

## الزامات پایداری جریان در هر میدان هیدروکربنی

نیاز نیسانی سامانی، مدیریت نظارت نفت و گاز

راهبری روزانه عملیات تولید نیست ولی مبتنی بر دیدگاه و نگرشی متفاوت در پردازش داده‌های روزانه، می‌توان از وقوع احتمالی چنین حوادثی جلوگیری بعمل آورد. چنانچه با دیدگاه مبتنی بر ریسک به آنالیز شرایط پرداخته شود و نقاط بحرانی را شناسایی شود، نتایج مطلوب‌تری خواهد داشت.

ماهیت فعالیت:

از آنجا که این گونه بررسی‌ها بر پایه اطلاعات حجیمی از تولید و عملیات روزانه شکل می‌گیرد، لذا نیاز به توسعه مدل نرم‌افزاری است که موارد ذیل را پوشش دهد:

۱- تضمین پایداری جریان (FA) در مدل‌های متفاوتی می‌تواند توسعه یابد. در هر مدل، رابطه‌ای بین بخش‌های مختلف تحت پایش و اعضای پایش‌گر برقرار می‌شود، به نحوی که داده‌های مورد نظر در زمان‌های معنی‌دار، اندازه‌گیری و در توابع تحلیل‌گر قرار گیرد و بتواند اخطارهای لازم در زمینه عدم پایداری جریان و احتمال بروز مشکلات مربوطه را به متولیان امر بدهد. بدیهی است طراحی و پیاده‌سازی این اقدام از

و لحظه‌ای، از شرایط سیال در گردش اطمینان حاصل شود. ابعاد مختلف این فعالیت به این ترتیب تشریح خواهد شد:

- ۱- لزوم انجام فعالیت
- ۲- ماهیت فعالیت
- ۳- چگونگی انجام کار
- ۴- دامنه کاربرد
- ۵- تیم بررسی و کاربران

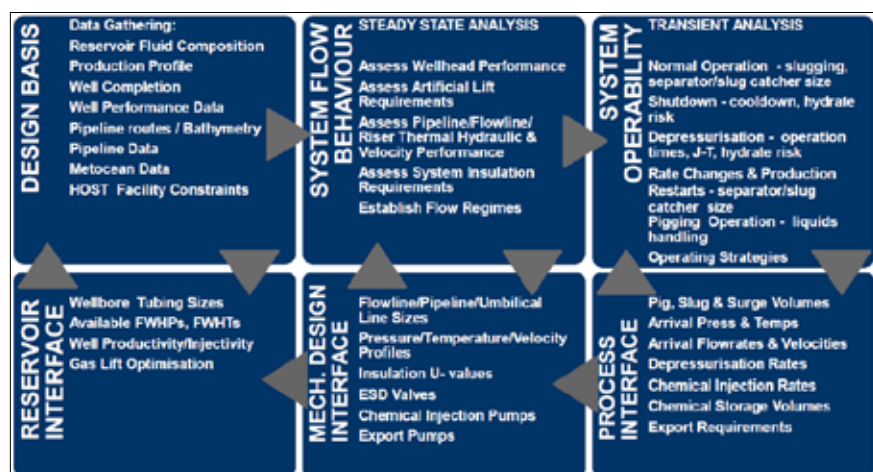
لزوم انجام فعالیت :

با وجود پایش لحظه‌ای جریان در واحدهای عملیاتی، در برخی موارد شاهد پدیده‌هایی مانند تشکیل هیدرات، واکس، آسفالتین و... هستیم که انسداد تجهیزات یا ترکیدگی خطوط لوله فرآیندی را بدنبال خواهد داشت و منجر به قطع یکباره جریان می‌شود. علاوه خسارات مادی و گاهی صدمات جانی نیز دربردارد. این موضوع بیانگر آن است که علاوه بر پایش لحظه‌به‌لحظه‌ای فرآیند، ضروری است عواملی که منجر به تشکیل این رسوبات و یا هرگونه اشکال عملیاتی می‌شود، مطابق دستورالعمل جداگانه‌ای اندازه‌گیری و پایش شوند، که اگرچه جدا از همان احکام

رسالت اصلی شرکت ملی نفت ایران، تولید اقتصادی سیال هیدروکربنی از میادین توسعه یافته و ارسال ۵ محصول اصلی نفت، گاز، مایعات، میعانات و نفتا به مبادی مصرف است که بر این اساس برنامه‌های تولید هر یک از میادین هیدروکربنی تعیین می‌شود. از مهمترین الزامات تحقق برنامه‌های تولید، استقرار شرایط ایمن و پایدار تولید مبتنی بر بهره‌برداری ایمن و پایا در واحدهای عملیاتی است که بر اساس احکام راهبری عملیات مطابق با مدارک فنی و تجربیات حرفه‌ای می‌باشد و براساس شاخص‌های پایش جریان و پارامترهای عملیاتی، بصورت لحظه‌ای و روزانه در واحدهای عملیاتی مربوطه پایش می‌شود.

زنجیره ارزش تولید محصولات مذکور متشکل از مخزن هیدروکربنی، چاه تولیدی، تاسیسات فرآوری، خطوط لوله انتقال، مبادی ذخیره و انتقال است و در هر مرحله، قوانین و مقررات مشخصی جهت انتقال اقتصادی سیال، حاکم است؛ بطوریکه تخطی از آن تهدیدی بر پایداری جریان خواهد بود. لذا ضروری است ضمن شناسایی آن‌ها، ریسک کاهش یا توقف تولید ناشی از مشکلات احتمالی ارزیابی و مدیریت شود. بعبارتی تامین شرایط مطمئن جهت انتقال اقتصادی سیال از مخزن هیدروکربنی به مبادی مصرف تحت عنوان تضمین پایداری جریان<sup>۱</sup> است که ارکان و لایه‌های متعددی دارد و بررسی کلیه جوانبی که پایداری جریان را تحت الشعاع قرار می‌دهد هدف اصلی این پژوهش است.

این فعالیت بمنظور طرح و ارائه مدلی است که با دریافت اطلاعات میدانی هر واحد عملیاتی، شرایط پایداری جریان در هر میدان هیدروکربنی را بررسی می‌نماید تا مبتنی بر پایش‌های روزمره



۱ | ارتباط ماژول‌های الزامات پایداری جریان

■ هیدرولیک: پیش‌بینی‌های ترمودینامیکی با واقعیت عملیات بهره‌برداری کاملاً منطبق نمی‌باشد. عبارتی ترمودینامیک نمی‌تواند به‌تنهایی عملیات بهره‌برداری را تفسیر کند که مغایرت‌ها ناشی از تغییرات هیدرودینامیکی سیال و شرایط خط لوله می‌باشد.

■ تزریق مواد شیمیایی: یکی از مسائلی که

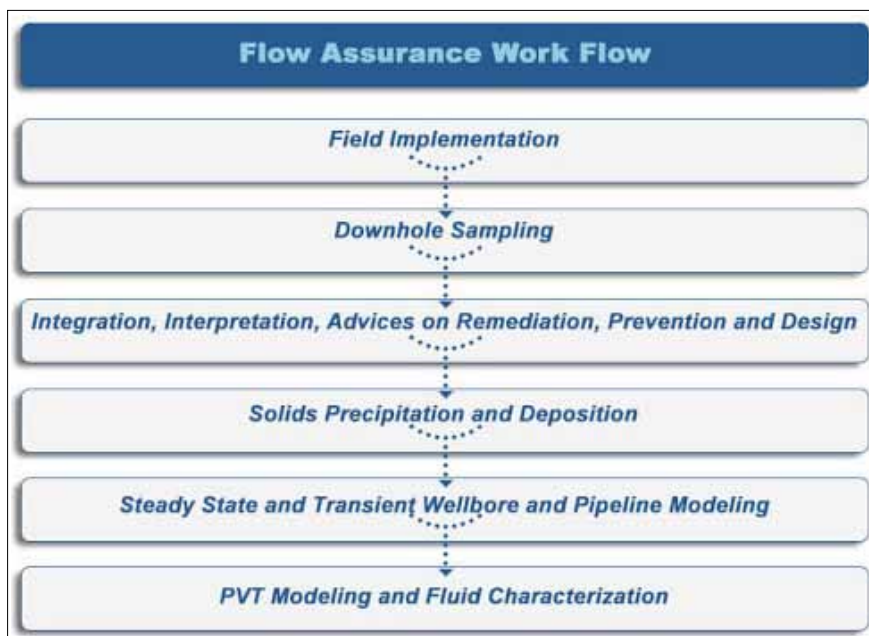
مشکل ارائه نماید. لذا سعی بر آن است که این مدل، هر ۴ مرحله چرخه ذیل را پوشش دهد.

۵- در تمام اهداف مذکور اطلاعاتی در حوزه‌های مختلف ذیل مورد نیاز است:

■ نقش پدیده‌های گرمایی<sup>۱</sup>: شناخت نواحی ریسک تشکیل رسوب نسبت به نمودار فازی سیال بصورت شکل-۳:



شکل ۲ | رویکردهای بررسی الزامات پایداری جریان



شکل ۳ | شماتیک کلی نمودار فازی

حساسیت‌های خاصی برخوردار است. مدل‌های رایج FA معمولاً "دغدغه‌های تشکیل رسوب در خطوط لوله فرآیندی و انتقال" را هدف قرار می‌دهد ولی مدل توسعه یافته وقتی می‌تواند مدل موفق باشد که شرایط مطمئن، قابل کنترل و مورد قبولی<sup>۲</sup> را برای انتقال سیال از مبدا تولید تا محل ارسال فراهم آورد.

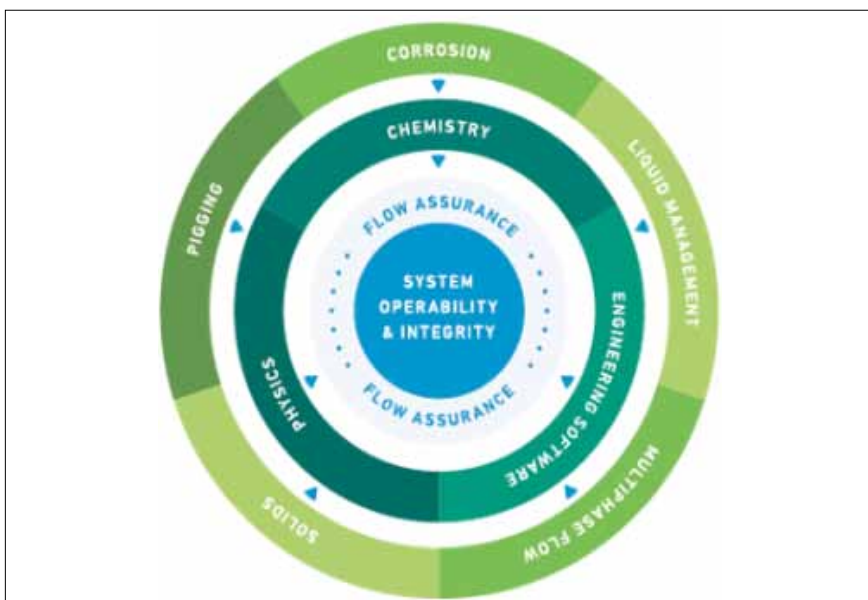
۲- مدل FA در مراحل طراحی و عملیات بهره‌برداری مطرح می‌شود و تمرکز ما در اینجا تعیین الزامات پایداری در موقعیت فرآیندی است اگرچه ممکن است برخی مشکلات ریشه در طراحی داشته باشد که در مورد خاص و مربوطه شناسایی خواهد شد.

۳- FA ابزاری جهت پیش‌کلیه عوامل پایداری جریان جهت حفظ فرآیندها می‌باشد. موضوعی چند منظوره<sup>۴</sup> مبتنی بر حوزه‌های مختلف دانش و قوانین حاکم در حوزه فرآیندی، شیمیایی، مکانیکی و هیدرولیکی بمنظور حفظ تعادل است، مثلاً در بعد مکانیکی مواردی چون ژئومتری و پروفایل خطوط لوله در تغییر رفتار فازی فرآیند موثر است. عوامل مذکور علاوه بر وابستگی‌شان به زمان، به نوعی وابسته به شرایط عملیاتی متفاوت‌اند از جمله راه‌اندازی<sup>۵</sup> و توقف<sup>۶</sup> و حالت‌های گذرا<sup>۷</sup> و پایدار<sup>۸</sup> هر یک از این موارد بصورت ماژول‌هایی از FA مطرح می‌باشد که نه تنها مستقل از هم نیستند، بلکه کاملاً وابسته به هم و درمقاصعی با یکدیگر هم پوشانی نیز دارند که در شکل ۱ قابل ملاحظه است.

۴- مدل‌های FA مبتنی بر پیش‌گویی، پیش‌گیری، پیش یا حل مشکل رسوب (مطابق با شکل-۲) مطرح می‌شوند. مسلماً در صورتی که مدلی، کلیه موارد را پوشش دهد کارآمد و ارزشمندتر است. لذا سعی خواهد شد شاخص‌های تعریف شده به‌نحوی اتخاذ شوند که قابلیت پیش‌گویی داشته و اقدامات پیش‌گیرانه مناسب را لحاظ نمایند. ضمن اینکه با تعریف شاخص‌های قابل قبول وضعیت موجود را پیش‌نموده و راه‌حل‌های لازم را در مواقع رخداد

می‌باشد بطوری که رفع آن‌ها و چگونگی برخورد با این موضوع، جایگاه ویژه‌ای در حوزه FA پیدا کرد. لذا در این فعالیت بر بررسی کلیه موارد مطرح شده متمرکز خواهیم بود و نتایج آن، دامنه وسیعی از مسایل را (مطابق شکل-۵) در حوزه‌های مختلف پوشش خواهد داد. در این پژوهش هر عاملی که به نوعی تعادل فازی هر بخش از فرآیند را مختل نماید، تهدیدی بر پایداری جریان محسوب شده و لازم است راه کار مناسب جهت مقابله با هر یک مشخص شود. این امر وقتی محقق می‌شود که مکانیسم تشکیل و فرآیند شکل‌گیری رسوبات و فازهای مزاحم به خوبی شناخته شده باشد. همان‌طور که می‌دانیم مراحل تشکیل رسوب عبارتند از هسته‌زایی، تشکیل کلوخه‌ها و کریستاله شدن و رشد رسوب. لذا متناسب با هر مرحله، استراتژی

پیش‌بینی‌های ترمودینامیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد مواد شیمیایی تزریق شده در سیال است، زیرا نمودار فازی فقط بر پایه ترکیبات آلی سیال تنظیم می‌شود. تاثیرات ناشی از ماهیت آب سازند و آب موجود در گاز و میزان ترکیبات گوگردی میسر است. ولی تاثیر مواد شیمیایی تزریق شده بر جابجایی نواحی ریسک تشکیل رسوب براحتی مقدور نیست و باعث عدم قطعیت در پیش‌بینی‌های ترمودینامیکی و هیدرولیکی می‌شود. لذا این موضوع باید بر اطلاعات مورد نیاز مدل لحاظ شود. بدین معنی که عوامل ناپایداری مشخص و راه حل مقابله با هر یک نیز تعیین شود. یکی از مهمترین مواردی که باید در نظر گرفته شود استراتژی برخورد با تشکیل هر یک از رسوبات، احتمالی است، از جمله واکس، آسفالتین، هیدرات، لخته‌مایع، امولسیون، محصولات خوردگی و غیره. ۶- بطور کلی این موضوع لایه‌های متعددی دارد و هر لایه بخش‌های متفاوتی را در بر می‌گیرد که بصورت خلاصه مطابق شکل-۴ خلاصه می‌شود: استراتژی‌ای که بر همه موارد مذکور سایه دارد آن است که کلیه موارد مذکور با تفکر مبتنی بر ریسک مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۴ | نمودار استراتژی تعیین الزامات پایداری جریان



شکل ۵ | مشکلات عدم پایداری جریان

موضوع FA اولین بار در اوایل سال ۱۹۹۰ توسط پتروبار مطرح گردید و به بررسی معضلات تشکیل رسوباتی چون واکس و آسفالتین در صنایع نفت و گاز و رابطه آن با حوزه‌های شیمیایی، هیدرولیکی و ترمودینامیکی پرداخته شد. در سال‌های بعد، ماسه و جامدات همراه با سیال تولیدی از چاه که مشکلات عدیده‌ای در پایداری جریان ایجاد می‌کردند نیز مطرح شد و جایگاه راه‌حل مقابله با اینگونه مشکلات را در مباحث FA دانستند. در سال‌های بعد محققین و اپراتورها به این نتیجه رسیدند که عدم پایداری جریان ناشی از تشکیل هرگونه فاز مزاحم از جمله تشکیل لخته‌های مایع<sup>۱</sup>، تشکیل امولسیون، محصولات خوردگی و غیره، منشا عدم انتقال مطمئن سیال تولیدی

- ۲- پارامترهایی که بعنوان شاخص پایداری جریان در محدوده مورد بررسی مطرح می‌باشد، مشخص شود.
- ۳- تابعیت پارامترهای بند ۲ با پارامترهای اندازه‌گیری آنلاین واحدهای عملیاتی مشخص شود.
- ۴- پارامترها بر مبنای ریسک در فرمت ماتریس تهیه شود.
- ۵- اطلاعات ماتریس‌ها به نرم‌افزار تحلیل گر تغذیه شود.

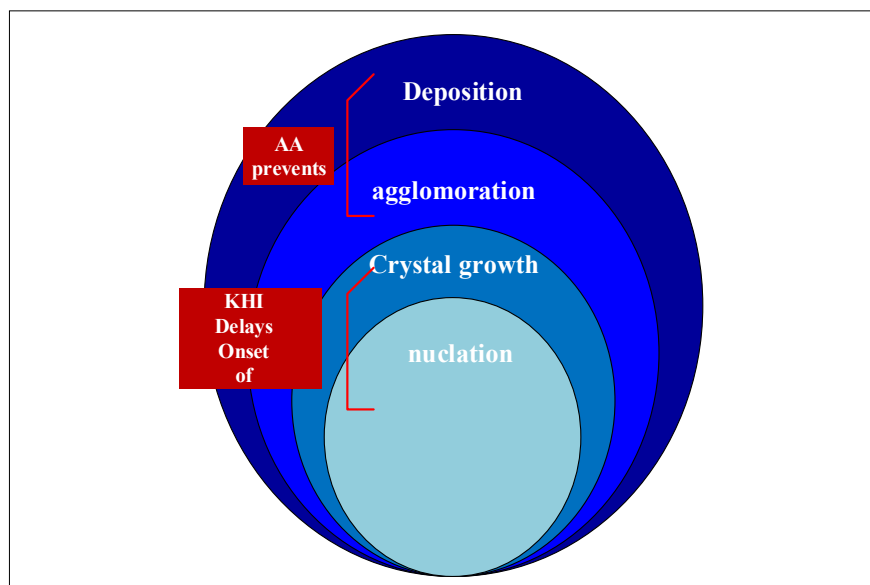
### فعالان و کاربران

بطور خلاصه روش کار بدین ترتیب است که از طریق پردازش یک‌سری پارامترهای اندازه‌گیری شده در زمان مشخص، بستری فراهم می‌شود که تعیین احتمال ایجاد رسوبات، واکس و هر پدیده دیگر را میسر می‌نماید. برهم نهی مسائل متفاوتی اعم از هیدرولیکی و ترمودینامیکی در این استنتاج دخیل می‌باشند که در زمان‌های نرمال، راه‌اندازی و توقف که مبتنی بر همان پارامترهای تحت پایش روزانه عملیاتی، بررسی‌های جداگانه‌ای می‌طلبند. لذا شاخص‌های تعیین شده الزام آور خواهد بود که بصورت ماتریسی در خواهند آمد و خوراک نرم‌افزار <sup>۱۱</sup>BI خواهند شد و پردازش آن‌ها در اتاق دیسپچینگ مدیریت با نرم‌افزار مذکور میسر خواهد شد. ■

لذا در نظر است مدل مورد نظر به نحوی تنظیم گردد که کلیه الزامات فوق را پوشش دهد. چگونگی انجام کار: جهت دستیابی به تحقق اهداف مذکور لازم است مدلی توسعه داده شود که بر اساس داده‌های تغذیه شده، شرایط فرآیند را از ابتدای استخراج از میادین هیدروکربنی تا مبادی ارسال بررسی و اطمینان‌پذیری سیال نسبت به موقعیت آن در فرآیند را ارزیابی کند، لذا ضروری است اقدامات مقتضی به شرح ذیل صورت پذیرد:

۱- محدوده مورد بررسی بعنوان تابع هدف تعیین شود.

مقابله با رسوب‌زدایی متفاوت است. بطوری‌که روش‌های حرارتی و مغناطیسی معمولاً با مرحله شکل‌گیری و هسته‌زایی رسوب مقابله می‌کند و روش‌های تزریق مواد شیمیایی و حلال که بعد از تشکیل رسوب مورد استفاده قرار می‌گیرند. بازدارنده‌های ترمودینامیکی هیدرات با تعویق نقطه هیدرات از تشکیل آن در شرایط فرآیندی جلوگیری می‌نمایند و بازدارنده‌های سینتیکی هیدرات با مداخله در هسته‌زایی و برخی مداخله در کلوخه‌شدن از تشکیل هیدرات ممانعت می‌کنند. شکل- ۶ شماتیک توصیفی این بیان است.



شکل ۶ | چگونگی مداخله یک ماده شیمیایی (LDHI) در مراحل تشکیل رسوب (هیدرات)

### پانویس‌ها

1. FA: Flow Assurance
2. piping & pipe line
3. reliable, manageable and profitable
4. multi task
5. startup
6. shutdown
7. transient
8. steady state
9. Thermal
10. slugging
11. Business Intelligence

### منابع

- [1]. Flow assurance consideration in subsea production system, API17 TR14,1th, 2015
- [2]. Integrated approach to Flow assurance & transportation ,IFJ.Nash.ltd PM Roberts
- [3]. Flow assurance benchmarking; slugging, hydrate and wax formation assessment of an offshore oil field, university of Aberdeen, chima clement, API 2015
- [4]. Flow assurance solid in oil and gas production Taylor & Francies group, http://taylor and fancies .com
- [5]. Shell Nigeria exploration and production co,ltd Bonga FPSO,vol2,OPRM-2003-2020D