



تحوالات بین المللی صنایع بالادستی

سال ششم، شماره سی و دوم (بهمن و اسفند ۱۳۹۲)

- برگزاری هشتمین اجلاس شرکتهای ملی نفت جهان در کلمبیا
- ابزار جدید نقشهبرداری تحولی در تعیین موقعیت چاههای گازی و نفتی
- پروژههای ازدیاد برداشت با استفاده از دی اکسید کربن در مناطق دریائی
- فعالیتهای پژوهشی دانشکده مهندسی نفت شعبه دانشگاه تگزاس A&M در قطر
- ارائه نسخه جدید نرم افزار همسن راسل با هدف مطالعه مخازن نامتداول
- نسل جدید تکنولوژیهای ازدیاد برداشت با استفاده از دی اکسید کربن
- دستگاه ویبراتور با پهنای باند وسیع با نام نوماد ۶۵ نئو

مدیریت پژوهش و فناوری
پژوهشکده ازدیاد برداشت

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شرکت ملی نفت ایران

بولتن تحولات بین المللی صنایع بالا دستی

هدف از انتشار بولتن: ارائه آخرین تحولات بالادستی در رشته‌های اکتشاف، تولید، حفاری، زمین‌شناسی، نرم‌افزاری و ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز، اطلاع رسانی از وضعیت مطالعات و تحقیقات و فعالیتهای جدید در سطح دنیا و عرضه اینگونه تحولات و مطالعات و تحقیقات به مسئولین و دست‌اندرکاران در صنعت نفت و گاز کشور.

استفاده از مطالب بولتن با ذکر منبع بلامانع است. نسخه الکترونیکی بولتن در سایت مدیریت پژوهش و فناوری قابل رؤیت است.

مطالبی که در این بولتن درج می‌شود الزاماً بیانگر نقطه نظرات مدیریت پژوهش و فناوری و پژوهشکده ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز نمی‌باشد.

مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی نفت ایران
و پژوهشکده ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
برگزاری هشتمین اجلاس شرکتهای ملی نفت جهان در کلمبیا.....	۱
ابزار جدید نقشهبرداری تحولی در تعیین موقعیت چاههای گازی و نفتی.....	۲
پروژههای ازدیاد برداشت با استفاده از دی اکسید کربن در مناطق دریائی.....	۳
فعالیت‌های پژوهشی دانشکده مهندسی نفت شعبه دانشگاه تگزاس A&M در قطر.....	۵
ارائه‌ی نسخه‌ی جدید نرم‌افزار همسن راسل با هدف مطالعه‌ی مخازن نامتداول.....	۶
نسل جدید تکنولوژی‌های ازدیاد برداشت با استفاده از دی اکسید کربن.....	۷
دستگاه ویبراتور با پهنای باند وسیع با نام نوماد ۶۵ نئو.....	۸

هشتمین گردهمایی شرکتهای ملی نفت جهان، از تاریخ ۱۵ لغایت ۱۷ فروردین ۱۳۹۳ در شهر کارتاچنا (کلمبیا) برگزار گردید که در آن مدیران عامل شرکتها حضور بهم رسانده و در مورد منابع هیدروکربنی جهان و چالشهای مربوطه به بحث و گفتگو پرداختند. این رویداد ۱۸-۲۴ ماه یکبار برگزار می‌گردد. اولین برنامه این اجلاس در سال ۲۰۰۱ در کشور الجزایر برگزار شده و نهمین دوره آن نیز در کشور آرژانتین برگزار خواهد شد. لازم به ذکر است کشورهای شرکت‌کننده در این اجلاس ۸۰٪ کل منابع گاز، ۶۸٪ نفت و ۴۴٪ منابع آبهای عمیق دنیا را به خود اختصاص داده‌اند. قسمت عمده این رویداد، به تبادل نظر مدیران عامل اختصاص یافت که در قالب نشستهای تخصصی، طی دو روز برگزاری اجلاس، انجام گردید.

نخستین روز اجلاس، با سخنرانی آقای خاویر گوتیرز رئیس شرکت ملی نفت کلمبیا (Ecopetrol) آغاز گردید که طی آن ایشان اطلاعاتی چند در رابطه با صنعت نفت و گاز کشور کلمبیا ارائه کرده و اعلام نمود که این شرکت در حوزه نفت و گاز قاره آمریکای جنوبی، مرتبه چهارم را دارا بوده و در سال ۲۰۱۳ روزانه یک میلیون بشکه نفت تولید داشته است. لازم به ذکر است که ذخایر نفتی کشور کلمبیا بالغ بر ۱.۵ تریلیون بشکه می‌باشد و این شرکت قصد دارد بهره‌برداری و تولید از مخازن نفت سنگین را افزایش داده و با بکارگیری روش‌های ازدیادبرداشت، منابع نامتداول را به بهره‌برداری برساند. سپس نشست اول این اجلاس، با عنوان "دگرگونی‌ها در آینده انرژی" آغاز گردید که به مسائلی مهم چون فاکتورهای موفقیت در برداشت از مخازن نامتداول و تأثیر آنها در دورنمای انرژی جهان اختصاص یافت. طبق نظرات ارائه شده در این نشست، هرگونه موفقیت در این زمینه متضمن همکاری‌های بسیار نزدیک میان شرکتهای ملی و پرورش نیروی انسانی متبحر می‌باشد و مهم‌ترین عاملی که شرکتهای ملی جهان را تهدید کرده و به مرور آنها را از پای درآورده است، بوروکراسی اداری حاکم بر آنهاست.

در دومین روز اجلاس، نشستی تحت عنوان "چشم‌انداز پیش‌روی شرکتهای ملی نفت در آینده انرژی" برگزار گردید که بیشتر به حوزه‌های نیروی انسانی و فناوری و نقش آنها در آینده صنعت نفت و گاز اختصاص یافت. طی این نشست شرکتهای حاضر، گزارش کوتاهی از سیاست‌های کاری خود ارائه کردند. نشست دیگری که طی این اجلاس، برگزار گردید موضوعی با عنوان ارتباط با جوامع، محیط و دولت‌ها بود که به مباحثی چون مسئولیت‌های اجتماعی، بازده انرژی و قوانین محیط زیستی اختصاص یافت.

لازم به ذکر است هیئت اعزامی از کشورمان متشکل از آقای دکتر عمادی، مدیر محترم پژوهش و فناوری شرکت ملی نفت و آقای مهندس کاردور، معاون محترم مدیرعامل در امور سرمایه‌گذاری و توسعه شرکت ملی نفت به‌عنوان نمایندگان جمهوری اسلامی ایران، در این اجلاس حضور داشتند. از مهم‌ترین فعالیت‌های هیأت ایرانی در این رویداد، برگزاری ملاقات‌ها و جلساتی دوجانبه با دیگر شرکتهای ملی نفت جهان بود که فرصتی بسیار مغتنم جهت تبادل اطلاعات و ایجاد روابط کاری نزدیک به شمار می‌رفت. نمایندگان کشورمان، آمادگی شرکت ملی نفت ایران را برای میزبانی دهمین دوره این اجلاس اعلام نمودند.

منبع: مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی نفت

راضیه اسکندری

اخیرا، نرم افزار نقشه برداری انرژی جدیدی توسط موسسه اطلاعات انرژی آمریکا توسعه داده شده است که به کمک آن هر فردی قادر است موقعیت چاه های نفت و گاز را در سراسر آمریکا به طور دقیقی رصد کند. این نرم افزار جدید، هم در مناطق دریائی و هم در مناطق خشکی قادر به نشان دادن موقعیت چاه های نفت و گاز می باشد. مناطقی که اطلاعات آنها در این نرم افزار جدید تغذیه گردیده است شامل نواحی مانند پنسیلوانیا، نگزاس و داکوتای شمالی می باشد که توسعه ذخائر نفتی و گازی در حوضه های شیلی^۱ در آنها اخیرا بطور فزاینده ای گسترش یافته است. به کمک این نرم افزار جدید، مردم عادی، سیاستگذاران، متخصصین حوزه انرژی و سایر افراد مرتبط با صنعت نفت و گاز قادر خواهند بود به آسانی توسعه ای میدین نفت و گاز طبیعی را در طول زمان پیگیری و رصد کنند. قابلیت های تعبیه شده در این نرم افزار، این امکان را فراهم آورده است که کاربر بتواند روی ناحیه جغرافیائی مشخصی زووم کرده و موقعیت چاه را نسبت به چاه های مجاور آن، ایالت، شهر و یا حتی قلمرو نفتی خاصی، مشخص نماید. تنها با چند کلیک، هر فردی قادر است که بعنوان مثال روی منطقه هیوستون زووم کرده و یک کلاستر از چاه های نفت و گاز را بوضوح مشاهده نماید. علاوه بر اطلاعات موقعیتی، اطلاعات مهم دیگری در منوی لایه ها/ نقشه ای راهنمای نرم افزار موجود است که می توان آنها را شخصی سازی کرده و اطلاعات دلخواه را در آن برای نمایش قرار داد. به این ترتیب، کاربران نرم افزار قادرند که موقعیت میدین ذغالی، حوضه ها و تارگت های شیلی^۲، حوضه ها و تارگت های گاز فشرده^۳ را دقیقا روی نقشه نشانه گذاری کنند. مواردی که روی نقشه برای نمایش وجود دارند عبارتند از موقعیت خطوط لوله، خطوط لوله حامل نفت خام، فرآورده های نفتی، میعانات گازی^۴ و گاز طبیعی، موقعیت بازارهای گاز طبیعی و میعانات گازی، پایانه های صادرات و واردات گاز طبیعی مایع^۵، تاسیسات ذخیره سازی، پالایشگاه های نفت و گاز و تاسیسات فرایندی، معادن ذغالی و نیروگاه ها می باشد. این قابلیت، امکان جدیدی است که به وبسایت موسسه اطلاعات انرژی آمریکا اضافه شده است.

منبع: www.epmag.com

¹ Shale Basins

² Shale Plays

³ Tight Gas Basins

⁴ NGL

⁵ LNG

پروژه‌های ازدیاد برداشت با استفاده از دی‌اکسیدکربن^۱ در مناطق دریائی

مریم خسروی

آزمایشگاه ملی تکنولوژی‌های انرژی^۲ وابسته به دپارتمان انرژی آمریکا، به‌تازگی در گزارش ۲۹ ژانویه ۲۰۱۴ خود، میزان نفت قابل استحصال از طریق تزریق دی‌اکسیدکربن را در مخازن دریائی^۳ خلیج مکزیک برآورد کرده‌است. براساس داده‌های موجود، ۵۳۱ میدان نفتی با نفت درجای حدود ۶۹ میلیارد بشکه نفت قابل استحصال و ۱۸۲ میلیارد بشکه نفت غیرقابل برداشت، در این منطقه وجود دارد. براساس مطالعات، با استفاده از تکنولوژی‌های رایج تزریق دی‌اکسیدکربن، تنها ۰/۸ میلیارد بشکه (حدود ۱/۱۶ درصد) نفت اضافی تولید خواهد شد و بهره‌وری متوسط دی‌اکسیدکربن ۷/۲ میلیون فوت مکعب به ازای هر بشکه نفت و تقاضای متناظر دی‌اکسیدکربن ۵/۸ تریلیون فوت مکعب خواهد بود. با استفاده از نسل جدید تکنولوژی‌های CO₂/EOR میزان نفت قابل بازیافت به ۱۴/۹ میلیارد بشکه نفت و تقاضای دی‌اکسیدکربن به ۷۴ تریلیون فوت مکعب خواهد رسید.

در این گزارش، همچنین به پروژه‌های بین‌المللی دریائی تزریق دی‌اکسیدکربن از جمله در برزیل، دریای شمال، امارات ابوظبی (میادین خلیج فارس) ویتنام و مالزی اشاره شده است. از این میان، پروژه‌های امارات قابل تأمل می‌باشند. براساس این گزارش، شرکت ملی نفت ابوظبی^۴ مطالعات خود را در زمینه امکان‌سنجی تزریق دریائی CO₂ آغاز کرده است. در حال حاضر روزانه ۵ میلیارد فوت مکعب گاز طبیعی به مخازن نفتی ابوظبی تزریق می‌شود که شرکت ملی نفت ابوظبی به دنبال جایگزین کردن آن با دی‌اکسیدکربن می‌باشد.

شرکت ملی نفت ابوظبی به‌تازگی یک پایلوت دو ساله‌ی تزریق دی‌اکسیدکربن را در میدان رومیتا^۵ با موفقیت (با نرخ تزریق ۱/۲ میلیون فوت مکعب) به اتمام رسانده‌است و به‌دنبال راه‌اندازی ۴ الی ۵ پروژه پایلوت دیگر برای سال ۲۰۱۴ می‌باشد. این طرح‌ها در راستای طرح جامع شرکت برای افزایش تولید از ۲/۸ میلیون بشکه نفت در روز به ۳/۵ میلیون بشکه نفت می‌باشد.

منبع: <http://www.netl.doe.gov>

¹ CO₂EOR

² NETL

³ Offshore Resources

⁴ ADNOC

⁵ Rumaitha

شهاب گرامی

یکی از برنامه‌های اصلی شعبه‌ی قطری دانشکده مهندسی نفت دانشگاه تگزاس A&M در قطر، اجرای فعالیت‌های پژوهشی در حوزه‌های بنیادی و کاربردی مرتبط با تولید نفت و گاز می‌باشد. این دانشکده در تثبیت همکاری موثر بین شرکتهای ملی و بین‌المللی نفت و همچنین سازمان ملی حمایت مالی قطر بسیار موفق بوده، به‌گونه‌ای که بین سالهای ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ میلادی بیش از ۱۷ میلیون دلار حمایت مالی در حوزه تحقیقاتی خود جذب نموده‌است. حوزه‌های فعال پژوهشی در این دانشکده شامل مشخصه‌سازی مخزن، مدلسازی و شبیه‌سازی، ازدیاد برداشت، تحریک چاه با اسیدکاری، بهینه‌سازی تولید با تأکید بر مخازن گاز میعانی، سیالات و مدلسازی هیدرولیکی حفاری، طراحی سیمان، و ارزیابی خواص سیمان و مطالعات مرتبط با جریان چندفازی گاز و نفت در مخزن می‌باشند. کلیه پروژه‌های پژوهشی این دانشکده با تأکید بر مخازن گاز میعانی و کربناته‌ی نفتی تعریف می‌شوند.

تحقیقات صورت گرفته در این دانشکده بطور خلاصه عبارتند از :

- تزریق گاز دی اکسیدکربن در مخازن نفتی و آبد
- مدلسازی مخازن گازی
- توسعه‌ی بهینه‌ی مخازن گازی قطر
- مدلسازی ازدیاد برداشت (EOR)
- ارتقاء بازده جابجائی جاروئی نفت در مخازن کربناته
- رسوب گوگرد در مخازن گاز
- اثر اسیدکاری بر روی ترشوندگی سنگ‌های کربناته
- فرایند اسید جت برای تحریک بهینه مخازن گازی و نفتی کربناته
- افزایش بهره دهی چاه گاز میعانی با کاهش ترشوندگی سیال
- مطالعات پیشرفته بر روی فوم‌های جدید حفاری
- بررسی پایداری سیستم لوله جداری - سیمان - سنگ تحت شرایط فشار و دمای بالا

عناوین کلی تحقیقات جاری این دانشکده که در آزمایشگاههای تخصصی ترشوندگی، مدلسازی مخزن، تزریق CO₂ و ازدیاد برداشت مشخصه سازی و مدلسازی و آزمایشگاه حفاری دنبال می شوند عبارتند از:

۱. توسعه میدان و برنامه ریزی
۲. ازدیاد برداشت و بهینه سازی
۳. چاه آزمائی
۴. تکنولوژی مشبک کاری
۵. عملکرد چاه های افقی و چندشاخه ای
۶. صدمه سازند و تحریک چاه
۷. توسعه روش های افزایش راندمان جارویی و کاهش آب تولیدی از مخازن کربناته
۸. مطالعات پیشرفته رئولوژی فوم های جدید حفاری
۹. مطالعات مربوط به کاربرد امواج فوق صوت جهت کاهش ضریب پیوسته در مخازن کربناته
۱۰. کاربرد امواج فوق صوتی در مطالعات مرتبط به پدیده رسوب آسفالتین
۱۱. مطالعات پایداری لوله جداری
۱۲. بررسی اثر اسیدکاری بر ترشوندگی سنگ های کربناته
۱۳. افزایش بهره دهی چاه های گاز میعانی با تغییر ترشوندگی
۱۴. مطالعات رفتار فازی سیالات مخزن
۱۵. کاهش آسیب سازند در ناحیه نزدیک چاه
۱۶. ارزیابی عملیات اسیدکاری
۱۷. احتراق درجا پس از اجرای فرایند SAGD
۱۸. تحریک مخزن با امواج صوتی
۱۹. سیمانکاری لوله جداری های فایبرگلاس
۲۰. احتراق درجا در نواحی حاوی سنگ تار (Tar)
۲۱. مدلسازی زمین شناسی مخازن کربناته
۲۲. افزایش برداشت گاز با تزریق دی اکسید کربن در مخازن کربناته
۲۳. ازدیاد برداشت نفت با سیلابزنی پلیمری و سیلابزنی ASP
۲۴. ردیابی آب سازند در خطوط جریانی گاز
۲۵. تولید گاز CO₂ در محل برای ازدیاد برداشت از مخازن بالغ (Mature)
۲۶. توسعه سیالات هوشمند حفاری
۲۷. طراحی بهینه سیمانکاری
۲۸. اندازه گیری دبی چند فازی

منبع: www.qatar.tamu.edu

ارائه‌ی نسخه‌ی جدید نرم‌افزار همسن راسل^۱ با هدف مطالعه‌ی مخازن نامتداول^۲

راضیه اسکندری

نسخه‌ی جدید نرم‌افزار همسن راسل دارای قابلیت‌های زمین‌شناسی جدیدی با تمرکز بر منابع نامتداول می‌باشد. از جمله‌ی این قابلیت‌ها علاوه بر مواردی نظیر تعبیر و تفسیر چندجزئی^۳، نشانگرهای جدید لرزه‌ای و تهیه کراس پلات‌های بهتر از روی مقطع لرزه‌ای، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

انجام آنالیز AVO آزیموتی به منظور تعیین و شناسائی شکستگی‌ها

ماژول کاملاً جدید نرم‌افزار با نام پرو-آز^۴، با کمک نقشه‌های تفسیرشده‌ی شکستگی‌ها و دیگر شکل‌های ناهمسانگردی در مخزن، اثربخشی تعیین محل چاه را بخصوص در مخازن دارای شکستگی و نیز مخازن نامتداول را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش داده‌است. این ماژول جدید قادر است با انجام آنالیز تغییرات دامنه‌ی AVO شدت و جهت شکستگی‌ها را در مناطق دارای شکستگی طبیعی بدست آورد.

تعیین مسیر چاه‌های افقی بر روی مقطع لرزه‌ای

با کمک نسخه‌ی جدید نرم‌افزار فوق، نشانگر لاگ‌های الکتریکی مربوط به چاه افقی را می‌توان روی مکعب لرزه‌ای و بصورت یک لاگ نشان داد. این قابلیت جدید، برای بسیاری از چاه‌های افقی که خاص پروژه‌های ازدیاد برداشت با روش SAGD و مخازن شیلی می‌باشد، بسیار حیاتی است.

استخراج ویژگی‌های ژئومکانیکی از کل حجم لرزه‌ای^۵

نسخه‌ی جدید، دارای نرم‌افزارهای جدیدی است که قابلیت محاسبه‌ی حجمی ویژگی‌های ژئومکانیکی را دارد که مخصوصاً در انجام عملیات‌های تکمیل چاه کاربرد دارد. این نرم‌افزارها، قابلیت محاسبه‌ی حجمی ویژگی‌های نظیر مدول یانگ، میزان شکنندگی و نیز نسبت استرس کلوزر را از روی مقاطع قبل از برانبارش دارند.

منبع: <http://www.cgg.com/default.aspx?cid=8818&lang=1>

¹ Hampson Russell

² Unconventional Resources

³ Multicomponent Interpretation

⁴ ProAz

⁵ Seismic Volume

نسل جدید تکنولوژی‌های ازدیاد برداشت با استفاده از دی‌اکسیدکربن^۱

مریم خسروی

ازدیاد برداشت نفت با تزریق دی‌اکسیدکربن، پتانسیل‌های مشخصی برای ذخیره‌سازی مقادیر زیادی دی‌اکسیدکربن به ازای افزایش بازیافت نفت را در مخزن ایجاد می‌کند. با این وجود، برخی چالش‌های تکنیکی، مانع دسترسی به تمام این پتانسیل‌ها می‌شود. نسل جدید پروژه‌های CO₂/EOR، براساس ۴ رویکرد اساسی عمل می‌کند که عبارتند از: افزایش حجم دی‌اکسیدکربن تزریقی در مخزن، بهینه‌سازی طراحی چاه و انتخاب محل تزریق، بهینه‌سازی نسبت تحرک نفت و CO₂ یا آب تزریقی، ورود به منطقه امتزاجی تزریق.

در نسل جدید پروژه‌ها بر اساس رویکردهای چهارگانه‌ی فوق، میزان بازیافت نفت می‌تواند تا ۷۵٪ (از ۱۶٪ به ۲۸٪) ارتقاء یابد درحالی‌که عمر پروژه از ۳۱ سال به ۴۳ سال و هزینه‌های بودجه‌ای از حدود یک دلار در هر بشکه به ۲/۴ دلار به ازای هر بشکه افزایش می‌یابد. همچنین هزینه‌های دی‌اکسیدکربن از حدود ۲۳/۵ دلار بر بشکه به ۲۱/۸ دلار بر بشکه کاهش می‌یابد (با فرض نفت بشکه‌ای ۷۰ دلار).

منبع: <http://www.netl.doe.gov>

¹ CO₂ EOR

راضیه اسکندری

شرکت سرسل^۱ در کنفرانس ۲۰۱۴ زمین‌شناسی که به‌تازگی در بحرین برگزار گردید، دستگاه ویبراتور جدید خود با پهنای باند وسیع^۲ را با نام نوماد ۶۵ نئو^۳، معرفی نمود. این دستگاه جدید، قابلیت‌های جدیدی جهت انجام عملیات لرزه‌نگاری خشکی با پهنای باند گسترده را فراهم آورده‌است و در نسخه‌ی قدیمی‌تر خود انقلابی ایجاد کرده‌است.

با کمک اجزا مکانیکی و هیدرولیکی ارتقاء‌یافته و نیز طراحی مجدد دستگاه قدیمی، عملیات برداشت داده‌های لرزه‌نگاری خشکی توسط دستگاه جدید، بسیار بهتر و عملکرد آن بهبود یافته است و به این ترتیب با ارتقای عملکردی از نظر فرکانسی، زمان انتشار اولیه موج با شروع از فرکانس‌های بسیار پائین، کاهش چشمگیری داشته است که همین مساله منجر به بهبود عملکردی تیم داده‌برداری و نیز کاهش هزینه‌های عملیات شده‌است. این ابزار جدید، ثبت پهنای باند با فرکانس فوق پائین را که برای تشخیص قدرت تفکیک عمودی و انجام وارونگی لرزه‌نگاری^۴، بسیار کاربردی و مفید می‌باشد، فراهم آورده‌است. علاوه بر موارد فنی، بسیاری از اجزای دستگاه ویبراتور، به منظور فراهم کردن یک ارگونومی مناسب برای افرادی که با آن کار می‌کنند، بهبود پیدا کرده‌است. یکی دیگر از اجزای ارتقا یافته‌ی دستگاه ویبراتور جدید، سیستم توان هوشمند آن است. این سیستم جدید که به شکل نرم‌افزاری در دستگاه تعبیه گردیده، از طریق کنترل الکترونیکی و مانیتور کردن دور در دقیقه موتور دستگاه ویبراتور، میزان بار و قدرت موتور را با میزان کار آن تطبیق داده و باعث ذخیره‌سازی مقدار قابل ملاحظه‌ی سوخت موتور شده و به این ترتیب باعث کاهش اثرات نامناسب زیست‌محیطی می‌شود. با کمک این تکنولوژی، مقدار مصرف سوخت دیزلی دستگاه به میزان ۱۵ درصد کاهش پیدا کرده‌است. به این ترتیب با این دستگاه جدید، در حالی که عملکرد دستگاه قدیمی‌تر بهتر شده و استفاده‌ی آسانتری برای استفاده‌کنندگان آن فراهم آمده‌است، اثرات نامناسب زیست‌محیطی آن نیز به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

منبع: <http://www.cgg.com/default.aspx?cid=8873&lang=1>

¹ Sercel

² Broadband Vibrator

³ Nomad 65 Neo

⁴ Seismic Inversion

تحويلات بين المملی صنایع بالادستی

مدیریت پژوهش و فناوری

Research and Technology Directorate

تهران ، خیابان ولیعصر ، بالاتر از میدان ونک ، کوچه نگار ، پلاک ۲۲

تلفن : ۵-۸۸۸۷۴۵۰۰ ، فکس : ۸۸۶۶۱۳۰۷

آدرس اینترنتی: <http://nioc.rtd.ir> پست الکترونیکی: bulletin@nioc.rtd.ir