

مدل سازی و بهینه سازی جریان چرخه‌های سیال

در شبکه میدان با استفاده از نرم افزار

Gap

مؤلف: محمد محمدی

(دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده صنعتی امیرکبیر)

سرشناسه	: محمدی، محمد، ۱۳۶۷ فروردین-
عنوان و نام پدیدآور	: مدل‌سازی و بهینه‌سازی جریان چندفازی سیال در شبکه میدان با استفاده از نرم‌افزار Gap / مولف محمد محمدی.
مشخصات نشر	: تهران: سپاه، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ص، ۴۷۶.
شابک	: ۸۸۰۰۰۰ ریال-0-750008-622-978 :
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: نرم‌افزار گپ
موضوع	: Gap (Computer software)
موضوع	: جریان چندفازی -- شبیه‌سازی -- نرم‌افزار
موضوع	: Multiphase flow -- Simulation methods -- Software
موضوع	: سیالات-- دینامیک-- نرم‌افزار
موضوع	: Fluid dynamics-- Software
رده بندی کنگره	: TA۳۴۵/۵
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۰۰۲۸۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۴۲۵۳۴۲
وضعیت رکورد	: فیا

عنوان کتاب مدل‌سازی و بهینه‌سازی جریان چندفازی سیال در شبکه میدان با استفاده از نرم‌افزار GAP

نویسندگان : مهندس محمد محمدی

تدوین و تنظیم : خانه مهندسی نفت ایران

ناشر انتشارات سپها

سال نشر ۱۳۹۹

تیراژ ۱۰۰

نوبت چاپ اول

چاپ سپها

قیمت ۸۸۰/۰۰۰ ریال

شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۰۰-۰۸-۰

تمامی حقوق این اثر برای "خانه مهندسی نفت ایران" محفوظ است.



پاسکزاری

در ابتدا خداوند متعال را شاکرم که توفیق بخشش این کتاب را به اینجانب عطا کرد. در ادامه خود را موظف می‌دانم که از اساتید و همکاران عزیز که مراد بخشش این کتاب یاری نمودند، پاس‌گذاری بنمایم. همچنین از خانواده و دوستان عزیزم که پشتیبان من بودند، نیز پاس‌گذارم.

امروزه نقش نرم‌افزارها در تسهیل و توسعه پژوهش‌های علمی و صنعتی مهم و غیر قابل انکار است. صنعت نفت، گاز و پتروشیمی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و نرم‌افزارهای تخصصی این صنعت جایگاه بسیار مهمی در افزایش سرعت و دقت محاسبات و بهبود راندمان زنجیره تولید این صنعت در تمامی بخش‌های بالادستی، میان‌دستی و پایین‌دستی دارا می‌باشند.

در همین راستا در سال ۱۳۹۴ تصمیم بر تالیف و انتشار کتابی در باب یکی از نرم‌افزارهای بسیار پرکاربرد و در عین حال کم‌استفاده در صنعت نفت و گاز ایران به نام GAP نمودم و هدف از تالیف آن کمک به دانشجویان و مهندسان این صنعت در استفاده و به‌کارگیری خدمات بسیار کاربردی این نرم‌افزار در مدل‌سازی و بهینه‌سازی جریان نفت و گاز در شبکه میادین نفت و گاز ایران می‌باشد. مجموعه‌ای که هم‌اکنون پیش روی شماست حاصل حدود چهار سال مطالعه و کار با ماژول‌های مختلف و هم‌زمان اجرای مدل‌های مختلف شبکه‌ی جریانی در نرم‌افزار GAP است.

در فصل اول به صورت مقدماتی با این نرم‌افزار و کاربردهای آن آشنا می‌شویم. فصل دوم به بررسی رابط کاربری و گزینه‌های File، Options، View، Edit و Constraints از قسمت فهرست نرم‌افزار GAP می‌پردازد. در فصل سوم تنظیمات PVTی این نرم‌افزار بررسی می‌شود. در فصل چهارم که طولانی‌ترین فصل این کتاب است، تجهیزات و المان‌های موردنیاز در طراحی یک شبکه جریانی مثل چاه، لوله، تفکیک‌کننده و ... به صورت کامل مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. فصل پنجم کتاب پیرامون نحوه‌ی تولید اطلاعات و داده‌های VLP و IPR چاه و خط‌لوله است. در فصل ششم مبحث اعتبارسنجی مدل توضیح داده می‌شود. فصل هفتم کتاب به بررسی ماژول Solver و Optimiser نرم‌افزار و همچنین نحوه مشاهده و خروجی گرفتن از نتایج به دست آمده می‌پردازد. در فصل هشتم ماژول Prediction نرم‌افزار بررسی می‌شود. در فصل نهم رویه‌ی تطابق تاریخچه یا History Matching در GAP توضیح داده می‌شود. در فصل ده به بررسی اسکرپت پیش‌بینی می‌پردازیم و نهایتاً در فصل یازدهم و انتهایی کتاب دو مثال کاربردی از مدل‌های ایجادشده در GAP بررسی و ارزیابی دقیق می‌شوند. مدل اول یکی از نمونه‌های موجود در نرم‌افزار GAP است و دیگری مدل شبکه‌ی جریانی یکی از میادین ایران است که برای آشنایی خوانندگان با کارکرد این نرم‌افزار توضیح داده شده است. لازم به توضیح است بسیاری از لغات تخصصی مورد استفاده

در تالیف این مجموعه معادل مناسب فارسی نداشته و به اجبار لغت اصلی آن در نظر گرفته شده است. همچنین برای آشنایی کاربر با لغات تخصصی ترجمه شده، معادل انگلیسی آنها در قسمت پاورقی هر صفحه آورده شده است. در تالیف این نرم افزار از Help این نرم افزار هم استفاده زیادی شده است و سعی بر آن بوده هر آنچه در مدل سازی توسط این نرم افزار به آن نیاز دارید در این کتاب به صورت کامل و با توجه به جزئیات گردآوری شود. در پایان ابتدا از پدر، مادر و بقیه اعضای خانواده ام و سپس از همه دوستان و عزیزانی که به نحوی در تهیه این مجموعه همکاری و مشارکت داشتند تشکر و قدردانی می نمایم.

لازم می دانم سپاسگذاری ویژه خود را از خواهر عزیزم سرکار خانم عارفه محمدی که در تایپ و ویراستاری این کتاب زحمت بسیاری متحمل شدند اعلام نمایم. همچنین از مدیریت خانه مهندسی نفت ایران جناب مهندس میلاد مقصودی اکبری که در چاپ و نشر این کتاب همکاری بسیار خوبی با بنده داشتند، کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورده و آرزوی موفقیت روزافزون برای این مجموعه دارم.

در صورت وجود هرگونه اشکال در محتوا و متن و همچنین هرگونه انتقاد یا پیشنهاد می توانید از طریق ناشر (خانه مهندسی نفت) نظرات، پیشنهادات و انتقادات خود را ارسال نمایید.

Petedep.info@gmail.com

با تشکر

محمد محمدی

بهمن ماه ۱۳۹۹

جهت كسب اطلاعات بيشتر و خريد آنلاين اين كتاب به وب سايت رسمي «خانه مهندسي نفت
ايران» به آدرس زير مراجعه فرماييد:

www.Petedep.Com

فهرست مطالب

۱۵	فصل اول: توضیحات مقدماتی.....
۱۷	۱-۱-۱ بهینه‌سازی میدان.....
۱۷	۱-۱-۲ طرح‌ریزی میدان.....
۱۸	۱-۱-۳ مدل‌سازی سیال (PVT).....
۱۸	۱-۱-۳-۱ نفت سیاه.....
۱۸	۱-۱-۳-۲ تراکینگ.....
۱۸	۱-۱-۳-۳ ترکیبی کامل.....
۱۹	۱-۱-۳-۴ لامپینگ یا دی‌لامپینگ ترکیبی نفت سیاه.....
۱۹	۱-۱-۳-۴-۱ معرفی لامپینگ یا دی‌لامپینگ.....
۲۱	۱-۱-۴ مدل‌سازی مخزن.....
۲۲	۱-۱-۵ تضمین جریان و گزینهای مدل‌سازی حرارتی پیشرفته.....
۲۲	۱-۱-۶ فراآوری مصنوعی.....
۲۳	۱-۱-۷ هندسه چاه پیچیده.....
۲۳	۱-۱-۸ اتوماسیون.....
۳۲	فصل دوم: مقدمات شروع کار با GAP.....
۳۳	۲-۱-۱ بازکردن یک پوشه.....
۳۴	۲-۱-۲ ذخیره‌کردن یک پوشه.....
۳۴	۲-۱-۳ پنجره سیستم.....
۳۶	۲-۱-۴ نوارابزار.....
۴۱	۲-۱-۵ پنجره رهیاب.....
۴۳	۲-۱-۶ طراحی و ترسیم سیستم.....
۴۷	۲-۱-۸ تعریف روابط کاربر.....
۴۸	۲-۱-۹ ویرایش فایل Ini.....
۴۸	۲-۱-۱۰ تعریف دایرکتوری کار در حال انجام.....
۴۹	۲-۱-۱۱ گرفتن پرینت از GAP.....
۵۰	۲-۱-۱۲ خروج از GAP.....
۵۰	۲-۱-۱۳ آرشیوکردن پروژه.....
۵۱	۲-۱-۱۳-۱ ایجاد فایل آرشیو.....
۵۳	۲-۱-۱۳-۲ استخراج فایل آرشیو شده.....
۵۵	۲-۲-۱ گزینه Method.....
۵۶	۲-۲-۱-۱ نوع سیستم (System Type).....

۵۷	.....(Optimization Method) روش بهینه‌سازی
۵۹	.....PVT مدل
۶۲	.....(Prediction) پیش‌بینی
۶۲	.....(Prediction Method) روش پیش‌بینی
۶۲	.....(Wax or Hydrate Warning) هشدار تشکیل هیدرات یا واکس
۶۲	.....(Water Vapour) بخار آب
۶۳	.....(Temperature Model) مدل دما
۶۳	.....Background bitmap گزینه
۶۴	.....(Associated Injection Models) مدل‌های تزریقی همراه
۶۴	.....Edit Injection Fluids گزینه
۶۶	.....Edit Tax Regimes گزینه
۶۷	.....Edit Emulsion Models گزینه
۷۰	.....Edit System Settings گزینه
۷۲	.....Edit System Summary گزینه
۷۲	.....View System Statistics گزینه
۷۳	.....گزینه‌های غیرفعال‌سازی
۷۵	.....گزینه‌های ترسیم
۷۵	.....گزینه‌های های‌لایت‌کردن
۷۹	.....گزینه‌های ترسیم و ظاهر پنجره
۷۹	.....انتخاب اطلاعات نمایش داده‌شده (Select Info Displayed)
۸۰	.....انتخاب موقعیت پیش‌فرض برچسب آیکون (Select Default Icon Label Position)
۸۰	.....رنگ‌ها (Colours)
۸۱	.....اندازه آیکون (Icon Sizes)
۸۱	.....فونت‌ها (Fonts)
۸۱	.....گریدبندی پس‌زمینه (Grid)
۸۱	.....محل ترسیم شبکه
۸۳	.....Undo گزینه‌های
۸۳	.....گزینه‌های انتخاب
۸۳	.....گزینه‌های مربوط به تجهیزات انتخاب‌شده
۸۹	.....جست‌وجوی تجهیزات در پنجره سیستم
۹۰	.....گزینه‌های ویرایش
۹۱	.....گزینه‌های مربوط به انتقال و واردکردن
۹۷	.....اجرای گزاره‌های Open Server (Execute Open Server Statement)

۹۹	۲-۴-۸ واردکردن مدل‌های GAP در پروژه موجود.....
۱۰۳	۲-۵-۱ محدودیت‌های سیستم (System Constraints).....
۱۰۵	۲-۵-۳ ویرایش جدول محدودیت‌های حالت ترک (Edit Abandonment Constraints Table).....
۱۰۷	فصل سوم: تنظیمات PVT در GAP.....
۱۰۹	۳-۲-۱ گزینه EOS Model Setup.....
۱۲۰	۳-۲-۲ ترتیب ایجاد یک مدل ترکیبی سیال در GAP.....
۱۲۸	۳-۲-۳ تراکینگ.....
۱۲۹	۳-۲-۴ مدل کاملاً ترکیبی.....
۱۳۰	۳-۲-۵ مدل لامپینگ/دی لامپینگ ترکیبی نفت سیاه.....
۱۳۱	۳-۲-۶ مشاهده نتایج مدل‌های سیال ترکیبی.....
۱۳۴	فصل چهارم: تجهیزات و المان‌های GAP.....
۱۳۶	۴-۱-۱ قسمت رهیاب یا لیست تجهیزات.....
۱۳۶	۴-۱-۲ قسمت اصلی ورود داده‌ها و/یا مشاهده نتایج.....
۱۳۶	۴-۱-۲-۱ صفحه خلاصه اطلاعات یا Summary.....
۱۳۷	۴-۱-۲-۲ صفحه ورود داده‌ها یا Input.....
۱۳۷	۴-۱-۲-۳ صفحه نتایج یا Results.....
۱۳۸	۴-۱-۳ قسمت دکمه‌های اجرایی یا Action Buttons.....
۱۴۰	۴-۲-۱ صفحه خلاصه اطلاعات چاه.....
۱۴۳	۴-۲-۲ دکمه Calculate.....
۱۴۶	۴-۲-۳ صفحه ورودی داده‌ها یا Input چاه.....
۱۴۷	۴-۲-۳-۱ زبانه Tanks.....
۱۴۸	۴-۲-۳-۲ زبانه IPR.....
۱۴۹	۴-۲-۳-۲-۱ زبانه Ipr Layer.....
۱۵۹	۴-۲-۳-۲-۲ زبانه More Layer Data.....
۱۶۵	۴-۲-۳-۲-۳ زبانه Production Data.....
۱۶۶	۴-۲-۳-۲-۴ مدل مخزن متراکم گازی یا Tight Gas.....
۱۶۹	۴-۲-۳-۲-۵ زبانه Grid View.....
۱۷۰	۴-۲-۳-۲-۶ زبانه Abandonment.....
۱۷۱	۴-۲-۳-۲-۷ زبانه IPR در مدل چاه تزریق آب.....
۱۷۳	۴-۲-۳-۳ زبانه VLP.....
۱۷۹	۴-۲-۳-۴ زبانه Constraints.....
۱۷۹	۴-۲-۳-۴-۱ محدودیت‌های عمومی (General Constraints).....
۱۸۳	۴-۲-۳-۴-۲ محدودیت‌های ترک (Abandonment).....

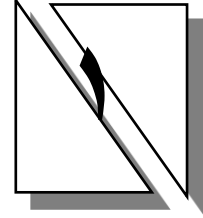
۱۸۳	..... ۴-۲-۳-۴-۳ نمادها و علامت‌های محدودیت‌ها
۱۸۴	..... ۴-۲-۳-۵ Control زبانه
۱۸۴	..... ۴-۲-۳-۵-۱ علامت‌ها
۱۸۵	..... ۴-۲-۳-۵-۲ کنترل dP
۱۸۷	..... ۴-۲-۳-۵-۳ کنترل فراآوری با گاز
۱۸۸	..... ۴-۲-۳-۶ PC Data زبانه
۱۸۹	..... ۴-۲-۳-۶-۱ تولید منحنی عملکرد
۱۹۰	..... ۴-۲-۳-۷ Downtime زبانه
۱۹۰	..... ۴-۲-۳-۸ Coning زبانه
۱۹۲	..... ۴-۲-۳-۹ Schedule زبانه
۱۹۳	..... ۴-۲-۴ Out Flow Only مدل چاه‌های با مدل
۱۹۴	..... ۴-۲-۴-۱ Outflow Only - VLP مدل
۱۹۵	..... ۴-۲-۴-۲ Outflow Only - PROSPER مدل
۱۹۶	..... ۴-۲-۴-۲-۱ واردکردن داده‌های تجهیزات از PROSPER
۲۰۴	..... ۴-۲-۴-۲-۲ واردکردن داده‌ی تجهیزات به‌صورت مستقیم در GAP
۲۰۴	..... ۴-۲-۴-۲-۳ Outflow Only مدل چاه تکمیل
۲۰۵	..... ۴-۲-۵ صفحه نتایج با Results چاه
۲۰۶	..... ۴-۲-۵-۱ نتایج گرادیان (Gradient)
۲۰۷	..... ۴-۲-۵-۲ نتایج چاه‌های چندلایه
۲۱۰	..... ۴-۳-۱ Summary صفحه
۲۱۱	..... ۴-۳-۲ Input صفحه
۲۱۱	..... ۴-۳-۲-۱ Constraints زبانه
۲۱۲	..... ۴-۳-۲-۲ Separation (فقط برای تفکیک‌کننده‌های تولیدی)
۲۱۲	..... ۴-۳-۲-۳ Fluid (برای مینفلدهای تزریق)
۲۱۴	..... ۴-۳-۲-۳-۱ تزریق بخار
۲۱۸	..... ۴-۳-۲-۴ Schedule زبانه
۲۲۰	..... ۴-۴-۱ Summary صفحه
۲۲۰	..... ۴-۴-۲ Input صفحه
۲۲۱	..... ۴-۴-۲-۱ Constraints زبانه
۲۲۱	..... ۴-۴-۲-۲ Schedule زبانه
۲۲۳	..... ۴-۵-۱ Summary صفحه
۲۲۴	..... ۴-۵-۲ GAP Internal Correlations گزینه
۲۲۶	..... ۴-۵-۲-۱ Input صفحه

۲۲۶	Environment	۴-۵-۲-۱-۱
۲۲۷	Description	۴-۵-۲-۱-۲
۲۳۴	Matching	۴-۵-۲-۱-۳
۲۳۷	Constraints	۴-۵-۲-۱-۴
۲۳۷	Schedule	۴-۵-۲-۱-۵
۲۳۸	نتایج گرادیان فشار/دما	۴-۵-۲-۲
۲۴۱	Lift Curves استفاده از گزینه	۴-۵-۳
۲۴۲	External	۴-۵-۳-۱
۲۴۴	GAP Internal Correlations	۴-۵-۳-۲
۲۴۶	PROSPER on line	۴-۵-۳-۳
۲۴۷	PROSPER file	۴-۵-۳-۴
۲۴۸	PROSPER on Line استفاده از گزینه	۴-۵-۴
۲۴۹	Edit Pipe	۴-۵-۴-۱
۲۵۰	Rough Approximation	۴-۵-۴-۱-۱
۲۵۱	Enthalpy Balance	۴-۵-۴-۱-۲
۲۵۵	Improved Approximation	۴-۵-۴-۱-۳
۲۵۶	تنگناهای سیستم	۴-۵-۵
۲۵۷	در نظر گرفتن امولسیون	۴-۵-۶
۲۶۰	وجود هیدرات یا واکس در خطلوله	۴-۵-۷
۲۶۳	Summary	۴-۶-۱
۲۶۵	Input (در مدل مخزن موازنه ماده)	۴-۶-۲
۲۶۵	Constraints	۴-۶-۲-۱
۲۶۵	Wells	۴-۶-۲-۲
۲۶۶	Injection	۴-۶-۲-۳
۲۶۷	Schedule	۴-۶-۲-۴
۲۶۷	Input (در مدل مخزن منحنی کاهش)	۴-۶-۳
۲۶۷	Production Data	۴-۶-۳-۱
۲۶۹	Compressibility	۴-۶-۳-۲
۲۷۰	Summary و صفحه Input	۴-۷-۱
۲۷۱	Results	۴-۷-۲
۲۷۳	Summary	۴-۸-۱
۲۷۳	Input (برای مدل پمپ Performance Curves)	۴-۸-۲
۲۷۶	Jet Pump و Framo Pump تنظیمات مربوط به مدل پمپ	۴-۸-۳

۲۷۶	.....Input در صفحه Control در زبانه ۸-۴
۲۷۹	.....Summary صفحه ۹-۱
۲۷۹	.....Performance Curves در مدل Input صفحه ۹-۲
۲۸۴	.....Fixed Delta P در مدل Input صفحه ۹-۳
۲۸۵	.....Fixed Power در مدل کمپرسور ورودی در داده‌های ورودی در مدل کمپرسور ۹-۴
۲۸۶	.....Reciprocating در مدل کمپرسور ورودی در داده‌های ورودی در مدل کمپرسور ۹-۵
۲۸۷	.....۱-۱۰-۱ منبع یا سورس
۲۸۹	.....۱-۱۰-۱-۱ ورود داده‌ها در منبع
۲۸۹	.....Summary صفحه ۱-۱۰-۱-۱
۲۹۰	.....Input صفحه ۱-۱۰-۱-۲
۲۹۱	.....۱-۱۰-۲ سینک
۲۹۱	.....Summary صفحه ۱-۱۰-۲-۱
۲۹۲	.....Input صفحه ۱-۱۰-۲-۲
۲۹۴	.....۱-۱۱-۱ المان شیر کشویی درون خطی
۲۹۵	.....۱-۱۱-۲ المان شیر یک‌طرفه درون خطی
۲۹۵	.....۱-۱۱-۳ المان تفکیک‌کننده درون خطی
۲۹۵	.....Summary صفحه ۱-۱۱-۳-۱
۲۹۶	.....Input صفحه ۱-۱۱-۳-۲
۲۹۷	.....۱-۱۱-۴ المان چوک درون خطی
۲۹۷	.....Input صفحه ۱-۱۱-۴-۱
۲۹۸	.....۱-۱۱-۵ المان تزریق‌کننده درون خطی
۲۹۹	.....Input صفحه ۱-۱۱-۵-۱
۲۹۹	.....Injection Rate در زبانه ۱-۱۱-۵-۱-۱
۳۰۰	.....Fluid در زبانه ۱-۱۱-۵-۱-۲
۳۰۰	.....۱-۱۱-۶ المان عمومی درون خطی
۳۰۱	.....Summary صفحه ۱-۱۱-۶-۱
۳۰۲	.....Input صفحه ۱-۱۱-۶-۲
۳۲۳	.....Input صفحه ۱۳-۱
۳۲۳	.....Constraints در زبانه ۱۳-۱-۱
۳۲۴	.....Schedule در زبانه ۱۳-۱-۲
۳۲۴	.....Grouping در زبانه ۱۳-۱-۳
۳۲۸	.....۱-۱۶-۱ تعریف سیستم واحد در سطح کل شبکه جریانی GAP
۳۳۲	.....۱-۱۶-۲ تعریف واحدها در سطح یک متغیر

۳۳۳	فصل پنجم: تولید VLP و IPR
۳۳۴	۵-۱-۱ IPR یا روابط عملکرد جریانی
۳۳۴	۵-۱-۲ VLP یا عملکرد جابجایی عمودی
۳۳۵	۵-۲-۱ چاه‌های یک‌لایه‌ای
۳۳۷	۵-۲-۲ چاه‌های چندلایه‌ای
۳۴۳	۵-۳-۱ تولید گروهی اطلاعات VLP
۳۴۶	۵-۳-۲ تولید اطلاعات VLP برای هر چاه به صورت مجزا
۳۵۲	۵-۳-۳ تولید گروهی داده‌های VLP با استفاده از دبی جریان جرمی
۳۵۵	۵-۳-۴ تولید گروهی اطلاعات VLP خط‌لوله
۳۶۰	فصل ششم: اعتبارسنجی مدل
۳۶۵	فصل هفتم: ماژول حل‌کننده و بهینه‌ساز نرم‌افزار GAP
۳۶۶	۷-۳-۱ محدودیت‌ها
۳۶۷	۷-۳-۲ صفحه کنترل تجهیز یا Equipment Control
۳۷۲	۷-۵-۱ گزینه No Optimisation
۳۷۲	۷-۵-۲ گزینه Optimise with all constraints
۳۷۳	۷-۵-۳ گزینه Optimise with potential constraints only
۳۷۵	۷-۷-۱ نتایج
۳۸۴	۷-۷-۲ گزارشات
۳۸۷	فصل هشتم: ماژول پیش‌بینی
۳۸۹	۸-۱-۱ جریان کار در پیش‌بینی
۳۹۰	۸-۱-۲ لینک کردن فایل‌های MBAL به GAP
۳۹۱	۸-۱-۳ اجرای ماژول پیش‌بینی و نتایج آن
۴۰۲	۸-۱-۴ ویرایش جدول برنامه‌ریزی محدودیت‌ها و تجهیزات
۴۰۸	فصل نهم: تطابق تاریخچه در یک مدل IPM
۴۰۹	۹-۱-۱ اجرای مدل و مقایسه با تاریخچه میدان
۴۱۰	۹-۱-۲ انجام تطابق تاریخچه هر المان به صورت مستقل
۴۱۹	فصل دهم: اسکریپت پیش‌بینی
۴۲۴	فصل یازدهم: تجهیزات
۴۲۵	۱۱-۱-۱ شرح مدل
۴۲۸	۱۱-۱-۲ مراحل ترسیم مدل GAP
۴۳۰	۱۱-۱-۳ تعریف مخازن هیدروکربنی
۴۳۰	۱۱-۱-۴ تعریف چاه‌ها

۴۳۱	.....	۱۱-۱-۵	تولید IPR
۴۳۱	.....	۱۱-۱-۶	تولید VLP های چاه
۴۳۲	.....	۱۱-۱-۷	اعتبارسنجی مدل به منظور بررسی کیفی چاهها
۴۳۳	.....	۱۱-۱-۸	تعریف خطوط لوله
۴۳۵	.....	۱۱-۱-۹	پاسخ سؤال اول
۴۳۷	.....	۱۱-۱-۱۰	پاسخ سؤال دوم
۴۴۰	.....	۱۱-۱-۱۱	پاسخ سؤال سوم
۴۴۳	.....	۱۱-۱-۱۲	پاسخ سؤال چهارم
۴۴۵	.....	۱۱-۲-۱	مدل سازی چاهها در PROSPER
۴۵۰	.....	۱۱-۲-۲	مدل سازی شبکه جریانیه مدل در GAP
۴۵۱	.....	۱۱-۲-۳	نتایج و بحثها
۴۵۱	.....	۱۱-۲-۳-۱	حل کردن شبکه بدون اعمال محدودیت
۴۵۳	.....	۱۱-۲-۳-۲	بهینه سازی با اعمال محدودیت فشاری خطوط لوله میدان
۴۵۵	.....	۱۱-۲-۳-۳	بهینه سازی با اعمال محدودیت های فشاری خطوط لوله و ظرفیت فرآیندی تفکیک نفت
۴۶۱	.....	۱۱-۲-۳-۴	تحلیل و بررسی نتایج



توضیحات مقدماتی

۱-۱ کاربردهای نرم افزار GAP

نرم افزار GAP یکی از برنامه‌های مجموعه نرم‌افزاری IPM است که توسعه آن توسط کمپانی Petroleum Experts انجام گرفته است. این برنامه یک بهینه‌ساز جریان چندفازی در شبکه‌ی جریان سطحی است که قابلیت لینک‌شدن با نرم‌افزارهای PROSPER و MBAL به‌منظور مدل‌سازی سیستم‌های تولیدی و مخزن را دارا می‌باشد.

GAP (مخفف General Allocation Package) یکی از قدرتمندترین و کاربردی‌ترین ابزار است که به جامعه مهندسی به‌ویژه مهندسين نفت تاکنون پیشنهاد شده است. GAP علاوه بر مدل‌سازی سیستم‌های تولیدی شامل نفت، گاز و گاز میعانی، قادر به مدل‌سازی سیستم‌های تزریق آب و گاز نیز هست.

این برنامه یک شبیه‌ساز جریان چندفازی است که توانایی مدل‌کردن و بهینه‌سازی شبکه‌های تولید و تزریق را دارا می‌باشد. مفهوم شبکه در اینجا یک مفهوم کلی و منظور هر دو بخش سطح و درون چاه است.

این برنامه به مهندسان اجازه ساختن مدل‌های سیستمی پیچیده شامل مخازن، چاه‌ها و شبکه سطحی را می‌دهد. GAP به‌طور مستقیم می‌تواند با PROSPER و MBAL به‌منظور مدل‌سازی تمامی سیستم‌های تولیدی و مخزن، شبیه‌سازهای عددی مخزن (ECLIPSE, IMEX, GEM, REVEAL و ...)، شبیه‌سازهای فرآیندی (Unisim, Hysys) و صفحه گسترده‌های درونی

کنترل کننده‌ی Petroleum Experts یعنی RESOLVE لینک شود. GAP قادر به مدل سازی سیستم های تولیدی و تزریقی با هر نوع سیال مثل نفت، گاز تر و خشک، گاز میعانی، بخار و سیال تعریفی کاربر و همچنین سیستم های تزریق آب و گاز می باشد. رفتار فازی سیال می تواند با استفاده از فرمولاسیون مدل نفت سیاه یا مدل سازی ترکیبی معادلات حالت¹ مدل شود.

کلیه محاسبات می تواند برای وضعیت سیستم در یک نقطه مشخص زمانی (ماژول حل شبکه یا Solve Network) و یا در طول زمان (ماژول پیش بینی یا Prediction) انجام شود. همان گونه که عنوان شد، GAP اجازه مدل سازی و بهینه سازی شبکه های سطحی و درون چاهی را می دهد. موتورهای محاسبه قوی آن، امکان مدل سازی و بهینه سازی شبکه های بسیار پیچیده شامل هزاران المان از قبیل چاه، خطوط لوله، کمپرسور، پمپ، مبدل های گرمایی و ... که به هر طریق ممکن به هم متصل شده باشند را می دهد.

GAP قوی ترین و سریع ترین موتور بهینه سازی در صنعت را دارا می باشد که بر اساس روش برنامه ریزی SQP و غیرخطی استوار است.

ماژول بهینه ساز این برنامه اجازه بهینه کردن این سیستم را می دهد که به معنی:

- بیشینه کردن یک تابع هدف (مثلاً تولید نفت و یا نفت و گاز)

- و در زمان مشابه برقراری محدودیت ها و قیدهای اعلام شده بر سیستم است.

نرم افزار GAP کاربردهای مختلفی دارد که آن ها را می توان به گروه های زیر تقسیم کرد:

- بهینه سازی میدان²
- طرح ریزی میدان³
- مدل سازی سیال (PVT)
- مدل سازی مخزن
- تضمین جریان⁴ و گزینه های مدل سازی حرارتی پیشرفته
- فراآوری مصنوعی⁵
- هندسه چاه
- اتوماسیون

¹ Equation of State Compositional Modeling

² field optimisation

³ field planning

⁴ flow assurance

⁵ artificial lift

۱-۱-۱ بهینه‌سازی میدان

GAP سریع‌ترین و مؤثرترین بهینه‌ساز را بر اساس هسته‌ی محاسباتی آن که برنامه‌ریزی درجه دوم متوالی (SQP)^۱ است، عرضه کرده است. ماژول بهینه‌سازی به کاربر اجازه می‌دهد بهترین تنظیمات کاربردی میدان (چوک‌های سرچاهی، چوک‌های درون‌خطی^۲، تخصیص نرخ فرازآوری با گاز و ...) را به منظور بهینه‌سازی یک تابع هدف معین (مثلاً تولید نفت) هم‌زمان با اعمال و حل محدودیت‌های سیستم^۳، تعیین کند.

بخشی از کاربردهای مشخصه بهینه‌سازی عبارتند از:

- مطالعات بهینه‌سازی کامل میدان به همراه سیستم‌های تلفیقی (ESP، فرازآوری با گاز، جریان طبیعی)؛
- مدیریت میدان؛
- بهینه‌سازی فرازآوری با گاز میدان؛
- توصیه‌ها و پیشنهادهایی در تنظیم چوک‌های سرچاهی به منظور رسیدن به اهداف مدیریتی میدان؛
- بهینه‌سازی شبکه حلقه چندفازی؛
- GAP توانایی لینک شدن به PROSPER (مدل چاه) و MBAL (مدل مخزن) به منظور مدل-سازی کل سیستم تولیدی و بهینه‌سازی در طول عمر میدان را دارد؛
- بهینه‌سازی سیستم تزریق.

۱-۱-۲ طرح‌ریزی میدان

توانایی‌های پیش‌بینی و بهینه‌سازی منحصربه‌فرد GAP، به ما اجازه رسیدن به چندین هدف در حوزه طرح‌ریزی میدان را می‌دهد:

- پیش‌بینی‌های تولید با استفاده از مدل‌های مخزن (استفاده مستقیم از MBAL و GAP یا شبیه-سازهای عددی در RESOLVE)؛
- بهینه‌سازی پیش‌بینی تمام میدان؛
- مدیریت میدان؛
- بهینه‌سازی عملیات میدان به صورت روزانه؛
- بهینه‌سازی استراتژی‌های تزریق در میدان.

¹ Sequential Quadratic Programming

² inline

³ system constraints

۳-۱-۱ مدل سازی سیال (PVT)

مدل سازی دقیق رفتار سیال با بسط روش مدل سازی تولید یکپارچه، بسیار مهم و تأثیرگذار شده است. در GAP گزینه های مختلفی برای مدل سازی دقیق خصوصیات PVT سیال بسته به اهداف و اطلاعات موجود در دسترس است:

۱-۳-۱-۱ نفت سیاه

از مدل سیال نفت سیاه^۱ استفاده می شود.

۱-۳-۱-۲ تراکینگ

روش تراکینگ^۲ بر اساس ترکیبی از مدل نفت سیاه و مدل ترکیبی کامل (استفاده از معادله حالت یا EOS) استوار است:

- مدل نفت سیاه برای محاسبات افت فشار اصلی استفاده می شود.
- پس از آن EOS در محاسبات بعدی در تعیین ترکیب هر قسمت سیستم با انجام آمیختگی و فلشینگ ترکیبی^۳، استفاده می شود.
- اگر یک شبیه ساز مخزن با مدل نفت سیاه (مثل MBAL) استفاده شود، این روش، توانایی منحصر به فرد خود در ترکیب دوباره آمیزه اولیه به منظور تطابق دهی^۴ نسبت گاز به نفت (GOR) سیال تولیدی را ارائه می کند.

۳-۱-۳-۱ ترکیبی کامل^۵

این روش اجازه تمامی محاسبات با استفاده از معادله حالت را می دهد که ترکیبات و خصوصیات PVT سیال در هر نقطه شبکه را در اختیار ما می گذارد. این گزینه همچنین اجازه انجام لامپینگ^۶ یا دی لامپینگ^۷ یک معادله حالت اولیه را می دهد که کاربر را قادر می سازد که در مورد انجام محاسبات با استفاده از یک ترکیب اضافه شده یا استفاده از یک ترکیب با تعداد اجزای کاهش یافته تصمیم بگیرد.

¹ Black Oil

² Tracking

³ Compositional Flashing

⁴ Matching

⁵ Fully Compositional

⁶ Lumping

⁷ DeLumping

۴-۳-۱-۱ لامپینگ یا دی لامپینگ ترکیبی نفت سیاه^۱

به منظور افزایش سرعت محاسبات، روش لامپینگ^۲ یا دی لامپینگ^۳ نفت سیاه، ترکیب سیالات در سراسر شبکه را در هر تکرار^۴ مازول حل کننده یا solver دنبال می کند؛ اما محاسبات خطوط لوله، کمپرسور، پمپ، چوک و... را توسط روابط PVTی مدل نفت سیاه بر اساس خصوصیات شرایط استاندارد نفت سیاه (که به وسیله معادله حالت محاسبه می شود) انجام می دهد. این روش از همه اجزا^۵ یا مجموع و یکپارچه آنها (لامپ شده) استفاده می کند.

۱-۳-۱-۱ معرفی لامپینگ یا دی لامپینگ

امروزه تکنولوژی ما را قادر به یکپارچه سازی و بهینه سازی مدل های شبیه سازی مخزن تا مدل های شبکه های تولید و تزریق و نهایتاً مدل های فرآیندی می سازد. نرم افزار RESOLVE از مجموعه نرم افزاری IPM این مهم را مقدور می سازد. در مدل سازی PVT، هر برنامه ای ضروریات خود را داراست که از یکسو به وسیله اهداف خود برنامه و از سوی دیگر سرعت محاسبات تحمیل می شود.

- شبیه سازی عددی مخزن^۶ معمولاً به خصوصیات حجمی^۷ و رفتار فازی^۸ متمرکز می شوند که مدل سازی PVT به وسیله مدل های نفت سیاه یا ترکیبی (EOS) انجام می شود. در صورت استفاده از معادلات حالت (EOS) در مدل سازی، به منظور جلوگیری از اجرای کند مدل و زمان بر بودن، تعداد اجزا می بایست به تعداد کمی محدود شود.

- شبیه سازی های شبکه سطحی نیز با هر دو مدل نفت سیاه و ترکیبی کار می کنند و عمدتاً بر دانسیته یا ویسکوزیته به عنوان عوامل مؤثر بر افت فشار تأکید می کنند. تعداد اجزا یا کامپوننت ها در مدل EOS این حالت، بر اساس اهداف مدل تعیین می شود؛ به عنوان مثال اگر هدف، تعیین افت فشار در سیستم است، تعداد کمتری از اجزا استفاده می شود و زمان اجرا و به نتیجه رسیدن بالطبع کاهش می یابد؛ و اگر هدف انجام مطالعات تضمین جریان^۹ یعنی تخمین دما، هیدرات گازی و... باشد، اجزای بیشتری مورد نیاز است.

¹ Black Oil Compositional Lumping/Delumping

² Lumping

³ Delumping

⁴ Iteration

⁵ Compositions

⁶ Reservoir Numerical Simulators

⁷ Volumetric

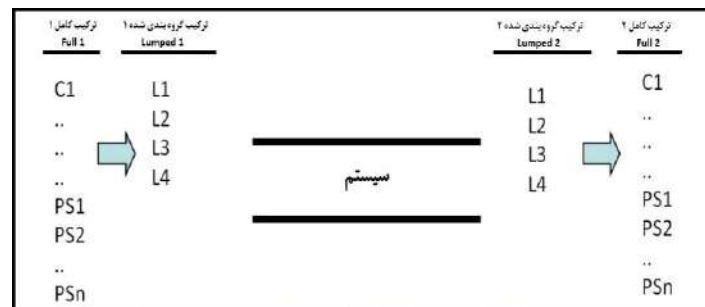
⁸ Phase Behavior

⁹ Flow Assurance

- شبیه‌سازهای فرآیندی بیشتر به محاسبات خصوصیات حرارتی¹ تمرکز دارند، ازلی نرو به مدل‌سازی ترکیبی نیاز داشته و یک ترکیب، نیاز به تعداد زیادی از اجزا دارد. دلیل این امر این است که خصوصیات حرارتی فقط به وسیله تعیین جزئیات ترکیبات تخمین زده می‌شود. به‌طور کلی زمانی که چندین سیستم به هم متصل می‌شوند، فاکتور مشترک بین آن‌ها سیال است؛ به عبارت دیگر استفاده از یک توصیف و مشخصه‌ی PVT که در سراسر سیستم معتبر است، ضروری است.

بر اساس اطلاعات فوق، هرگاه یک ترکیب مورد نیاز است (چون یک شبیه‌ساز فرآیند متصل بوده و یا مطالعات دقیقی می‌بایست انجام شود)، گذر از یک تعداد کم از اجزا به یک تعداد بزرگ‌تر (یا برعکس) در زمان مطلوب، از ضروریات است. همچنین اطمینان از توصیف سیال که نشانگر سیال واقعی در سرتاسر سیستم است از ملزومات می‌باشد.

ایده اصلی مفهوم Lumping یا Delumping، روشی است که ما را قادر می‌سازد از یک ترکیب وسیع (کامل یا جمع‌بندی نشده) به یک ترکیب کوچک‌تر (گروه‌بندی شده یا مجموع) برسیم (یا برعکس). این به معنی آن است که در هر نقطه در زمان، ترکیبات مجموع² و کامل³ برابر خواهند بود و نشانگر سیال واقعی هستند. در کل زمانی که دو مشخصه از یک سیال ایجاد می‌شوند، جواب یکسانی به ما نخواهند داد؛ از این رو برای لامپینگ یا دی‌لامپینگ، می‌بایست مطمئن شویم که خصوصیات مهم همساز و سازگار هستند به طوری که سرعت و دقت محاسبات هر دو رضایت‌بخش هستند.



شکل ۱-۱

¹ Thermal

² Lumped

³ Full