



شرکت نفت مناطق مرکزی ایران

درخواست پیشنهاد پروژه پژوهشی  
**REQUEST FOR RESEARCH PROPOSAL**

شماره RFP :

تاریخ RFP :

صفحه ۱ از ۵

۱- شماره پروژه :

۲- عنوان پروژه :

طراحی و تولید نرم افزار پیدا کردن نرخ بهینه حفاری (Rate of Penetration: ROP) در بستر داده های حجیم (BIG DATA)

۳- نوع پروژه :

کاربردی\*  توسعه ای  بنیادی  سایر

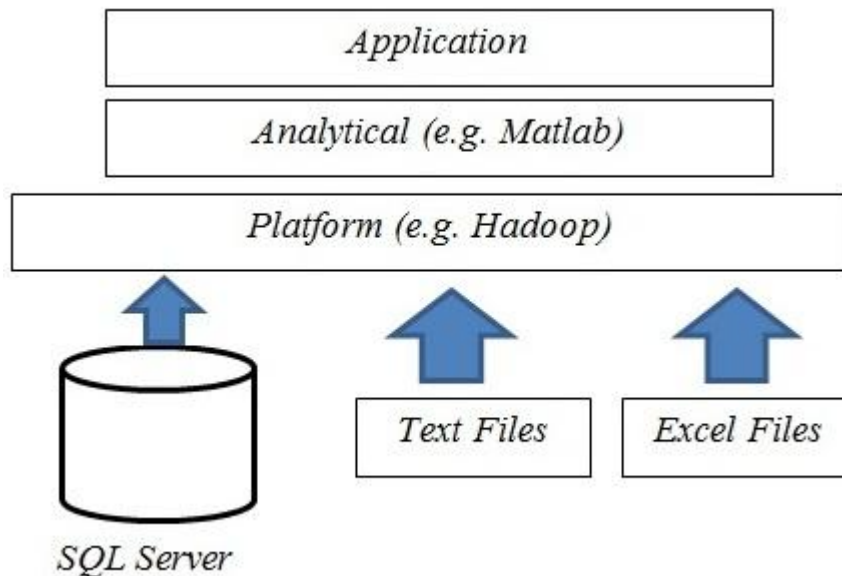
۴ - تعریف و ضرورت پروژه / (Problem Definition) :

حفاری چاه های نفت و گاز، کاری دقیق با تکنولوژی بالا، زمانبر و بسیار پر هزینه است. هزینه های حفاری شامل هزینه اجاره دکل حفاری، هزینه مته ، گل و سیمنان حفاری می باشد که تا حدود ده میلیون دلار برای حفر یک چاه چهارهزار متری در مدت ۳۶۵ روز پیش بینی می شود. در حقیقت امروزه در حفاری با تکنولوژی های پیشرفته بیش از ۴۰ هزار سنسور در یک دکل حفاری استفاده می شود که به طور روزانه تا ۲ ترابایت اطلاعات تولید می شود. از آنجا که فرآیند عملیات حفاری در صنایع بالا دستی نفت از جایگاه ویژه ای برخوردار بوده و می توان از آن به عنوان یکی از پر هزینه ترین فعالیت بالا دستی نام برد. لذا استفاده از داده های حفاری می تواند موجب صرفه جویی زیادی گردد. برای کنترل و هدایت کار حفاری در شرکت نفت مناطق مرکزی ایران، روزانه یک گزارش عملیات حفاری بیش از ۲۰۰ فیلد اطلاعاتی برای اداره حفاری ارسال می شود. علاوه بر آن از دکل های حفاری اطلاعات گل حفاری نیز ارسال می گردد. جهت آنالیز این حجم عظیم اطلاعات و استخراج دانش مورد نیاز بایستی از فناوری داده های حجیم **BIGDATA** بهره ببریم. یکی از موضوعاتی که می تواند مورد پژوهش قرار گیرد نرخ بهینه حفاری است.

هدف از عملیات حفاری، حفرچاه برای تولید کارآمد نفت و گاز می باشد. سرعت حفاری و یا نرخ نفوذ مته به صورت مقدار متر از حفاری شده در واحد زمان تعریف می گردد. نرخ نفوذ مته تحت تاثیر تعداد زیادی از پارامترها، همانند نوع، سایز مته، نوع سازند و لیتولوژی زمین، نوع و خصوصیات گل حفاری (وزن و گرانیروی) ، فشار سازند، عمق حفاری، هیدرولیک حفاری، وزن روی مته، سرعت گردش مته و زاویه انحراف چاه می باشد. تاثیر تعدادی از این پارامترها نسبت به زمان ثابت و تعدادی از آنها متغیر و دینامیک می باشند. البته هیدرولیک حفاری که شامل دبی و فشار خروجی پمپ می گردد و گرانیروی گل، تاثیر مستقیم بر سرعت حفاری ندارد بلکه نقش اصلی آن انتقال کننده های حفاری و خنک کردن مته می باشد . در صورتی که در حالت بهینه نباشد نه تنها باعث کاهش سرعت حفاری می شود بلکه باعث مشکلات بسیار دیگری هم می گردد.

پیش بینی نرخ نفوذ مته (*Rate of Penetration*) و یا به عبارت دیگر میزان سرعت حفاری، یکی از مهمترین چالش ها در عملیات حفاری می باشد و حداکثر شدن سرعت حفاری در شرایط ثابت و ایمن یکی از اولویت ها و اهداف اصلی عملیات حفاری می باشد که این مسئله باعث کاهش هزینه نهایی تمام شده چاه می گردد. به همین دلیل در زمان طراحی چاه و عملیات حفاری باید عوامل و شرایط به گونه ای تعیین گردند که با حفظ شرایط ایمنی و عدم آسیب دیدن چاه، میزان نرخ نفوذ مته حداکثر باشد. با توجه به دلایل ذکر شده در صورتی که بتوان سرعت حفاری را پیش بینی و میزان و تاثیر عوامل موثر بر آن را مشخص کرد به هدف بزرگی رسیده ایم. در این پژوهش هدف بر این است که این نرخ نفوذ مته را با توجه به وجود اطلاعات حجیم مرتبط شبیه سازی و پیش بینی کنیم.

همان طور که در شکل-۱ شمای کلی پروژه نمایش داده شده است در ابتدا داده های حفاری موجود مورد نیاز با فرمت های بانک اطلاعاتی *sql* *server* و همچنین فایل های *text*, *excel* به بستر داده های حجیم داده شده تا در این بستر پیش پردازش و مدیریت شده و برای لایه بالا که بخش پردازش و تجزیه و تحلیل می باشد آماده شود. در لایه آنالیز از ابزارهای مانند نرم افزار *Matlab* جهت تجزیه و تحلیل شبکه و فرمول های مربوطه استفاده می شود و نتایج توسط لایه نرم افزار کاربردی (*Application*) قابل استفاده کاربر و نمایش قرار گیرد. نرم افزار کاربردی مورد نظر بایستی قابلیت انتخاب فیلدهای اطلاعاتی مربوط به پارامترهای داده های ورودی را داشته باشد. بطور مثال بایستی قابلیت انتخاب نوع، اندازه و ابعاد مته و یا نوع گل و سایر پارامترهای انتخابی موثر را به کاربر بدهد.

شکل-۱- *Software Stack*

## ۵- اهداف پروژه :

تولید برنامه کاربردی (*Application*) جهت آنالیز داده های حفاری و تهیه نرخ بهینه حفاری *ROP* در بستر داده های حجیم (*BIG DATA*) جهت :

- پیش بینی میزان نرخ نفوذ مته و توانایی شبیه سازی آن با حجم زیادی داده ورودی و پردازش این حجم داده در بستر داده های حجیم مانند *HADOOP*

با پیش بینی نرخ نفوذ مته می توان به این اهداف رسید

- کاهش هزینه های عملیات حفاری
- ارائه برنامه دقیق در هنگام طراحی چاه و عملیات حفاری
- بهینه سازی سرعت حفاری در هنگام عملیات با توجه به تغییر پارامترهای موثر
- کمک به حفار و ناظر حفاری در زمان عملیات، برای تصمیم گیری صحیح تر در زمان مشاهده تغییرات زیاد در سرعت حفاری
- افزایش ایمنی در هنگام عملیات حفاری
- بهینه سازی عملیات حفاری در سازندها

**۶- فرضیه های پژوهش :**

- داشتن اطلاعات روزانه حفاری به فرمت فایل های *Excel* یا بانک اطلاعاتی *SQLSERVER* طی ۱۰ سال گذشته
- داشتن اطلاعات گل حفاری به فرمت فایل های *Text*
- استفاده از یکی از مدل های تحلیلی جهت پیش بینی نرخ نفوذ مته که تا امروز رایج شده مانند *Bourgoyne & Young Bingham*، *Tommy and Warren* و پیاده سازی آن در نرم افزار با تلاش در جهت رفع نواقص آنها و پژوهش برای یافتن روش های بهینه تر و مناسب تر با توجه به پیشرفت فناوری و دانش شبکه های عصبی استاتیک، دینامیک و فازی یا ژنتیک که قابلیت یادگیری نیز داشته باشند.

**۷- سوالات پژوهش :**

در حال حاضر در عملیات حفاری در ایران نرم افزاری که بتواند سرعت حفاری را با اخذ داده های حجیم موجود حفاری با دقت بالا پیش بینی کند وجود ندارد و در اکثر چاه های در حال حفاری با استفاده از سیستم برداشت اطلاعاتی که سرعت گردش مته، وزن روی مته، مشخصات هیدرولیک حفاری، فقط می توان سرعت حفاری را در لحظه مشاهده کرد.

کاهش و یا افزایش زیاد سرعت حفاری در زمان عملیات می تواند نشانگر آسیب دیدن مته، گلی شدن مته، تغییرات شدید و ناگهانی در وزن و ویسکوزیته گل، جریان پیدا کردن چاه، تغییرات سازند می باشد. برخی از این مسایل مانند بهبود یافتن وزن و دور مته باعث افزایش سرعت و راندمان حفاری می گردد و باید به عملیات حفاری ادامه داد ولی در برخی موارد افزایش سرعت حفاری ناشی از جریان پیدا کردن چاه می باشد و باید هر چه سریعتر اقدامات لازم صورت گیرد. همچنین در برخی از موارد سرعت حفاری کاهش زیادی می یابد و این تغییر ناشی از تغییرات سازند و یا لیتولوژی می باشد، در حالی که حفار به اشتباه آن را ناشی از صدمه دیدن و یا گلی شدن مته می داند و یا بر عکس.

در این موارد افراد بر اساس تجربیات و مشاهدات قبلی اقدام به تصمیم گیری می کنند. به همین دلیل تعداد تصمیمات اشتباه مقدار قابل توجهی می باشد. این تصمیمات اشتباه باعث اتلاف زیاد زمان می گردد و هزینه های زیادی را بر عملیات حفاری تحمیل می کند که در اکثر مواقع غیر قابل جبران است.

با توجه به مسایل مطرح شده، وجود یک نرم افزار کاربردی که با مدل های تحلیلی نرخ نفوذ مته را پیش بینی نماید ضروری می باشد. این سوال مطرح است که آیا می توان *ROP* را با وجود داده های حفاری، محاسبه و پیش بینی کرد؟ آیا این پیش بینی با افزایش میزان داده های ورودی حفاری در بستر داده های حجیم قابلیت بهینه تر شدن را دارد؟

**۸- محصول مورد انتظار پروژه :**

نرم افزار کاربردی پیدا کردن نرخ بهینه حفاری در بستر *BIG DATA* که خروجی این نرم افزار میانگین سرعت حفاری بر حسب متر بر ساعت پیش بینی می کند. در حقیقت هدف اصلی رسیدن به *Software Stack* ای است که در شکل ۱- نمایش داده شده است تا بتوانیم با استفاده از بستر ذکر شده حجم زیادی از داده های عظیم حفاری را پردازش کرده و *ROP* را بر اساس داده های موجود حفاری بدست بیاوریم.

**۹- گزارشات مورد انتظار پروژه :**

- ۱- گزارش نحوه نصب و تنظیم بستر *BIG DATA* جهت انجام مناسب این پروژه
- ۲- گزارش نحوه آنالیز و تحلیل داده های حفاری و ارائه روش مطلوب جهت مدل کردن *ROP*
- ۳- گزارش نحوه طراحی و پیاده سازی نرم افزار کاربردی و امکانات و قابلیت های آن
- ۴- مستند راهنمای پیاده سازی و تنظیمات بستر *BIG DATA* همراه با نرم افزار تجزیه و تحلیل (*Matlab*) و نرم افزار کاربردی (*Application*)
- ۵- مستند تست نرم افزار کاربردی در بستر داده های حجیم و ارائه نتایج مقایسه با داده های واقعی
- ۶- جمع بندی، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات در گزارش نهایی

**۱۰- قلمرو مکانی پروژه :**

نتایج حاصل از این پژوهش در تمام حفاری های چاه های نفت و گاز قابل استفاده خواهد بود

**۱۱- قلمرو زمانی پروژه :**

نتایج حاصل از این پژوهش در چند سال آینده نیز استفاده خواهد شد و محدودیت زمانی ندارد

## ۱۲- قلمرو موضوعی پروژه :

در تمام حفاری های چاه های نفت و گاز

## ۱۳- سوابق پروژه :

تهیه این نرم افزار کاربردی در بستر داده های حجیم، کاری جدید می باشد که با توجه به اینکه می توان در این بستر حجم زیادی از اطلاعات را پردازش و مدیریت نمود به مراتب انتظار نتایج بهتری را داریم. در ادامه سوابقی از مدل سازی نرخ نفوذ مته ذکر شده است.

مدلسازی تحلیلی : استفاده از روابط دینامیک و استاتیک در میان متغیرهای سیستم و پارامتر به منظور توصیف رفتار یک سیستم به شیوه ریاضیات کمی.

مدلسازی عددی : در این روش مدل های خطی و غیرخطی که همگرایی آن ثابت شده است همانند روش نیوتن به داده هایی که از سیستم توسط سنسورهای گوناگون گرفته شده اند به تخمین پارامترهای این روابط پرداخته می شود. مدل سازی از دیدگاه شناسایی سیستم (روش های هوشمند) ، استفاده از روابط استاتیک و دینامیک در میان متغیرهای سیستم به منظور توصیف رفتار یک سیستم به شکل کیفی می باشد. در این روش می توان به روشهای خطی، غیرخطی، دینامیکی، استاتیکی شناسایی سیستم ها اشاره کرد.

$$\frac{dD}{dT} = 60 \times a \left( \frac{W}{dB} \right)^b \times N$$

یکی از اولین رابطه های محاسبه نرخ نفوذ مته، رابطه بینگهام می باشد

$dD/dT =$  penetration rate, ft/hr •

$a =$  formation drillability constant (dimensionless) •

$W =$  weight-on-bit, 1000 lbf •

$dB =$  bit diameter, inches •

$b =$  bit weight exponent (dimensionless) •

$N =$  rotary speed, revolutions/minute (RPM)

یکی دیگر از مدل های تحلیلی که جهت پیش بینی نرخ نفوذ مته تا امروز ارایه شده است، فرمول *Bourgoyne & Young* می باشد. این فرمول بر اساس روابط تجربی و تحلیلی ارایه شده و کاربرد آن برای حفاری با مته های کاج دار می باشد. یکی از معایب اساسی این رابطه عدم توانایی کاربرد آن برای مته های تیغه ثابت می باشد. همچنین این رابطه بر اساس فرضیات زیر استوار است:

- مبنای عمق حفاری ۱۰۰۰۰ فوت و طبقات در این عمق دارای فشار نرمال
- گرادیان فشار سیال سازند ۹ پوند بر گالن
- حفاری در شرایط تعادلی
- مته حفاری جدید و کاملاً نو
- وزن روی مته ۴۰۰۰ پوند بر اینچ و سرعت گردش مته ۱۰۰ دور بر دقیقه
- هیدرولیک حفاری، با مقدار  $IF 1000$

مدل *Tommy and Warren* (۱۹۸۱) که در این مدل نرخ حفاری به دو عبارت نوع مته و خصوصیات سازندی دسته بندی می شوند و نرخ حفاری را به دو پارامتر کننده های تولیدی و کنده زدایی وابسته می داند.

مدل *Tommy and Warren* در سال ۱۹۸۷ برای مته های کاجی بهینه شد که در این مدل نرخ حفاری به دو عبارت نوع مته و خصوصیات سازندی دسته بندی می شوند و نرخ حفاری را به دو پارامتر کننده های تولیدی و کنده زدایی وابسته می داند.

مدل *HARELAND and HOBEROCK* همان مدل *Tommy and Warren* بود که پارامترهای دیگری از جمله تاثیرات انواع فشار های هیدرولیکی و هیدرواستاتیکی و ساییده شدن دندان های مته در آن دیده شد.

مدل سه عبارتی حفاری برای مته های سه کاجی توسط وارن (۱۹۸۷) حساب شده بود و بعد از آن توسط هارلند و هالبروک (۱۹۹۳) اصلاح شده است. این مدل ارتباط *ROP* را با *(WOB)*، سرعت چرخشی، مقاومت سنگ و اندازه مته به صورت منحنی به نمایش می گذارد. ایده اصلی این مدل شرایط حفاری حالت پایدار بوده بدین معنی که نرخ تمیز سازی کنده ها با نرخ تولید آن برابر است. این نشان می دهد که *ROP* توسط فرآیند تولید کنده ها، تمیز سازی کنده و یا ترکیبی از این دو فرآیند کنترل می شود.

#### ۱۴- داده ها و اطلاعات موجود پروژه :

- داشتن اطلاعات روزانه حفاری به فرمت فایل های *Excel* یا بانک اطلاعاتی *SQLSERVER*
- داشتن اطلاعات گل حفاری به فرمت فایل های *Text*

#### ۱۵- مدت زمان مورد نظر انجام پروژه:

۱۲ ماه از تاریخ شروع پروژه

#### ۱۶- ملاحظات :

در مرحله اول باید دید کامل و جامع نسبت به سرعت حفاری و عوامل موثر بر آن بدست آورد. این مساله مستلزم مطالعات گسترده مراجع و مقالات ارایه شده در این زمینه می باشد. همچنین باید به مرور و مطالعه روش های موجود پرداخت. پس از انجام مطالعات باید اقدام به تبیین روابط بین نتایج حاصل نمود تا بتوان به دید کاملتر و صحیح تری دست یافت.

در مرحله دوم باید اقدام به پیاده سازی بستر داده های حجیم پرداخت تا بتوان در این بستر داده های متنوع و با حجم بالا را جهت تجزیه و تحلیل به کار گرفت. در مرحله سوم پس از انجام مطالعات اولیه در زمینه روشهای هوشمند، کاربردها و ویژگیهای هر نوع مدل هوشمند اقدام به انتخاب روش های هوشمند مورد نظر می نماییم. سپس با استفاده از نرم افزارهای تجزیه و تحلیل مانند *MATLAB*، اقدام به نوشتن مدل های مد نظر می نماییم. می توان از مدل های زیر نیز استفاده نماییم:

شبکه های عصبی استاتیک

شبکه های عصبی دینامیک

شبکه های عصبی- فازی

طراحی و پیاده سازی برنامه کاربردی جهت کاربر برای نمایش خروجی و مدیریت پارامترهای ورودی نیز در این مرحله لازم است.

#### ۱۷- مشخصات کارشناس پاسخ گو در اداره پژوهش و توسعه :

علی اکبر نوریان ۸۸۲۰۵۵۸۳

[NOORIAN@ICOFC.IR](mailto:NOORIAN@ICOFC.IR)