

امکان سنجی استفاده از میکرو ارگانیسرها در مخازن نفت سنگین ایران (ازدیاد برداشت میکروبی)

محمد رضا عادل زاده،

دانشجوی دکتری رشته مهندسی شیمی - دانشگاه صنعتی شریف - کارمند مناطق نفتخیز جنوب

مقدمه:

وجود جریانی تازه را بیان کرد که پس از خروج گاز، برای حذف آب زاید تولیدی پالایشگاهها و واحدهای نفتی استفاده کرد. در سال ۱۹۹۰ صدها پروژه در هزاران چاه در مخازن نفتی دنیا به اجرا درآمد و چندین مقاله در این زمینه در انجمن مهندسان نفت SPE منتشر شد.

باکتریایی که به صورت طبیعی در مخازن نفتی وجود دارند و نیز گونه ای از باکتریها که همراه با آب تزریقی در مخزن تزریق می نمودند، مواد معدنی و میکرو ارگانسیم ها را در داخل مخزن رشد داده و میکرو ارگانسیمها مواد مغذی موجود را به عنوان منبع غذایی خود جذب کرده، سپس محصولاتی از قبیل الکلها، گازها، پلیمرها و مواد کاهنده کشش سطحی (SURFACTANT) که همگی غیر سمی و طبیعی هستند تولید می کنند. این محصولات جانبی (BY-PRODUCT) با انجام فرآیندهای متابولیکی، سبب ایجاد یک سری تغییرات مطلوب در خواص فیزیکی و شیمیایی نفت خام شده و بهبود قابل توجهی را در خواص سنگ مخزن سبب می شوند؛ در نتیجه میزان دبی تولیدی و راندمان جابجایی را افزایش می دهند.

در مجموع، مکانیزمهای حاکم بر فرآیند MEOR را می توان به شرح زیر دسته بندی کرد.

۱- میکروبهها نفت را به اسیدهای سبک آلی و اسیدهای چرب، اکسیده کرده و اسیدها ینگهای کربناتی و مواد معدنی سولفات را در خود حل کرده و میزان نفوذپذیری و تخلخل مخزن را بالا می برند.

۲- گازهای مختلفی همچون CH_4 ، N_2 ، CO_2 از بتاکسید شدن اسید چرب و حل شدن در سیالات مخزن تولید شده که

ذخایر عظیم مخازن نفت سنگین در کشورمان، ضرورت استحصال آن و مشکلات تولید این نوع نفت توجهی ویژه به روشهای مناسب برای تولید نفتهای سنگین را ضروری می سازد، استفاده از روش

ENHANCED OIL RECOVERY (MEOR) MICROBIAL در مخازن نفت های سنگین، یکی از روشهای نوین برای افزایش تولید این گونه مخازن است. فرآیندهای MEOR به کلیه فرآیندهایی اطلاق می شود که در آنها با استفاده از تواناییهای میکرو ارگانسیمهای خاص تزریق شده که قادر به تحمل شرایط ویژه مخازن باشند. همراه با مواد مغذی مورد نیاز به داخل مخزن به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم از طریق تولید و استفاده از محصولات بیولوژیکی ویژه بازدهی مخزن در تولید محصولات نفتی افزایش می یابد.

بعد از تولید اولیه مخزن، مقدار زیادی از حجم نفت در مخزن باقی می ماند و با انرژی طبیعی مخزن تخلیه نمی شود. در خلال تولید نفت، تزریق آب و گاز اغلب برای بازیافت ثانویه نفت استفاده می شود. اما با این وجود پس از تولید نفت اولیه و ثانویه بیش از ۵۰ درصد از نفت موجود در مخزن باقی می ماند.

پیدایش نظریه استفاده از میکرو ارگانسیم ها برای ازدیاد برداشت نفت به سال ۱۹۱۳ بر می گردد وقتی که J.B.DAVIS برای اولین بار درباره استفاده از میکروبهها در صنعت نفت در کتابش به نام میکروبیولوژی نفت اشاره کرد. سپس در سال ۱۹۲۶ دانشمندی انگلیسی به نام بکهام توری

اثرات فلزی را از گلوگاههای خلل و فرج سنگ خارج کرده و به افزایش تخلخل و نفوذپذیری سنگ کمک می کنند.

اثرات ترکیبی

محصولات جانبی کاهنده کشش سطحی، حلالها و اسیدها، کشش سطحی بین نفت / سنگین و نفت / آب را کاهش داده و جریان نفت را روانتر می کنند.

محصولات جانبی کاهنده کشش سطحی، سبب افزایش ترشوندگی سنگ به سمت سیستم آب دوست (WATER WET) شده که این امر کشش موینگی بین نفت آب و سنگ را کاهش داده و سبب آزادسازی نفت محبوس شده در حفره ها می گردد.

میکرو ارگانیسرها می توانند فضاهایی را در میان خلل فرج تصاحب کنند که مواد دیگر در بازیافت ثانویه (آب، بخار یا یک عامل شیمیایی دیگر) نمی توانند اشغال کنند. این به فشار تزریق برای جابجایی در سنگ مخزن بستگی دارد.

تحرك پذیری نفت به صورت نسبت نفوذپذیری به ویسکوزیته نفت تعریف می شود. مقدار بزرگتر این کسر به معنی افزایش تحرك پذیری نفت است. با MEOR، هم نفوذپذیری افزایش می یابد و هم ویسکوزیته کاهش می یابد. همانطور که در صنعت مشهور است باروشهای اولیه ازدیاد برداشت، مقدار ۳۰ - ۳۵ درصد نفت اولیه در جای مخزن قابل برداشت است. روشهای ثانویه ازدیاد برداشت و نیز روشهای ثالثیه که در اثر موارد هزینه های هنگفتی را شامل می شوند می توانند مقدار ۲۵ - ۱۵ درصد دیگر نفت اولیه در

جای مخزن را تخلیه کنند. یعنی ۵۰ - ۵۵ درصد و حتی ۶۰ درصد نفت، با اعمال این روشها حدود نیمی از نفت اولیه در جای مخزن قابل پرداخت است.

روش MEOR، می تواند بیشتر از ۸۰ - ۸۵ درصد نفت اولیه در جای مخزن را تخلیه کند، با در نظر گرفتن این نکته که دبی تولیدی بالاتر و طول عمر بیشتر مخزن را نیز در پی دارند.

* معیارهای گزینش مخازن برای انجام فرآیند ازدیاد برداشت میکروبی

- درجه حرارت بین ۱۵۰ تا ۲۴۰ درجه فارنهایت
- فشار، کمتر از 200 PSI هزار
- تخلخل سنگ، در حدی باشد که میکرو ارگانیسرها بتوانند از بین آنها عبور کنند.

- درصد آب و رسوبات، کمتر از ۶۰ درصد
نوع هیدروکربنهای مخزنی و ناخالصیهای غیرآلی، در تعیین نوع مواد مغذی مورد استفاده برای رشد و نمو میکرو

راندمان جابجایی را افزایش می دهند و تا حدودی افت فشار مخزن را حیران می کنند.

۳- خواص ترشوندگی سیستم تغییر کرده که این امر باعث می شود هیدروکربنهای به دام افتاده در حفره های مخزن در اثر تغییر نیروی موینگی رها شوند.

هم اکنون فرآیند MEOR در آمریکا، کانادا، مکزیک، چین، استرالیا، روسیه، رومانی، ونزوئلا، ترینیداد، لهستان، بلغارستان و بسیاری از کشورها استفاده می شود.

تغییرات در نفت خام

گازهایی که به وسیله میکرو ارگانیسرها ایجاد می گردند به سرعت درون نفت خام محلول گردیده و مکانیسم رانش گاز محلول را فعال می سازند.

گازها، حلالها و اسیدهای چرب سبب کاهش در ویسکوزیته و نقطه ریزش نفت خام شده و یک افزایش در API با چگال ویژه نفت را باعث می شوند. این تغییرات باعث روانتر شدن جریان نفت می شوند.

جدول زیر یک نمونه عملی از به کارگیری میکرو ارگانیسرها را قبل و بعد از فعالیت آنزیمها در یکی از چاههای MARACAIBO در ونزوئلا نمایش می دهد:

| نوع نفت | قبل از فعالیت باکتریها | | بعد از فعالیت باکتریها | |
|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| | API | CPS ویسکوزیته | API | CPS ویسکوزیته |
| نفت خام متوسط | ۲۰ | ۲۹۵ | ۲۵ | ۲۰۰ |
| نفت خام متوسط | ۱۷ | ۱۲۰۰ | ۲۰ | ۱۲۰۰ |
| نفت سنگین | ۱۲ | ۹۳۰۰ | ۱۹ | ۲۴۰۰ |
| نفت سنگین | ۱۱ | ۲۵۶۰۰ | ۱۸ | ۷۵۰۰ |

نفت سنگین

بعضی از میکرو ارگانیسرها سولفات خوار هستند و فعالیت SRB را (که به طور طبیعی در مخازن به وجود می آید و سبب خوردگی در قسمتهای فلزی و تولید گاز سولفید هیدروژن می شوند و متعاقب آن سولفید هیدروژن با آهن ترکیب گشته و سبب تولید رسوب سولفید آهن می گردد) کاهش می دهند.

تغییرات در سنگ مخزن

مواد کاهنده کشش سطحی، حلالها و اسیدها باعث تمیزسازی خلل و فرج از واکنشهای پارافینی و رسوبات سنگین نفتی شده و در نتیجه سبب بهبود تخلخل و نفوذپذیری می گردند.

پلیمرهای بیولوژیک و توده سلولی منجر به کنترل حرکت از طریق مسدود کردن مناطق با نفوذپذیری بالا شده و راندمان جارویی را بالا می برند.

اسیدها، حلالها، الکلهای و مواد کاهنده کشش سطحی،

رسوب دهی و خوردگی هستند.

* برآورد اقتصادی

- هزینه اولیه اجرایی این فرآیند به طور قابل ملاحظه ای، کمتر از فرآیند سیلابزنی آب و سایر فرآیندهای تزریق دیگر همچون تزریق نفت یا بخار داغ، تزریق یک ماده شیمیایی است و تنها کسری از هزینه های عملیات متداول شکاف هیدرولیکی یا شکاف به وسیله اسید است.

- هزینه های UP-FLOW این فرآیند در حد صفر یا مینیمم است.

- از آنجا که این فرآیند هم دبی تولیدی و هم طول عمر چاه یا مخزن را افزایش می دهد درآمدی که از این طریق عاید می گردد به مراتب بیشتر از درآمدی خواهد بود که از طریق روشهای بازیابی ثانویه به دست می آید.

- به کرات مشاهده شده که وقتی این فرآیند در یک چاه اعمال می گردد اثر عملکرد آن در چاههای مجاور و حتی در کل مخزن دیده می شود.

جمع بندی

پیش بینی می شود طی سالهای آینده، مجموع تولید روزانه نفت در مناطق خشکی و دریایی ایران به میزانی قابل توجه کاهش یابد. طبق بررسیهای انجام شده، متوسط سرعت کاهش تولید طبیعی از مخازن مناطق خشکی معادل نه تا ۱۱ درصد در سال است.

یعنی برای حفظ سطح تولید فعلی، سالانه معادل نه تا ۱۱ درصد به تعداد چاههای تولید نفت افزوده شود که هزینه بسیار زیادی را می طلبد.

توصیه می شود از هم اکنون مطالعه و برنامه ریزی مناسب برای دستیابی به ذخایر جدید و آشنایی با فناوری های پیشرفته انجام شود تا در زمان مقتضی بتوان از آنها استفاده کرد.

ارگانسیم ها تأثیر گذار است.

پروژه هایی که در مخازن ماسه و کربناته به اجرا درآمده اند نشان می دهند که نوع سنگ، فاکتور تعیین کننده ای در افزایش دبی بازیابی یا افزایش بازیابی کل نیست.

MEOR در یک چاه، سیستم چند حلقه چاه، کل مخزن، چاههای با سیستم فراآوری گاز، چاههای مجهز به پمپ درون چاهی و چاههای تزریق گاز قابل کاربرد است.

* جهت حصول اطمینان از کسب بهترین نتایج

ممکن از یک فرآیند MEOR، شرایط زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- تجزیه آزمایشگاههای نفت خام جهت تعیین خصوصیات فیزیکی، ترمودینامیکی و زمین شناسی مخزن

- مطالعه مهندسی مخازن

- انتخاب سازگارترین گونه های میکروبی منطبق با شرایط فیزیکی و شیمیایی مخزن

- مطالعه چگونگی تزریق گونه های میکروبی در مخزن و عملیاتی کردن آن

گرچه فرآیند MEOR قابل کاربرد در هر چاه یا مخزنی است اما باید به این نکته توجه شود که بهترین چاهها می توانند کاندید مناسبی جهت این فرآیند باشند که حدود دما و فشار در آنها رعایت گردد. همچنین تایخچه تولید چاه با مخزن و شرایط مکانیکی چاه جهت این فرآیند در نظر گرفته شود.

* عملکرد نتایج

- از سال ۱۹۹۳ شرکتی به نام BACC.ATECH - MICROBES.MICRO میکرو ارگانسیم ها و محصولات بیولوژیکی خود را در بیش از ۲۵۰۰ چاه در دریاچه MARACAIBO ونزوئلا و ۱۰۰۰ حلقه چاه در آمریکا تزریق کرده اند.

- عملیات تزریق می تواند از طریق لوله مغزی، از طریق دالیز، از طریق یک چاه تزریقی و در اکثر موارد نیز از طریق وسایل نصب شده موجود صورت پذیرد.

- بعد از تزریق، جهت حصول اطمینان از کسب حداکثر بازدهی و پراکنده شدن میکرو ارگانسیمها در سطح وسیعی از مخزن، چاه به مدت هفت الی نه روز بسته می شود.

- ۸۶ درصد از چاههایی که مورد عملیات تزریق قرار گرفته اند افزایشی قابل ملاحظه در دبی تولیدی و کاهش میزان تولید آب همراه داشته اند. از حداکثر ۸۰ درصد تا حداقل ۳۰ درصد افزایش در میزان تولید و حدوداً بازیابی کل به میزان ۸۰ درصد حجم نفت اولیه در جا.

- محصولات بیولوژیکی این شرکتها دارای قابلیت هایی مختلف مانند افزایش تولید نفت، کاهش هزینه های عملیاتی، کنترل مشکل رسوب پارافین، کاهش گرانیوی، ممانعت از