



مرجع کاربردی پترول دینامیک

و

تلفیق آن با اکلیپس

نویسنده

مسعود عسگری

بهمن ۱۳۹۸

تقدیم ہے:

ہمدی خوبی ما، ہمسرم

## سخن مؤلف

پیچیده شدن و گسترش روابط ریاضی و تلفیق آن با محیط پیرامون بشر باعث نشر و ایجاد نرم افزارهای متنوعی شده تا بتوان بدون کوچکترین زحمتی از این روابط پیچیده در غالب نرم افزار استفاده کرد. نرم افزار پترل در نقش یک ابزار برای حوزه‌های مختلف مهندسی از جمله مهندسی نفت مورد پیشرفت و استقبال چشمگیری قرار گرفته است. از طرف دیگر تلفیق پترل با نرم افزار اکلیپس، یک مهندس نفت بخصوص مهندس مخزن را ملزم به یادگیری هردوی آنها کرده است. از این رو این نوشتار با هدف آموزش نرم افزار پترل در کنار اکلیپس به کاربران این امکان را می‌دهد تا این دو را به موازات یکدیگر البته با محوریت پترل آموزش ببینند.

در آخر بر خود واجب میدانم از تمام کسانی که در راستای تألیف و نگارش این کتاب بنده را یاری کردند و نظرات و پیشنهادات و انتقادات سازنده‌ی خود را از بنده دریغ نکردند تقدیر و تشکر کنم. همچنین از جناب آقای مهندس میلاد مقصودی اکبری مدیریت محترم خانه مهندسی نفت ایران به سبب پشتیبانی و کمک‌های دوستانه و زحمات دلسوزانه ایشان نهایت تشکر را دارم. امید است این کتاب بتواند گامی هرچند کوچک اما سازنده را در پیشرفت صنعت نفت کشورمان بردارد. در نهایت تمام بخش‌های کتاب با نوشتاری ساده و تصاویر کامل و گویا در یادگیری هرچه بهتر این نرم افزار یاری رسان کاربران خواهد بود. در این خلال در صورت مشاهده‌ی نقص و ایراد، نظر و یا پیشنهاد، اینجانب صمیمانه پذیرا خواهم بود.

مسعود عسگری

[Petedep.info@gmail.com](mailto:Petedep.info@gmail.com)

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

[www.PeteDep.Com](http://www.PeteDep.Com)

## فهرست مطالب

- ۱- مقدمه ----- ۱
- ۲- آشنایی با محیط نرم افزار پترل ----- ۴
  - ۲-۱- برگه های اکسپلورر ----- ۶
  - ۲-۲- تعریف واحد (یکا) اندازه گیری در پترل ----- ۱۳
  - ۲-۳- تعریف مختصات در پترل ----- ۱۷
  - ۲-۴- نحوه ی ذخیره سازی پروژه ----- ۱۸
- ۳- انتقال اطلاعات به پترل (Data Import) ----- ۱۹
  - ۳-۱- چاه ها (Wells) ----- ۲۱
  - ۳-۲- سرسازندها (Well Tops) ----- ۲۷
  - ۳-۳- ساخت صفحه ----- ۳۲
  - ۳-۴- ارتباط چاه (Well Correlation) ----- ۴۱
  - ۳-۴-۱- ساخت لاگ پیوسته (Continuse) ----- ۴۷
  - ۳-۴-۲- ساخت لاگ ناپیوسته (Discontinuse) ----- ۴۹
- ۴- شبکه بندی (Simple Grid) ----- ۵۴
- ۵- مدل سازی هندسی (Geometric Modeling) ----- ۶۲
  - ۵-۱- کنترل کیفیت سلول ----- ۶۲
  - ۵-۲- Scale up well logs ----- ۷۲
  - ۵-۳- LGR (Local Grid Refinement) ----- ۸۰
- ۶- مدل پتروفیزیکی ----- ۸۹
- ۷- ایجاد سطوح تماس سیالات ----- ۹۲
- ۸- محاسبه حجم (Volume Calculation) ----- ۹۶
- ۹- ساخت Aquifer ----- ۱۰۲
- ۱۰- ساخت مدل سیال ----- ۱۰۶
  - ۱۰-۱- مدل Black Oil ----- ۱۰۹
  - ۱۰-۲- مدل Compositional ----- ۱۱۸
  - ۱۰-۳- ساخت تابع (Create new function) ----- ۱۲۵
- ۱۱- ساخت مدل سنگ ----- ۱۲۸

۱۳۲	-----	۱۱-۱- تراوایی
۱۳۶	-----	۱۱-۲- فشار موئینه
۱۳۹	-----	۱۲- استراتژی توسعه
۱۵۴	-----	۱۳- تعریف شبیه‌سازی مدل
۱۵۵	-----	۱۳-۱- تب Description
۱۵۷	-----	۱۳-۲- تب Grid
۱۵۸	-----	۱۳-۳- تب Functions
۱۷۴	-----	۱۳-۴- تب Strategies
۱۸۰	-----	۱۳-۵- تب Advanced
۱۹۳	-----	۱۳-۶- کلید Keyword Editor
۱۹۶	-----	۱۳-۷- تب Results
۲۰۱	-----	۱۴- نتایج شبیه‌سازی
۲۰۱	-----	۱۴-۱- خروجی اکلیپس (Eclipse Output Data)
۲۰۶	-----	۱۴-۲- نمایش نتایج
۲۰۶	-----	۱۴-۲-۱- 2D SUMMARY Results
۲۱۳	-----	۱۴-۲-۲- نمایش نتایج بر روی پنجره‌ی ۳D window یا Map window
۲۱۵	-----	۱۴-۳- نمایش نقشه‌های میدانی (Filed Plots)
۲۱۶	-----	۱۴-۴- طبقه‌بندی و تجزیه تحلیل نتایج (Results charting and analysis)
۲۱۸	-----	۱۴-۵- خروجی Summary Results
۲۲۰	-----	۱۴-۶- نتایج شبیه‌سازی سه بُعدی (۳D Simulation Results)
۲۲۰	-----	۱۴-۶-۱- نتایج مرکب (Composite results)
۲۲۱	-----	۱۴-۶-۲- نمودارهای سه‌گانه (Ternary plots)
۲۲۲	-----	۱۴-۶-۳- نمودارهای برداری (Vector plots)
۲۲۳	-----	۱۴-۶-۴- نمودارهای تنسور (Tensor plots)
۲۲۴	-----	۱۴-۶-۵- Grid filter
۲۲۴	-----	۱۴-۶-۶- پوشه‌های Static و Dynamic
۲۲۴	-----	۱۴-۶-۷- تبدیل نتایج سه بُعدی به خصوصیات شبکه‌بندی

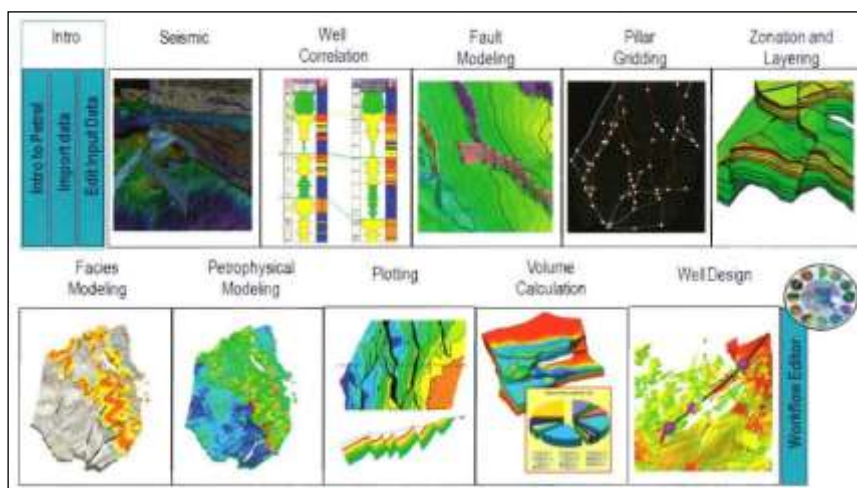


## ۱- مقدمه

نرم افزار پترل برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ ارائه گردید که تنها دو سال بعد در دسامبر ۱۹۹۸ به صورت یک نرم افزار تجاری معرفی شد. توسعه‌ی نرم افزار پترل با شعار «از لرزه‌نگاری تا شبیه‌سازی» (seismic-to-simulation) از همان سال ۱۹۹۶ آغاز گردید. شرکت شلمبرژر اهمیت این نرم افزار را دریافت و در سال ۲۰۰۲ آن را خریداری نمود. زمانی که علوم زمین‌شناسی به شدت نیازمند ابزاری برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی بودند، نرم افزار پترل با ارائه ابزار Workflows و همچنین ادغام آن با نرم افزار شبیه‌ساز Eclipse و شبیه‌سازهای رشته ایی مانند Frontsim، توانست به شعار خود پایبند بماند و به آن جامعه‌ی عمل بپوشاند. از آن زمان تاکنون به طور مداوم به محبوبیت این نرم افزار افزوده شده و باعث گردیده که اغلب نرم افزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی این شرکت به صورت مجموعه‌ای واحد در زیرمجموعه‌ی پترل قرار گیرند. هر ساله در پی گسترش و به روز نمودن این نرم افزار، گزارش‌هایی تحت عنوان یادداشت‌های انتشار (Release Notes) ارائه می‌شود که نشان از پیشرفت و پویایی آن است.

هدف نوشتار پیش رو آشنایی دانشجویان و دانش پژوهان رشته‌های مرتبط با مهندسی نفت با مبانی نرم افزار پترل است. از آنجا که نرم افزار مدنظر گستردگی بسیار بالایی داشته و می‌توان ادعا نمود که بسیاری از علوم مهندسی نفت مانند مهندسی اکتشاف، زمین‌شناسی، مهندسی حفاری و مهندسی مخزن در آن گنجانده شده است، به همین دلیل استفاده از عبارت "مبانی نرم افزار" لغت بیجایی نیست. در شکل زیر به طور مختصری مجموعه‌ی توانمندی این نرم افزار به تصویر کشیده شده است.





با توجه به شکل بالا منطقی است که هر فردی در ابتدا هدف استفاده از این نرم‌افزار و بخش موردنظر جهت آموزش را برای خود روشن ساخته و به دنبال یادگیری آن رود. علاقم گسترده‌گی و پوشش اغلب علوم مهندسی نفت در این نرم‌افزار، زبان مشترکی در این نرم‌افزار حاکم است که یک کاربر پیش از هر کاری ملزم به یادگیری آن است. با یادگیری این زبان، بی‌تردید نه تنها یادگیری این نرم‌افزار ساده‌تر خواهد شد، بلکه راه برای ورود به علوم دیگر مهندسی نفت توسط پترل امکان‌پذیر می‌شود.

اغلب کتاب‌های تألیف شده به زبان فارسی در حال حاضر باهدف گیری بخش زمین‌شناسی و مدل‌سازی استاتیکی ارائه شده‌اند. برای مشخص شدن هدف و بخش موردنظر این نوشتار باید اعلام نمود که این کتاب برای پوشش بیشتر نوشتارهای پیشین و استفاده‌ی دیگر مخاطبان از این نرم‌افزار بخصوص کاربران مشتاق به یادگیری مدل‌سازی دینامیک و شبیه‌سازی مخازن در حوزه‌ی ذخایر هیدروکربوری نوشته شده است تا در اختیار کاربران با نگرش مهندسی مخزن و شبیه‌سازی قرار گیرد.

آشنایی با زبان مشترک علوم مختلف که توسط پترل پشتیبانی می‌شود از دیگر هدف این کتاب خواهد بود. در همین راستا مؤلف این کتاب درصدد پوشش بسیاری از بخش‌های این