



ضرورت تولید نرم‌افزارهای داخلی و معرفی چند نرم‌افزار تولید شده در شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

ظہراب دستخوان، علی درخشان، عبدالهادی ظریفی، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

مقدمه

در ابتدای شکل‌گیری روش‌های مهندسی نفت در دهه ۱۹۳۰، اکثر محاسبات به شکل دستی و یا با استفاده از نمودارهای گرافیکی و جداول از پیش محاسبه شده انجام می‌گرفت. به تدریج در سال‌های بعد با قوی‌تر شدن جنبه‌های تئوری در مقابل روش‌های تجربی، روش‌های محاسباتی گسترش یافت و نیاز به ابزارهای مکانیزه برای انجام محاسبات پیچیده و تکراری احساس شد. از سوی دیگر با اختراع نیمه رساناها در دهه ۱۹۵۰ توانایی‌های رایانه‌ای نیز توسعه یافته و به تدریج رایانه به عنوان ابزاری برای انجام این محاسبات به صنعت نفت راه یافت. امروزه تعداد شرکت‌های تولیدکننده نرم‌افزار چنان افزایش یافته که در هر زمینه‌ای از مهندسی نفت چندین نرم‌افزار در بازار وجود دارد. از ویژگی‌های کشورهای توسعه یافته،

قرار گرفتن دانش و فناوری در رأس هرم پیشرفت و تصمیم‌گیری این جوامع است. در سال‌های اخیر کشورمان در زمینه تولید علم و انتشار مقالات پیشرفت‌های فراوانی داشته؛ به گونه‌ای که از این نظر در رتبه اول کشورهای منطقه قرار گرفته است، اما تولید علم زمانی می‌تواند مفید باشد که کاربردی شده و برای کشور تولید ثروت کند. با وجود آنکه بیش از یکصد سال از اکتشاف و تولید نفت در کشور ما می‌گذرد، تعداد نرم‌افزارهای کاربردی مهندسی نفت که در کشور تولید شده‌اند بسیار کم است. هر چند تعداد زیادی پروژه پژوهشی در دانشگاه‌ها برای تولید نرم‌افزارها تعریف و اجرا شده ولی متأسفانه تاکنون این نرم‌افزارها نتوانسته‌اند جایگزین نمونه‌های خارجی شوند. بررسی دلایل عدم موفقیت این پروژه‌ها از حیثه نوشتار حاضر خارج است، ولی می‌توان گفت که در صورت وجود ارتباط کافی و کارا بین مراکز

دانشگاهی و پژوهشی و صنعت، پروژه‌های تولید نرم‌افزار به موفقیت‌های عملی دست پیدا خواهند کرد. در شرکت ملی نفت ایران سازمان مستقلی برای تولید نرم‌افزار وجود ندارد و این فرضیه که شرکت نفت وظیفه‌ای برای ساخت نرم‌افزار ندارد باعث شده فعالیت‌های منسجمی برای دست‌یابی به این هدف شکل نگیرد. با وجود اینکه در این زمینه نرم‌افزارهای انگشت‌شماری تولید شده‌اند، ولی دست‌یابی به خودکفایی در این حوزه نیازمند برنامه‌ریزی‌های دقیق و مدیریت منابع است. در این مقاله مزایای تولید نرم‌افزار در کشور از جهات مختلف بررسی می‌شود و سپس سه نرم‌افزار از مجموعه نرم‌افزارهایی که در شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب تولید شده و در حال استفاده هستند معرفی خواهند شد.

۱- ضرورت تولید نرم افزارهای داخلی

ضرورت تولید و استفاده از نرم افزارهای داخلی در صنعت نفت از جنبه های مختلفی قابل بررسی است. در شرایط کنونی که تحریم های اقتصادی گسترده تر شده، مزایای ساخت نرم افزارهای داخلی را می توان از دیدگاه های زیر بررسی کرد.

۱-۱- دست یابی به دانش فنی

فناوری ساخت نرم افزارهای تخصصی به صورت انحصاری در اختیار شرکت های سازنده است و معادلات مورد استفاده در محاسبات آنها به صورت کامل و یا کاربردی در منابع و مقالات ذکر نمی شود. بنابراین کاربر، نرم افزار را به صورت یک جعبه سیاه می بیند و نسبت به دلیل خطاها، اشکالها و مشکلات محاسباتی نرم افزار تاحدی نا آگاه است. یکی از مهم ترین مزایای تولید یک نرم افزار، دست یابی به دانش فنی به کاررفته در آن به شکل تخصصی و کامل است که در این صورت می توان اشکالات محاسباتی را نیز رصد و برای حل آنها اقدام کرد.

۲-۱- عدم وابستگی

خرید یک نرم افزار اولین قدم ارتباط مشتری و سازنده و در حقیقت شروع وابستگی به سازنده است. نرم افزارها در طول زمان نیازمند بازنگری، تکمیل، به روزرسانی و رفع خطاها هستند. شرکت های تولید کننده نرم افزار سالانه مبلغی حدود ۲۰ درصد هزینه قرارداد اولیه را برای این گونه خدمات مطالبه می کنند. علاوه بر این، یادگیری و استفاده صحیح و حرفه ای از نرم افزارها، نیازمند شرکت در دوره های آموزشی است که توسط شرکت های سازنده برگزار می شود. روشن است که کاربران عادی و حتی حرفه ای نمی توانند به اندازه کسانی که در تولید و توسعه نرم افزار نقش داشته اند بر جزئیات نرم افزاری و محاسباتی مسلط

باشند. به همین دلیل همواره نوعی وابستگی در آموزش و پشتیبانی نرم افزارها بر جای می ماند.

۳-۱- جنبه های اقتصادی

در شرکت ملی نفت ایران تاکنون میلیون ها دلار صرف خرید و خدمات پشتیبانی، به روزرسانی و آموزش نرم افزارها شده است. به عنوان نمونه تنها حدود ۴۵ میلیارد ریال برای نرم افزار شبیه سازی جریان چند فازي OLGA طی چهار سال گذشته در دو شرکت زیر مجموعه شرکت ملی نفت ایران صرف شده است. اگر این هزینه ها را برای همه نرم افزارهای صنایع بالادستی نفت در نظر بگیریم می بینیم که مبالغ زیادی ارز برای تهیه و خدمات نرم افزارها از کشور خارج می شود. هم چنین در صورت تولید نرم افزارهای داخلی، با فروش نرم افزار و خدمات فنی مرتبط با آن به سایر کشورها می توان درآمد ارزی مناسبی برای کشور ایجاد کرد.

۴-۱- نادرست بودن استفاده از نرم افزارهای

قفل شکسته

از نظر اخلاقی، دینی و قانونی تکثیر و استفاده از نسخه های قفل شکسته نرم افزارها نادرست است. در حوزه قوانین داخلی، قانون رعایت حقوق مؤلفین و مصنفین (مصوب ۱۳۴۸) و نیز قانون حمایت از حقوق پدید آورندگان نرم افزارهای رایانه ای (مصوب ۱۳۷۹) و در حوزه قوانین بین المللی، مجموعه قوانین حق نشر^۴ و مالکیت فکری، استفاده و تکثیر غیرمجاز نرم افزارها را منع می کنند. واضح است که شکستن قفل نرم افزارها و استفاده از آنها باعث تضییع حقوق تولید کننده شده و در نهایت زیان و ورشکستگی تولید کننده را به دنبال خواهد داشت که این خود می تواند به عدم توسعه محصول بیانجامد. باید توجه داشت که

استفاده وسیع از نرم افزارهای قفل شکسته می تواند منجر به تبعات حقوقی بین المللی و جریمه شده و یا باعث قطع خدمات و پشتیبانی شود.

۵-۱- امکان دقیق نبودن نتایج نرم افزارهای

قفل شکسته و محدود

برخی از شرکت های تولید کننده نرم افزار، نسخه های متعددی تحت عنوان دانشگاهی، ارزیابی و محدود منتشر می کنند تا بازار فعلی و آینده را برای پذیرش محصولات خود آماده کنند. طبیعتاً یک شرکت محصول کامل خود را به رایگان در اختیار دیگران قرار نمی دهد و در عوض برخی از قابلیت های نرم افزار دانشگاهی یا ارزیابی را محدود می کند. از سوی دیگر شکستن قفل نرم افزارها می تواند برخی از قابلیت ها و ماژولها را غیرفعال کرده و سبب اشتباه در محاسبات شود.

۶-۱- در دسترس نبودن نسخه اصلی

نرم افزارهای خارجی

علاوه بر موارد پیش گفته، در حال حاضر به دلیل تحریم های بین المللی امکان تهیه نسخه های اصلی نرم افزارها وجود ندارد. این موضوع می تواند به عنوان مهم ترین دلیل توسعه نرم افزارهای مهندسی نفت در داخل کشور مدنظر قرار گیرد.

۷-۱- ویژگی های مخازن هیدروکربوری

کشور

یکی از دلایلی که اغلب برای عدم دقت شبیه سازها و سایر نرم افزارهای مهندسی مخازن ذکر می شود، ویژگی ها و تفاوت های شرایط مخازن ایران با مدل های موجود در نرم افزارهای خارجی است.

اگر تولید نرم افزارهای داخلی مدنظر قرار گیرد می توان از ابتدا شرایط پیچیده ساختاری و عظیم زمین شناسی، سنگ و



سیال مخزن، شکاف دار بودن، لایه‌ای بودن و ناهمگونی مخازن را به عنوان پایه توسعه نرم افزار قرار داد.

۲- معرفی چند نرم افزار داخلی

در شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب تاکنون نرم افزارهای متعددی تولید شده است که پس از ارزیابی و اطمینان از صحت عملکرد آنها در زمینه‌های مختلف مهندسی مخازن و مهندسی بهره‌برداری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در شماره‌های پیشین ماهنامه اکتشاف و تولید، نرم افزارهای محاسبات حجمی مخازن و ارزیابی نمودارهای بندش سیما از این مجموعه معرفی و تشریح شدند [۱ و ۲]. در این شماره سه نرم افزار دیگر به صورت اجمالی معرفی می‌شوند.

۱-۲ نرم افزار محاسبه سطوح تماس سیالات در مخزن

یکی از نیازهای مهندس مخزن در مراحل شبیه‌سازی، تطبیق تاریخچه مدل و پیش‌بینی رفتار مخزن، اطلاع از نحوه جابجایی سطوح تماس آب-نفت و گاز-نفت در مخزن است. بسته‌های شبیه‌سازهای تجاری مورد استفاده مانند Eclipse نمی‌توانند تغییرات این سطوح را به عنوان خروجی در اختیار کاربر قرار دهند. روشی که تاکنون مرسوم بوده بررسی میزان اشباع آب و گاز در هر بلوک شبکه مدل و نیز در هر گام زمانی از طریق فایل خروجی شبیه‌ساز است که کاری خسته کننده، وقت گیر و غیردقیق است.

مشکل فوق شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب را بر آن داشت که برنامه‌ای با عنوان نرم افزار محاسبه سطوح تماس سیالات (FLC) را طراحی و تولید کند. این نرم افزار برای محاسبه سطوح تماس آب-نفت و گاز-نفت و ارتفاع ستون نفتی در مدل‌های مخزن شکاف دار طبیعی با استفاده

گاز سلول‌ها در هر گام زمانی نیز باید در فایل مذکور موجود باشد. خروجی نرم افزار FLC شامل مجموعه‌ای از جدول‌ها و نمودارهای میانگین، حداقل و حداکثر عمق سطح تماس آب - نفت، سطح تماس گاز - نفت، ارتفاع ستون نفتی و مقادیر خصوصیات فیزیکی و اشباع سیال‌ها در هر سلول و هر زمان است.

روش کار نرم افزار FLC خواندن فایل خروجی شبیه‌ساز، بررسی میزان اشباع آب و گاز در هر گام زمانی و پایش تغییرات آن نسبت به عمق مخزن و در نهایت یافتن عمقی است که تغییر اشباع آب و یا گاز به حداکثر می‌رسد. برای محاسبه سطوح تماس میانگین از روش وزنی بر اساس حجم متخلخل بلوک‌ها استفاده می‌شود. شکل ۱- نمونه‌ای از نتایج محاسبات سطح تماس را در این نرم افزار نشان می‌دهد.

۲-۲ نرم افزار اطلاعات و پیش‌بینی برنامه

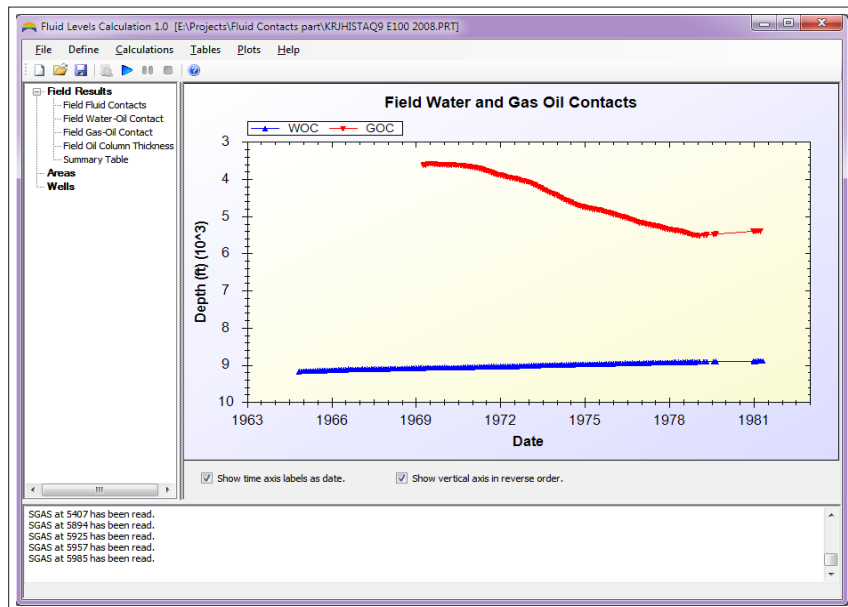
تعمیر چاه‌ها

تهیه نرم افزار اطلاعات و پیش‌بینی تعمیر چاه‌ها گامی در جهت مکانیزه کردن یکی از فعالیت‌های مهم در حوزه مهندسی

از نتایج شبیه‌سازهای Eclipse E100, E300 و IMEX تهیه شده است. نرم افزار FLC خصوصیات هندسی سلول‌های مدل شبیه‌ساز و میزان اشباع آب و گاز را در هر گام زمانی از فایل خروجی شبیه‌ساز دریافت نموده و عمق میانگین سطوح تماس آب-نفت و گاز-نفت و ارتفاع ستون نفتی را محاسبه می‌کند.

خروجی‌های دیگر این نرم افزار بالاترین و پایین‌ترین عمق اشغال شده توسط آب و گاز و نیز حداقل و حداکثر ضخامت ستون نفت است. کاربر می‌تواند به تعداد دلخواه ناحیه یا سکتور و یا موقعیت چاه تعریف کرده و تغییرات سطوح تماس را در آنها پایش کند. بنابراین عمق سطوح تماس سیالات و ارتفاع ستون نفتی می‌تواند علاوه بر مخزن، در چاه‌ها، قطاع‌ها و ناحیه‌های قابل تعریف توسط کاربر نیز محاسبه و نمایش داده شود.

ورودی این نرم افزار، فایل‌های خروجی شبیه‌ساز است که در آن مقادیر عمق، ارتفاع، حجم فضای متخلخل و تخلخل هر سلول آمده است. علاوه بر این، مقدار اشباع آب و



شکل ۱ | نمایش تغییرات سطوح تماس سیالات نسبت به زمان در نرم افزار FLC

بهره‌برداری است. این نرم‌افزار بر اساس نیاز اداره مهندسی بهره‌برداری تهیه شده و می‌تواند به عنوان پایه‌ای در جهت ساخت پایگاه داده مدیریت مخازن مورد استفاده قرار گیرد.

در تهیه برنامه از کد نویسی زبان VBA در محیط Microsoft Access استفاده شده و برای نگهداری اطلاعات از پایگاه داده‌ای SQL استفاده می‌شود. اتصال به پایگاه داده SQL با به کارگیری پروژه‌های Access انجام می‌شود. هدف از این کار، امکان استفاده هم‌زمان اطلاعات توسط چند کاربر و نگهداری اطلاعات در یک محل است.

برنامه پنج‌ساله پیش‌بینی تعمیر چاه‌ها در دوره‌های شش‌ماهه به منظور برنامه‌ریزی تعمیر چاه‌های مناطق نفت‌خیز جنوب در واحد تعمیر و تکمیل مهندسی بهره‌برداری تهیه می‌شود. هدف اصلی از تهیه این برنامه، پیش‌بینی تعداد چاه‌های تعمیری پنج‌ساله، تأمین کالا و خدمات مورد نیاز و هم‌چنین مشخص کردن پتانسیل میدین شرکت مناطق نفت‌خیز جنوب در افزایش تولید نفت از طریق تعمیر چاه‌ها است. به این منظور

فهرستی از دستگاه‌های حفاری شرکت‌های سرویس‌دهنده حفاری که شرکت مناطق نفت‌خیز جنوب با آنها قرار داد بسته تهیه شده و بر اساس توانایی هر دستگاه حفاری، جدول زمانی تعمیر برای آن مشخص می‌شود. این برنامه تا حد زیادی زمان‌بندی کاری دکل‌ها را مشخص می‌کند. از نسخه نهایی شده برنامه می‌توان اطلاعات زیر را به دست آورد:

* تعداد دکل‌های آماده و در اختیار شرکت مناطق نفت‌خیز جنوب

* برنامه زمان‌بندی تعمیر چاه‌ها طی پنج سال آینده

* مشکلات چاه‌ها و نوع تعمیری که می‌تواند در پیش‌بینی کالای مورد نیاز در سال‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

* چاه‌هایی که تعمیر آنها ضرورت دارد ولی به دلیل محدودیت، نمی‌توان دکل مشخصی به آنها اختصاص داد.

* میزان افزایش تولید بر اساس تعداد چاه‌های تعمیر شده در سال جاری و سال‌های آتی.

آماده‌سازی برنامه پنج‌ساله تعمیر چاه‌ها در مدت زمان مشخص و در وقت مقرر از

اهمیت بالایی برخوردار است. زیرا بر اساس اطلاعات این برنامه، تصمیم‌گیری‌های مالی و بودجه‌ای در سطح وزارت نفت انجام می‌شود. اطلاعاتی که تاکنون به جداول داده‌ای تغذیه شده بر اساس اطلاعات واحد آمار و اطلاعات مهندسی بهره‌برداری است. اهم امکانات این برنامه عبارتند از:

* گزارش روزانه و آخرین وضعیت دکل‌ها.

* اطلاعات چاه‌ها (شامل موقعیت، نوع چاه، نرخ تولید و ...)

* پیش‌بینی برنامه تعمیر چاه‌ها (پیش‌بینی اولیه شرکت‌های بهره‌برداری و برنامه نهایی تعمیر)

* امکان جستجو و تهیه آمار از اطلاعات چاه‌ها و برنامه تعمیر

نرم‌افزار اطلاعات و پیش‌بینی تعمیر چاه‌ها دارای پنجره‌های متعددی برای ورود یا مشاهده و گزارش‌گیری است که نمای یکی از آنها در شکل ۳- نشان داده شده است.

۳-۲- نرم‌افزار تطابق اتوماتیک داده‌های آزمایشگاهی PVT

شناخت خواص سیالات مخزن از اهمیت زیادی در مرحله مطالعات و شبیه‌سازی فرایندهای برداشت از مخزن برخوردار است. از آنجا که برای در اختیار داشتن خواص سیالات در دماها و فشارهای مختلف، انجام تعداد بسیار زیاد آزمایش‌های PVT از نظر زمان و هزینه مقدور نیست، لزوم استفاده از مدل‌های ریاضی در بررسی خواص سیالات مخزن کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. از جمله این مدل‌ها، روابط مربوط به معادلات حالت^۶ است که از اهمیت زیادی در صنعت نفت برخوردار هستند و به صورت گسترده در نرم‌افزارهای خواص سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تجربه نشان داده است که معادلات

	I=1	I=2	I=3	I=4	I=5	I=6	I=7	I=8	I=9	I=10	I=11	I=12	I=13
J=1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J=2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J=3	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99	0.9998	
J=4	1	1	1	1	1	0.99	0.9899	0	0	0	0	0	0
J=5	1	1	1	1	0.99	0	0	0	0	0	0	0	0
J=6	1	1	1	0.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J=7	1	1	1	0.0013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J=8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J=9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J=10	1	1	1	0.9899	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J=11	1	1	1	0.9901	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J=12	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.001	0	0	0	0
J=13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J=14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



حالت نمی‌توانند همیشه به درستی و به طور دقیق رفتار فازی سیالات را توصیف کند. این تأثیر در ترکیب‌های چند جزئی بسیار مشهودتر است. به عنوان نمونه، معادلات حالت، رفتار فازی سیالات (به ویژه سیالات نزدیک به شرایط بحرانی) را با خطای زیادی پیش‌بینی می‌کنند

نگرش اخیر در صنعت نفت برای مواجهه با این مشکل، کالیبراسیون یا تنظیم^۷ معادله حالت در برابر داده‌های آزمایشگاهی در شرایط یکسان دما و فشار برای مطالعه یک معزن مشخص است. از سوی دیگر فرآیند کالیبراسیون فرآیندی زمان‌بر است به طوری که در یک زمان محدود، تنظیم پارامترها دقیق و کامل نخواهد بود. این فرآیند در نرم‌افزارهای تجاری موجود از جمله نرم‌افزار WinProp به گونه‌ای است که کاربر با توجه به مقایسه نتایج حاصل، پارامترهای مختلف و مؤثر بر معادله حالت را تا رسیدن به تطابق مورد نظر تغییر می‌دهد. از طرفی دستیابی به جواب حقیقی و واقعی در بعضی از مدل‌های خواص سیال کاری زمان‌بر و خسته‌کننده بوده و کاربر باید تمرکز لازم و مستمر بر مسئله داشته باشد. بنابراین دستیابی به ابزار یا روشی که بتواند فرآیند کالیبراسیون را سریع‌تر و دقیق‌تر به نتیجه برساند از اهمیت زیادی برخوردار است.

با توجه به اهمیت موضوع، نرم‌افزار تطابق خودکار خواص سیال معزن که به اختصار APM نامیده می‌شود جهت انجام تطابق خودکار داده‌های آزمایشگاهی PVT طراحی و برنامه‌نویسی شد. این نرم‌افزار ضمن اتصال به نرم‌افزار WinProp فرآیند بهینه‌سازی و تنظیم خواص اجزاء سیال را انجام می‌دهد. روش کار، استفاده از الگوریتم ژنتیک^۸ به عنوان الگوریتم بهینه‌سازی است. با توجه به خاصیت جستجوی تصادفی این

الگوریتم و هم‌چنین توابع به کار رفته در آن پیدا می‌کند. جهت تولید نسل‌های مختلف، این الگوریتم در اکثر موارد به سمت نقطه بهینه کلی سوق نشان‌دهنده تطابق بسیار خوبی بین داده‌های

شکل ۳ | پنجره گزارش روزانه حفاری و تعمیر دکل در نرم‌افزار اطلاعات و پیش‌بینی تعمیر چاه‌ها

شکل ۴ | فرم نمایش متغیرهای رگرسیون و حدود آنها در نرم‌افزار APM

امکان به دام افتادن الگوریتم در نقطه بهینه محلی به حداقل می‌رسد. شکل ۴- پنجره تعریف متغیرهای رگرسیون و حدود آنها را در این نرم‌افزار نمایش می‌دهد. در شکل ۵- نمایشی از داده‌های آزمایشگاهی و محاسبه شده ارائه گردیده است.

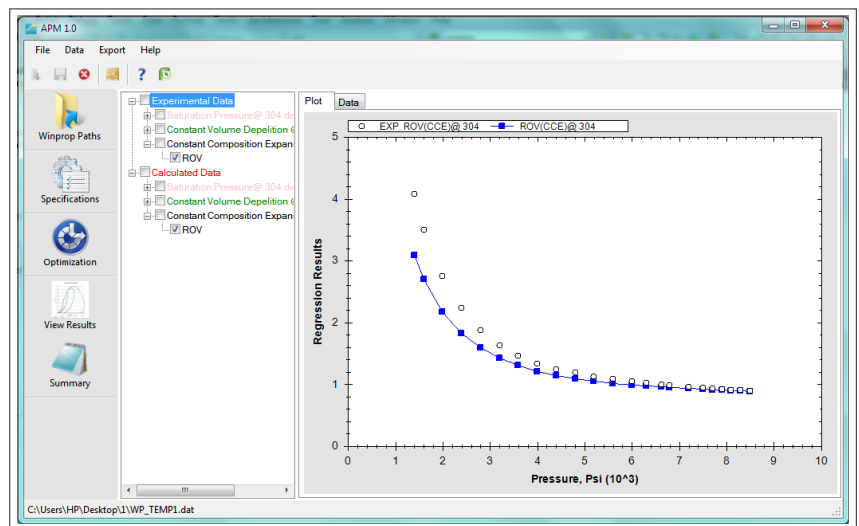
نتیجه‌گیری

با توجه به موارد ذکر شده در این مقاله از جمله تحریم‌های اقتصادی، دست‌یابی به دانش فنی تولید نرم‌افزارهای مهندسی نفت در کشور امری ضروری به نظر می‌رسد. برای این منظور لازم است ساختار مستقلی در شرکت ملی نفت ایران ایجاد شود تا با گردآوری تجارب فنی در صنعت نفت از یک سو و قابلیت‌های علمی دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی از سوی دیگر، زمینه ساخت و توسعه نرم‌افزارها فراهم شود. تجربه تولید بیش از ده نرم‌افزار در شرکت مناطق نفت‌خیز جنوب نشان می‌دهد که امکان تولید نرم‌افزارهای حرفه‌ای در داخل کشور و صنعت نفت به خوبی وجود دارد. روشن است که برای رسیدن به نتیجه بهتر لازم است تا علوم مختلفی از جمله مهندسی نفت، شیمی، مکانیک سیالات، نرم‌افزار و هم‌چنین ریاضیات تجمیع و مدیریت شوند.

اعمال می‌شوند. در این برنامه با توجه به بازه‌های مشخص شده پارامترهای رگرسیون، تعداد معینی جمعیت اولیه به صورت تصادفی تولید می‌شود. هر جمعیت، سری‌های مختلفی از پارامترهای رگرسیون را شامل می‌شود که هر کدام شامل خطای معینی هستند. جمعیت تولید شده بر اساس کمترین میزان خطا مرتب شده و الگوریتم جهت تولید کروموزم‌های بهتر و در نتیجه رسیدن به خطای کمتر پیش می‌رود. از آنجایی که در این الگوریتم از سری‌های مختلف پارامترهای رگرسیون استفاده می‌شود،

آزمایشگاهی و نتایج به دست آمده از معادله حالت است؛ به گونه‌ای که از دقت بهتری نسبت به حالت غیر خودکار آن برخوردار است. هم‌چنین با استفاده از این نرم‌افزار مدت زمان مورد نیاز کاربر جهت انجام تطابق داده‌های PVT به صورت چشم‌گیری کاهش می‌یابد.

در این نرم‌افزار از الگوریتم ژنتیک دودویی^۹ به عنوان الگوریتم بهینه‌سازی استفاده شده است. در این نوع الگوریتم، هر یک از متغیرها به رشته‌ای از اعداد صفر و یک تبدیل می‌شوند و بعد از آن عملگرهای تقاطع و جهش، بر روی این رشته‌ها



نمایش نتایج حاصل از بهینه‌سازی در نرم‌افزار APM

پانویس‌ها

1. dastkhan.z@nisoc.ir

2. derakhshan.a@nisoc.ir

3. zarifi.a@nisoc.ir

4. copyright

5. fluid levels calculation (FLC)

6. equation of state (EOS)

7. tuning

8. genetic algorithm

9. binary

منابع

- [۱] سیالات (FLC)، گزارش پ-۶۸۱۰، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، آبان ۱۳۸۹.
- [۲] علی درخشان، نرم‌افزار اطلاعات و پیش‌بینی تعمیر چاه‌ها، گزارش پ-۶۶۰۱، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، دی ۱۳۸۸.
- [۳] عبدالهادی ظریفی، نرم‌افزار تطابق خودکار خواص سیال مخزن (APM)، گزارش پ-۷۳۳۸، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، خرداد ۱۳۹۱.

- [۱] علی درخشان، ظهراب دستخوان، بومی‌سازی نرم‌افزار محاسبات حجمی نفت و گاز در شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۷۹، خرداد ۱۳۹۰.
- [۲] ظهراب دستخوان، علی سید مختاری، ارزیابی نمودارهای بندش سیمان و معرفی نرم‌افزار CBLE، ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۷۱، شهریور ۱۳۸۹.
- [۳] ظهراب دستخوان، راهنمای کاربر برنامه تعیین سطوح تماس