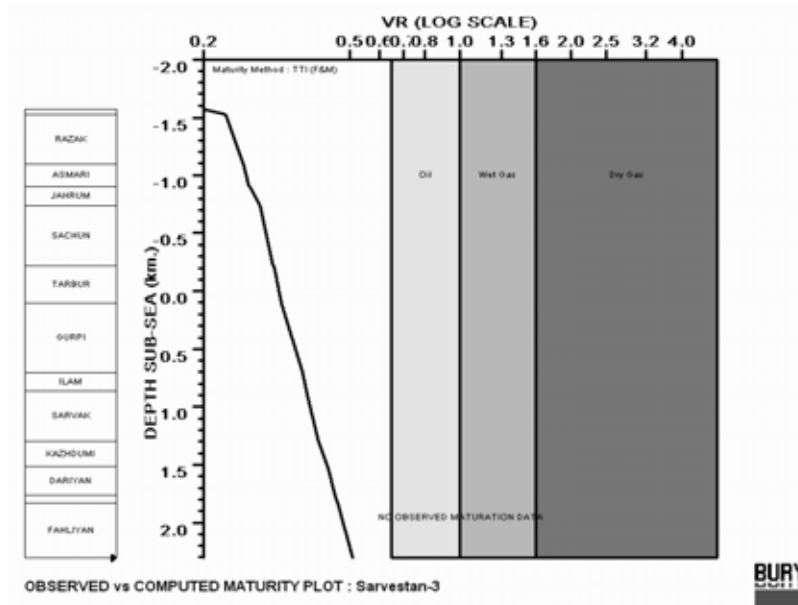
این تاقدیس در ۱۲۰ کیلومتری شرق شیراز و ۱۷ کیلومتری شهر سروستان در موقعیت جغرافیائی "N= ۲۹° ۰۶' ۰/۵" و "E= ۵۳° ۱۲' ۵۴/۸۰" واقع شده است. این چاه در برگیرنده سازندهای فهلیان تا رازک و دارای عمق نهائی ۳۸۷۶ متر می‌باشد. هدف از حفاری این چاه بررسی سنگهای مخزن این تاقدیس بوده که بر اساس آزمایشات سر چاهی، ۴۴ متر فوقانی سازند سروک، بعنوان لایه تولیدی شناخته شده و نفت و گازی در گروه خامی مشاهده نگردیده است.

نمودارهای تاریخچه تدفین چاه سروستان-۳

نمودار تاریخچه تدفین چاه سروستان-۳ بیانگر بلوغ پایین سازندهای موجود می‌باشد (شکل ۳) و در این بین تنها سازند فهلیان است که در پنجره نفتزائی قرار گرفته است ($R_o < 0.5$). مطالعات پتروگرافی آلی بر روی این چاه صورت نگرفته است. مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده و محاسبه شده R_o غیر ممکن می‌باشد. نمودار شکل ۴ نشان‌دهنده این است که حداکثر بلوغ سازندها در این چاه ۰/۵ می‌باشد.



شکل ۳- تاریخچه تدفین چاه سروستان-۳



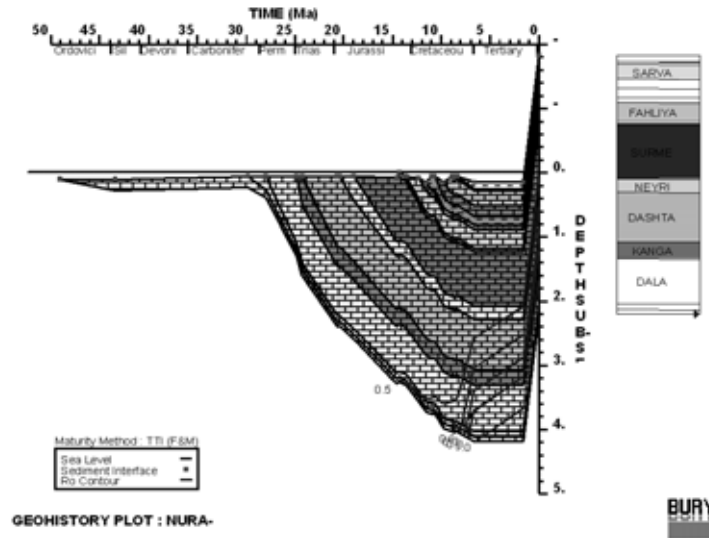
شکل ۴- نمودار مجورشده‌گی محاسبه شده و اندازه گیری شده چاه سروستان-۳

چاه نورا-۱

تاق‌دیس نورا با ابعاد ۱۰×۶۵ کیلومتر مربع در موقعیت $36^{\circ}16'74''$ $N=28^{\circ}$ $50'12/120''$ واقع گردیده و شامل سازند گورپی تا شیل‌های اردوویسین می‌باشد. حفاری آن تا عمق نهائی ۴۰۳۰ متر صورت گرفته و آزمایشات صورت گرفته مبین آبدار بودن سازندها و وجود مواد آسفالتی در سازندهای گروه بنگستان می‌باشد. بنابراین با توجه به شرایط مذکور این ساختمان بعنوان یک تاق‌دیس خشک شناخته شده است.

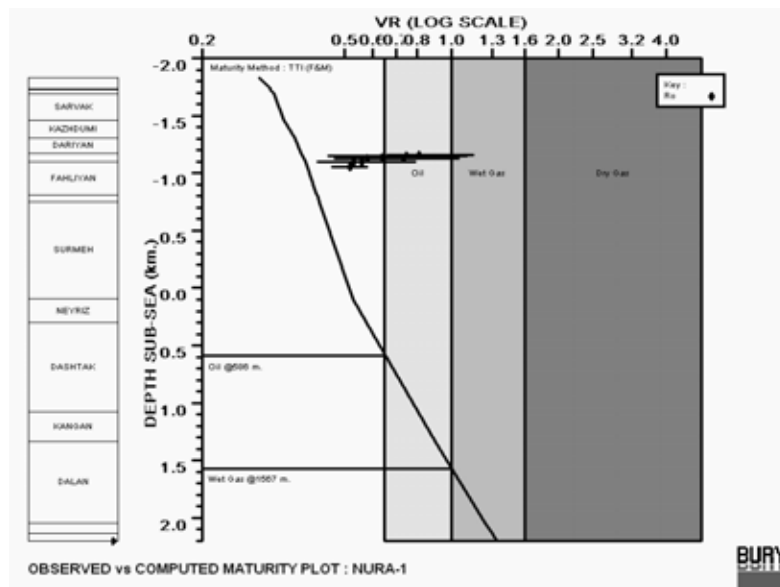
نمودارهای تاریخچه تدفین چاه نورا-۱

بر اساس منحنی‌های تاریخچه تدفین، سازندهای سورمه تا گورپی در بالای سطح آب دریا قرار گرفته‌اند که سازند گدوان را نیز شامل می‌شود. شروع پنجره نفتزائی در عمق ۲۴۱۶ متری از سطح زمین و آغاز گاززائی در ۳۳۹۷ متری می‌باشد (شکل ۵). سازندهای دشتک و کنگان و بخش فوقانی دالان در پنجره نفتزائی قرار می‌گیرند. ماسه سنگهای سازند فراقان و شیل‌های اردوویسین در پنجره گاززائی $R_0=1$ قرار می‌گیرند.



شکل-۵ تاریخچه تدفین چاه نورا-۱

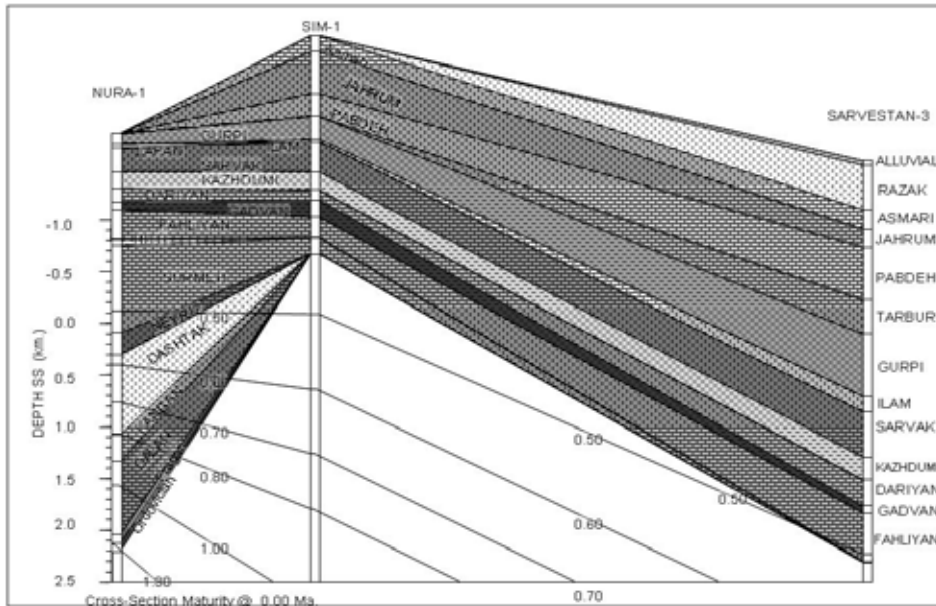
براساس شکل ۶ میزان R_o محاسبه شده در حدود ۰/۴ درصد و میانگین مقادیر R_o حاصل از انعکاس و پترینایت سازند گدوان در حدود ۰/۶ می‌باشد.



شکل-۶ نمودار مچورشدگی محاسبه شده و اندازه گیری شده چاه نورا-۱

مقطع BB'

این مقطع شامل چاههای سروستان-۳، سیم-۱ و نورا-۱ می باشد که روند آن از سمت شمال شرق به جنوب غرب در نظر گرفته شده است (شکل ۷).

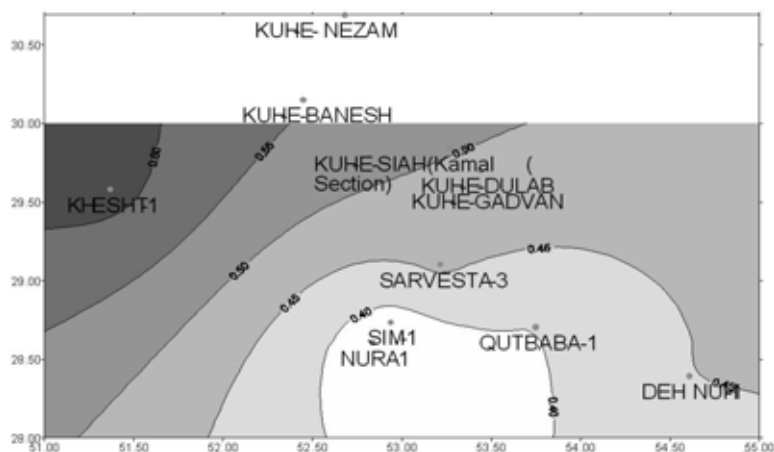


شکل ۷- مقطع زمین‌شناسی همراه با خطوط هم پخت از چاه های سروستان-۳، سیم-۱ و نورا-۱.

از سمت چاه نورا-۱ به سمت چاههای سیم و سروستان افزایش عمق تدفین مشاهده می شود و علی‌رغم کاهش گرادیان زمین گرمایی (در سروستان $F^{\circ}/100Ft$ 0.53 و نورا $F^{\circ}/100Ft$ 0.77) به سمت سروستان مچورشدگی سازند گدوان افزایش می‌یابد. اما در چاه سروستان-۳ سازند گدوان به پنجره نفتزائی نرسیده است ($Ro < 0.5$).

نقشه توزیع مچورشدگی سازند گدوان

نقشه مچورشدگی سطح پایینی سازند گدوان با استفاده از نتایج حاصل از مدلسازی و پتروگرافی برای منطقه مورد مطالعه ترسیم گردیده است (شکل ۸). در واقع این نقشه با استفاده از نتایج و داده‌های حاصل از روش مدل‌سازی تهیه گردیده و موقعیت چاههای مورد مطالعه نیز بر روی آن نیز مشخص شده است.



شکل ۸- نقشه پختگی سطح پائینی سازند گدوان در منطقه مورد مطالعه

با توجه به نقشه میزان مچورشدگی سازند گدوان از مقادیر کمتر از ۰/۴ در چاه نورا-۱ به مقادیر کمتر از ۰/۶ در خشت-۱ افزایش می‌یابد. همچنین از چاه نورا به سمت چاه سروستان-۳ نیز افزایش مچورشدگی مشاهده می‌شود که میزان ۰/۴۵ را نشان می‌دهد.

بنابراین با توجه به نتایج حاصله از این روش می‌توان اظهار نمود که در منطقه مورد مطالعه میزان مچورشدگی کل پائینتر از حد نفت‌زائی می‌باشد و تنها در شمال غرب نقشه در محل خشت-۱ به آستانه نفت‌زائی نزدیک می‌شود. عبارتی دیگر کمترین مقادیر مچور شدگی در چاههای قطب آباد-۱، سیم-۱، نورا-۱ و بیشترین مقدار در اطراف چاه خشت مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

منطقه مورد مطالعه دارای گسترش وسیعی است و تعداد چاههای در نظر گرفته شده برای این منطقه وضعیت کلی سازند گدوان را نشان می‌دهد. مطالعه دقیقتر نیازمند تعداد نقاط بیشتر و همچنین داده‌های لرزه‌ای است. بعنوان مثال مطالعه وضعیت سازند گدوان در ناودیسها و در قسمتهائی که تغییرات گرادیان حرارتی زیاد می‌باشد، باید در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

در این بخش از مطالعه، وضعیت بلوغ سنگ منشاء گدوان با کمک روش بازسازی تاریخیچه تدفین و مدلسازی حرارتی بر روی چاههای ده نوح-۱، قطب آباد-۱، سروستان-۳، سیم-۱، نورا-۱ و خشت-۱ مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت.

- نتایج بدست آمده از مدل‌سازی گدوان برای چاه‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده این است که:
- ۱- سنگ منشاء گدوان در اکثر چاه‌های منطقه فارس بجز خشت-۱ به وضعیت مناسب بلوغ نرسیده لذا نمی‌توان انتظار نفتزائی از آنرا داشت.
 - ۲- تاریخچه تدفین رسوبات دو فاکتور زمان و حرارت را کنترل می‌نماید که این دو عامل می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند. همچنین وضعیت زمین‌گرمائی ناحیه در تامین حرارت مناسب جهت بلوغ نقش مهمی را ایفا می‌کند.
 - ۳- بر اساس نقشه گرادیان زمین‌گرمائی، بیشترین مقادیر در اطراف چاه خشت-۱ ($1/2 F^{\circ}/100Ft$) و کمترین مقادیر در اطراف چاه قطب آباد-۱ ($0/53 F^{\circ}/100Ft$) مشاهده می‌گردد.
 - ۴- عدم بلوغ مناسب سنگ منشاء گدوان در اکثر چاه‌های منطقه فارس بدلیل عمق تدفین کم و پائین بودن گرادیان زمان گرمائی مناطق می‌باشد.
 - ۵- با توجه به نقشه کنتوربندی مقادیر R_0 محاسبه شده توسط نرم افزار از سمت جنوب و جنوب شرق به سمت شمال و شمالغربی روند افزایشی نشان می‌دهند که بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که سازند گدوان در منطقه مذکور از درجه بلوغ بالاتری برخوردار بوده که این امر مرتبط با عمق تدفین بالا و وجود حرارت مناسب می‌باشد.
 - ۶- با توجه به اینکه در این مطالعه از نرم افزار مدل‌سازی یک بعدی (1D) استفاده شده است، امکان مدل‌سازی برای مقاطع با استفاده از روشهای معمول وجود نداشته است. برای مطالعات با دقت بالاتر استفاده از نرم افزارهای دو بعدی و سه بعدی پیشنهاد می‌گردد.

References

- Bordenave, M.L. (2002) *Gas Prospective Areas in Zagros Domain of Iran and in the Gulf Iranian Waters*. AAPG Annual Meeting, Houston, Texas.
- Bordenave, M.L and Burwood, R. (1990) *Source rock distribution and maturation in the Zagros Orogenic Belt: Provenance of Asmari and Bangestan reservoir oil accumulations*. Org. Geochem., **16**, 369-387.
- James, G.A. and Wynd, J.G. (1965) *Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area*. Bull. AAPG., **49**, 2182-2245.
- Kamali, M.R. and Rezaee, M.R. (2003) *Burial history reconstruction and thermal modeling at Kuh-e Mond, SW Iran*. Journal of petroleum Geology, **26(4)**, 451-464.
- Waples, D.W. (1980) Time and temperature in petroleum formation; Application of Lopatin's method to petroleum exploration, Bull. AAPG., **64(6)**, 916-926.