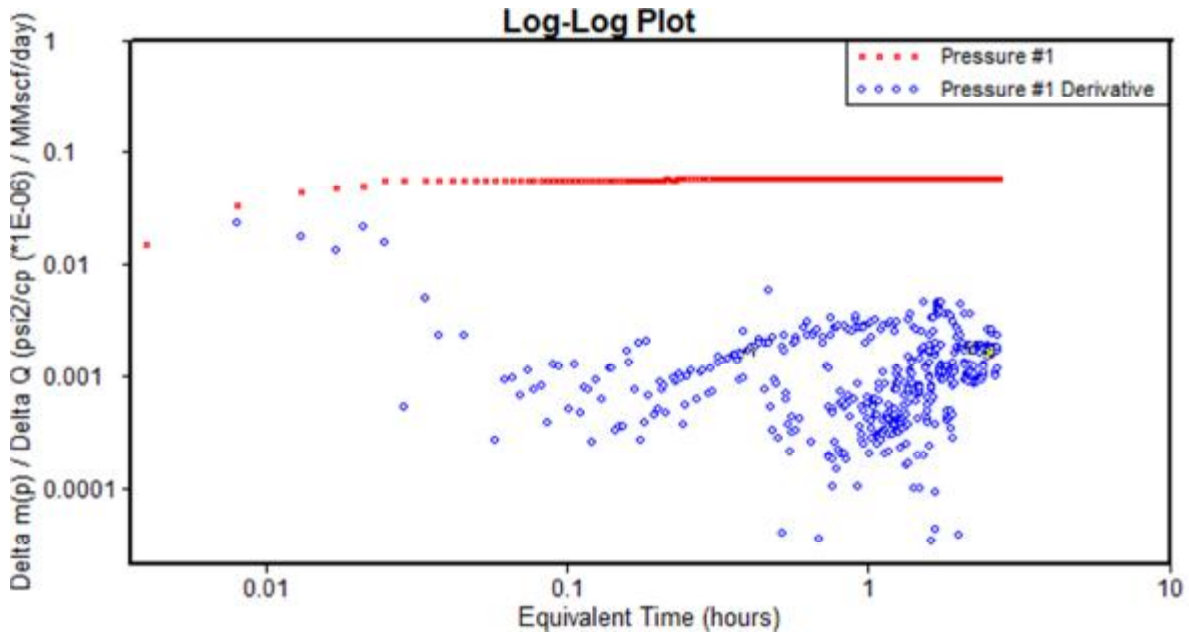
1. چاه‌آزمایی مخازن گاز میعانی

عملیات چاه‌آزمایی مخازن گاز میعانی یکی از مسائل پیچیده در مهندسی مخزن است. انجام این عملیات نیازمند دقت در نمونه‌گیری و آنالیز آزمایشگاهی خاص خود بوده و در صورت عدم رعایت این موارد، نتایج به دست آمده غیر قابل تفسیر خواهند بود.

دلیل این پیچیدگی چاه‌آزمایی مخازن گاز میعانی را می‌توان مربوط به تغییرات فازی، باقی ماندن میعانات در تخلخل‌های ریزتر، جریان دوفازی گاز و مایع، توزیع مجدد فازی درون و حول چاه و در نهایت تبخیر دوباره‌ی میعانات به داخل فاز گاز دانست. در چنین شرایطی مشاهده شده که نمودار مشتقِ فشار برحسب زمان در مخازن گاز میعانی پس از گذار از نقطه‌ی شبنم به صورت پراکنده در آمده و قابل تفسیر نیست. اکنون با در نظر گرفتن این شرایط باید دلیل دقیق این پدیده را درک نمود و اصلاحات مناسب را برای کاربردی شدن این داده‌ها یافت و یا در صورت لزوم تکنیک مناسبی برای انجام عملیات چاه‌آزمایی بر مخازن گاز میعانی طراحی نمود.

تدبیراتی که در این راستا بایستی انجام شود معمولا ارائه روابط ریاضیست که فشار مجازیِ مناسب را برای گازمیعانی مورد نظر با در نظر گرفتن خواص ژئولوژیکی و پتروفیزیکی سازند و خواص *PVT* و معادلات حالت (EOS) سیال تعریف نماید. در شکل زیر نمودار لگاریتمی فشار مجازی بر حسب زمان در آزمون افت فشار (draw down) برای یکی از مخازن گاز میعانی ایران نشان داده شده که دارای مشکلاتیست که در بالا ذکر شد.



2. افزایش برداشت از مخازن گاز میعانی

تاکنون از روش‌های بسیاری برای افزایش تولید از مخازن گاز میعانی استفاده شده اما به طور کلی می‌توان تمام این روش‌ها را در دو گروه جای داد:

1) روش‌های حفظ کننده‌ی فشار یا جلوگیری کننده از افت فشار شدید
2) ایجاد تغییرات شیمیایی در سیالات مخزن جهت بهسازی مکانیزم‌های تولید بر اثر نیروهای مویین

همچنین بسیاری از روش‌های مورد استفاده، هر دو منظور فوق را تحقق بخشیده و همزمان ضمن حفظ فشار مخزن (یا جلوگیری از افت شدید فشار) خواص شیمیایی – فیزیکی مخزن را نیز تغییر می‌دهند. از جمله‌ی این روش‌ها می‌توان تزریق امتزاجی انواع گازها (CO_2 ، CH_4 و غیره) و روش‌های *WAG* را نام برد. از روش‌های دیگری که برای حفظ فشار مخزن به کار می‌رود می‌توان به تزریق غیر امتزاجی و تزریق آب به داخل لایه‌ی آبده مخزن (در صورت وجود سفره‌ی آبی فعال) اشاره نمود.

همچنین روش‌های شیمیایی نیز در آزمایشات و تجربیات آزمایشگاهی نتایجی بسیار مطلوب نشان داده. در این تحقیقات نمک‌های مختلف، *surfactant*ها، *alkaline*ها و یا تزریق همزمان این مواد در شرایط مختلف مخزن و سیال موجود بررسی شده و تاثیر آنها بر کشش بین سطحی فازها، ترشوندگی، نیروهای بین مولکولی و به طور کلی پارامترهای موثر در تولید (مخصوصا انسداد میعانی) مورد مطالعه قرار گرفته.

3. جابجایی ذرات جامد در محیط متخلخل

مسئله‌ی مهمی که چندیست ذهن مهندسین مخزن را به خود معطوف نموده، تحرک و مهاجرت ذرات جامد ریز در محیط متخلخل است (fines migration). این ذرات جامد می‌توانند ذرات آسفالتین یا سایر هیدروکربن‌های جامد باشند. اما در اینجا منظور ما ذرات سنگ موجود در تخلخل‌هاست که در زمان جریان یافتن سیالات درون مخزن از سطح سنگ جدا شده و در طول بستر مخزن مهاجرت می‌نماید. پس از اینکه این ذرات از مکان اصلی خود جدا شوند، در جایی دیگر نهشته شده یا در یک گلوگاه گیر می‌نمایند که در هر دو حالت موجب افت تخلخل و تراوایی می‌شود.

عواملی که برای شناسایی و اندازه‌گیری مقادیر این پدیده باید در نظر داشت، شامل سه مورد زیر است:

1) نیروی بین سطح ذرات جامد و سطح سنگ
2) نرخ جریان عبوری از تخلخل‌ها (تزریقی و تولیدی)
3) نوع سیال عبوری از تخلخل‌ها (تزریقی و تولیدی)

در واقع ارزیابی این پدیده بر پایه‌ی محاسبه‌ی نیروهای مختلفی است که بر یک ذره‌ی جامد وارد می‌شود. به غیر از گرانش، سه نیروی زیر بر ذرات مورد بحث وارد می‌شود:

1) نیروهای بین مولکولی و بین ذره‌ای
2) نیروی بویانسی
3) نیروی کششی

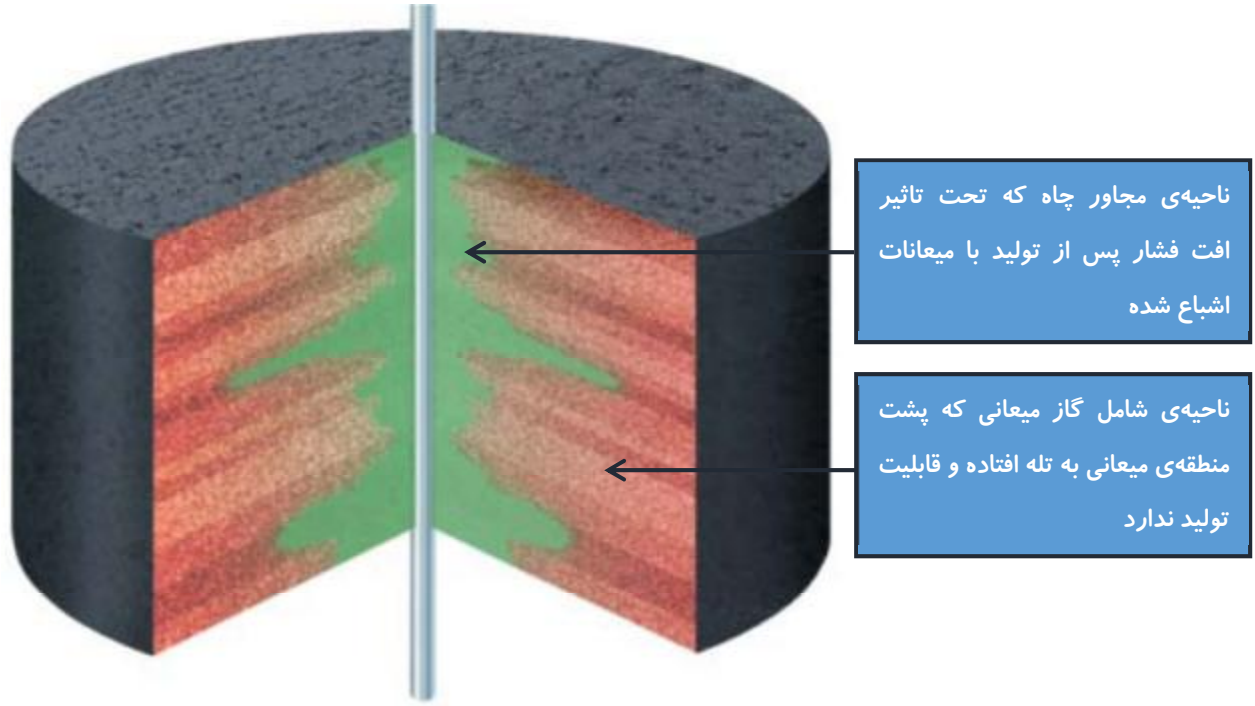
عوامل مختلفی بر نیروهای بالا تاثیر گذارند که می‌توان با کنترل آنها پدیده‌ی رایج مهاجرت ذرات ریز را، که تقریبا در تمام مخازن اتفاق می‌افتد، کنترل نمود و آسیب‌های ناشی از آن را، که معمولا برگشت‌ناپذیرند، به حداقل رساند.

4. انسداد میعانی (Condensate Blocking)

پس از گذار از فشار شبنم (dew point) ضمن تولید از مخازن گاز میعانی ، در نواحی مجاور چاه یک منطقه‌ی انباشت مایع تشکیل می‌شود. این میعانات تشکیل شده مشکلات بسیاری را موجب می‌شوند که از جمله‌ی آنها تاثیر منفی بر تولید و بهره‌وری مخزن است. در واقع این تاثیر مخرب میعانات به خاطر تمایل ترشوندگی سنگ مخزن با مایعات بوده که باعث می‌شود محیط متخلخل توسط این فاز مسدود شود.

این تاثیر منفی به قدری مخرب بوده که در کنار سایر آسیب‌های وارده به مخزن مانند تاثیر پوسته و فیلتراسیون عمق بستر و دیواره‌ی چاه، مقدار آن بایستی در محاسبات در نظر گرفته شود.

تحقیقات انجام شده بر روی این مسئله نشان داده که می‌توان روش‌هایی را به کار برد تا مسیر را برای عبور گاز، باز نمود. بهترین راه برای نیل به این هدف کاهش فشار موبینگی است که دو روش برای انجام آن پیشنهاد می‌شود: کاهش تمایل برای تر شدن با مایع و تزریق امتزاجی گاز برای کاهش کشش بین سطحی گاز و میعانات این هر دو مورد مکانیزیم منجر به کاهش فشار موبینگی می‌شوند. اینگونه مطالعات نیازمند شناخت و ارزیابی رفتار گاز و میعانات و خواص پتروفیزیکی مخزن است تا بتوان با توجه به آنها ترکیبات شیمیایی یا گاز تزریقی لازم در مخازن را انتخاب نمود.



5. مدل‌سازی جریان در مخازن گاز میعانی

عواملی وجود دارند که موجب می‌شوند شبیه‌سازی و مدل نمودن مخازن گاز میعانی از سایر مخازن پیچیده‌تر شده و متمایز گردد. پس از شروع تولید و افت فشار، مخزن از نظر فازهای موجود به چند ناحیه تقسیم شده و در مدل‌سازی بایستی که این مناطق را تعریف نمود. جریان غیر دارسی در نرخ جریان بالای چاه و اثرات مقدار پوسته‌ی متغیر از مواردی است که در مخازن گاز میعانی برجسته‌تر می‌شوند. تاکنون تعدادی روش به این هدف استفاده شده‌اند که هر کدام مزایای خود را داشته و برای موقعیت، ترکیبات و شرایط تولید خاصی مناسب می‌باشند.

با شبیه‌سازی مخازن گازمیعانی می‌توان تغییرات ترکیبی و نوع جریان را، مخصوصا در نواحی اطراف چاه، پیش‌بینی و ارزیابی نمود و با استفاده از آن در راستای افزایش نرخ تولید گاز و کاهش میعانات تشکیل شده، که موجب انسداد میعانی و بسیاری مشکلات دیگر می‌شود، اقدام نمود.

6. پتانسیل زتا (ζ)، رویکردی نوین در مهندسی نفت

اخیرا تمایل برای بررسی رفتار سیالات مخزن، تعاملات آنها با یکدیگر و همچنین رفتار آنها در کنار سنگ مخزن، از طریق بررسی نیروهای بین مولکولی افزایش یافته. با استفاده از این رویکرد می‌توان رفتار و عملکرد سیالات مخزن را به صورت جزئی ارزیابی نمود و این کنش‌ها را به مقیاس‌ها و محیط‌های مختلف در آزمایشگاه و مخزن تعمیم داد. در ضمن به دلیل جزئی‌نگری و بررسی مولکولی رفتارها در این گونه تحقیقات، دقت نتایج بالا رفته و درصد ریسک بهره‌دهی عملیات‌هایی که بواسطه‌ی این آزمایشات تایید شده، نسبت به سایر روش‌های آزمایشگاهی و شبیه‌سازی که تقریبات و پیش‌فرض‌های بسیاری را در بر می‌گیرند، بسیار کمتر خواهد بود.

برای نیل به این منظور و بررسی نیروهای بین مولکولی کمیتی به نام پتانسیل زتا، ζ، تعریف شده است. با این اوصاف، بحث در مورد پتانسیل زتا همان بررسی نیروهای بین مولکولی بوده که با استفاده از آن و روابط ریاضی مربوطه می‌توان به بسیاری رفتارهای مواد پی برد.

هم‌اکنون دیری نیست که مهندسین نفت دریافته‌اند که می‌توانند با کمک کمیت فوق‌الذکر بسیاری از رفتارهای مایعات و گازهای درون محیط متخلخل بررسی نموده و از آن برای کنترل کنش و واکنش‌های داخل مخزن، رفتار ترشوندگی سنگ، کشش بین سطحی مایعات و گازها، بهینه‌سازی تولید و بازدهی عملیات‌های افزایش برداشت و بهسازی عملیات حفاری استفاده نمود. شایان ذکر است که این دیدگاه، افزایش دهنده‌ی دقت آزمایشات و عملیات‌ها بوده، طبیعت و ماهیت رفتار مواد را آشکار می‌نماید و کاربردی بسیار وسیع در تمام زمینه‌هایی که به نحوی یک سیال نقشی در آن داشته باشد، دارد. این موارد از جمله دلایلی است که باعث افزایش تمایل به اینگونه تحقیقات شده است و ما را بر آن می‌دارد که برای بهسازی و کاهش هزینه‌های آزمایشگاهی و عملیاتی در این راستا تلاش نماییم.