

طراحی و راهبری

واحد بازیابی گوگرد

در پالایشگاه های نفت و گاز

□ گردآوری: سهیل سریع الاطلاق فرد

آروین خادم صمیمی (عضو هیئت علمی پژوهشگاه صنعت نفت)





سرشناسه	سریع‌الاطلاق فرد، سهیل، ۱۳۶۵-
عنوان و نام پدیدآور	طراحی و راهبری واحد بازیابی گوگرد در پالایشگاه‌های نفت و گاز / تدوین و گردآوری سهیل سریع‌الاطلاق فرد، آروین خادم صمیمی،
مشخصات نشر	تهران: پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۳۳۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۹۶۱-۸۷-۴
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا	
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	نفت — پالایش — گوگردزایی
موضوع	نفت — پالایشگاه‌ها — طرح و ساختمان
موضوع	گوگرد
شناسه افزوده	خادم صمیمی، آروین، ۱۳۵۹-
ردیف — ی. ک. کره	۱۳۹۴ ط ۴ س ۴۵/ TP۶۹۰
هیندی دی. سی	۶۶۵/۵۳۴
شماره ثبت‌شناسه سی	۳۹۴۷۳۳۷

جلد این کتاب، پس از داوری، در شصت و چهارمین جلسه شورای نشر پژوهشگاه صنعت نفت، مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۰، به تصویب رسید.



تهران: بلوار غربی مجموعه ورزشی آزادی، پژوهشگاه صنعت نفت ■ کد پستی: ۱۴۸۵۷۳۳۱۱، صندوق پستی: ۱۳۷-۱۴۶۶۵ ■ تلفن مرکز نشر: ۴۸۲۵۲۰۴۸، دورنگار: ۴۴۷۳۹۵۴۰
وب سایت پژوهشگاه: www.ripi.ir E-mail: nashr@ripi.ir

طراحی و راهبری واحد بازیابی گوگرد در پالایشگاه‌های نفت و گاز / گردآوری: سهیل سریع‌الاطلاق فرد، آروین خادم صمیمی

ناشر: پژوهشگاه صنعت نفت ■ ویراستار ادبی: منیر قنبریان ■ صفحه‌آرا: اشرف السادات حسینی
طراح جلد: پرویز بیانی ■ چاپ اول: پاییز ۱۳۹۴ ■ شمارگان: ۸۰۰ نسخه
قیمت: ۲۰۰۰۰ ریال ■ لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات، اهواز
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۶۱-۸۷-۴ ISBN: 978-600-961-87-4

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۷	فهرست شکایات
۲۵	فهرست جدول
۲۷	پیش‌گفتار ناشر
۲۹	فصل اول: گوگرد
۳۱	۱-۱- معرفی گوگرد
۳۱	۱-۱-۱- تاریخچه
۳۲	۱-۱-۲- منابع گوگرد
۳۴	۱-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گوگرد
۳۴	۱-۴- آلوتروپ‌های گوگرد
۳۵	۱-۴-۱- گوگرد آلفا-اورتورومیک
۳۵	۱-۴-۲- گوگرد بتا-مونوکلینیک
۳۵	۱-۴-۳- گوگرد گاما-مونوکلینیک
۳۶	۱-۴-۴- گوگرد اپسیلون-رومبوهدرال
۳۶	۱-۵- واکنش‌پذیری گوگرد
۳۶	۲-۱- کاربردهای گوگرد
۳۶	۱-۲- صنایع کشاورزی
۳۷	۲-۲- صنایع پزشکی
۳۸	۳-۲- تولید بتن گوگردی
۳۹	۴-۲- تولید آسفالت گوگردی
۴۰	۵-۲- صنایع شیمیایی
۴۱	۶-۲- دیگر کاربردها
۴۲	۳-۱- بازار گوگرد

۴۲	۱-۳-۱- موازنه جهانی گوگرد
۴۷	۱-۳-۲- عرضه و تقاضا در ایران
۴۸	۱-۳-۳- عرضه و تقاضا در خاورمیانه
۵۰	۱-۳-۴- عرضه و تقاضای جهانی
۵۱	۱-۳-۵- ساختار بازار جهانی گوگرد
۵۳	فصل دوم: بازیابی گوگرد در پالایشگاه‌های نفت و گاز
۵۵	۱-۲- گوگردزدایی از نفت خام
۵۶	۱-۱-۲- گوگردزدایی با هیدروژن (HDS)
۵۶	۱-۱-۲-۱- تاپیجچه
۵۶	۱-۱-۲-۱- شیمی فرایند
۵۸	۱-۱-۲-۳- شرح فرایند
۵۹	۱-۲-۲- جذب سطحی گوگرد (فرایند S Zorb)
۶۰	۱-۲-۳- فرایند مراکس
۶۱	۱-۲-۳-۱- شرح فرایند
۶۷	۱-۲-۴- گوگردزدایی بیولوژیکی (BDS)
۶۷	۲-۲- فرایندهای بازیابی گوگرد از گازهای ساید
۶۸	۱-۲-۲-۱- فرایند کلاوس
۶۹	۲-۲-۲- فرایند اصلاح‌شده کلاوس
۷۰	۲-۲-۳- فرایند کلاوس با هوای غنی از اکسیژن
۷۱	۲-۲-۴- فرایند اوکسی کلاوس
۷۳	۲-۲-۵- فرایند سوپر کلاوس
۷۴	۲-۲-۶- فرایند یورو کلاوس
۷۵	۲-۲-۷- فرایند MCRC
۷۶	۲-۲-۸- فرایند پرو کلاوس
۷۷	۲-۲-۹- فرایند سولفوراکس
۷۸	۲-۲-۱۰- فرایند سولفینت HP
۷۹	۲-۲-۱۱- فرایند پاکس
۸۰	۲-۲-۱۲- فرایند تیوپک
۸۱	فصل سوم: فرایند کلاوس و کلاوس اصلاح‌شده
۸۳	۱-۳- شرح و مبانی فرایند کلاوس

۸۳	۱-۱-۳- مقدمه
۸۵	۲-۱-۳- چیدمان فرآیند کلاوس
۸۸	۳-۱-۳- مدل سازی ترمودینامیکی فرآیند
۹۲	۴-۱-۳- ظرفیت ایده آل فرآیند اصلاح شده کلاوس
۹۵	۵-۱-۳- انحراف از ظرفیت ایده آل
۹۸	۲-۲-۳- واکنش های شیمیایی کوره واکنش و شرایط عملیاتی آن
۹۸	۱-۲-۳- مقدمه
۹۹	۲-۲-۳- شیمی کوره واکنش
۱۰۲	۳-۲-۳- شرایط عملیاتی
۱۰۵	۴-۲-۳- تبدیل د. کوره واکنش
۱۰۸	۳-۳- شبیه سازی ، سنتتیک ، سوره واکنش در واحدهای گوگرد (چیدمان جریان های موازی)
۱۰۸	۱-۳-۳- سینتیک کوره واکنش
۱۱۰	۲-۳-۳- چیدمان کوره واکنش
۱۱۰	۳-۳-۳- مبنای شبیه سازی
۱۱۲	۴-۳-۳- نتایج شبیه سازی
۱۱۲	۱-۴-۳-۳- اثرات بر دمای کوره واکنش
۱۱۴	۲-۴-۳-۳- اثرات بر واحدهای فرآیندی پایین دست
۱۱۶	۳-۴-۳-۳- اثرات جریان کنارگذر
۱۱۷	۴-۴-۳-۳- مبدل های کاتالیستی و گرم کن ها
۱۱۷	۱-۴-۳-۳- مقدمه
۱۱۸	۲-۴-۳-۳- مبدل های کاتالیستی
۱۱۸	۱-۲-۴-۳-۳- فعالیت کاتالیست
۱۱۹	۲-۲-۴-۳-۳- غیر فعال شدن کاتالیست
۱۲۰	۳-۲-۴-۳-۳- بازفعال سازی کاتالیست
۱۲۱	۴-۲-۴-۳-۳- شرایط عملیاتی
۱۲۲	۵-۲-۴-۳-۳- مدیریت کاتالیست
۱۲۳	۶-۲-۴-۳-۳- راه اندازی و توقف واحد
۱۲۴	۳-۴-۳-۳- بازگرم کن ها
۱۲۴	۱-۳-۴-۳- روش های بازگرمایش مستقیم
۱۲۹	۲-۳-۴-۳- روش های بازگرمایش غیرمستقیم

۱۳۰	۳-۴-۴- بار حرارتی
۱۳۲	۳-۵-۵- مشکلات حضور کربونیل سولفید و کربن دی سولفید
۱۳۲	۳-۵-۱- علل تشکیل
۱۳۲	۳-۵-۲- اثبات تشکیل
۱۳۳	۳-۵-۳- اثرات ناسازگار
۱۳۴	۳-۵-۴- راه کارها
۱۳۶	۳-۶-۶- طراحی و بهینه سازی چگالنده های گوگرد
۱۳۶	۳-۶-۱- نقش چگالنده ها
۱۴۰	۳-۶-۲- مشکلات چگالنده های گوگرد
۱۴۴	۳-۶-۲- بهینه سازی چگالنده های گوگرد
۱۴۹	فصل چهارم: طراحی واحد های بازیابی گوگرد
۱۵۱	۴-۱-۱-۴- فرآیندهای پالایش گاز خروجی از واحد کلاوس
۱۵۳	۴-۱-۱-۱- انواع فرآیندهای بازی پالایش گاز خروجی از واحد کلاوس
۱۵۳	۴-۱-۱-۱-۱- فرآیند بیون
۱۵۵	۴-۱-۱-۲- فرآیندهای سولفرین
۱۵۷	۴-۱-۱-۳- فرآیند LTGT
۱۵۸	۴-۱-۱-۴- فرآیند اسکات
۱۵۹	۴-۱-۱-۵- فرآیند آلکانول آمین
۱۶۱	۴-۱-۱-۶- فرآیند هیدروژناسیون فلور/آمین
۱۶۲	۴-۱-۱-۷- فرآیند HCR
۱۶۳	۴-۱-۱-۸- فرآیند ریسولف
۱۶۴	۴-۱-۱-۹- فرآیند لوکت
۱۶۵	۴-۱-۱-۱۰- فرآیند کلاسیپول
۱۶۶	۴-۱-۱-۱۱- فرآیند جذب در بستر سرد
۱۶۷	۴-۱-۱-۱۲- فرآیند کریستاسولف
۱۶۸	۴-۱-۱-۱۳- دیگر فرآیندها
۱۶۹	۴-۲-۲- کنترل فرآیند اصلاح شده کلاوس
۱۷۰	۴-۲-۱- درک فرآیند
۱۷۱	۴-۲-۲- معادلات واکنش شیمیایی در فرآیند
۱۷۳	۴-۲-۳- راهبرد کنترل

۱۷۸	۳-۴- ملاحظات طراحی در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۱۷۹	۱-۳-۴- تأثیرات تغییرات ترکیب نسبی و شدت جریان خوراک
۱۸۰	۲-۳-۴- طراحی ظروف جداکننده و مبدل‌های حرارتی در واحد گوگرد
۱۸۵	۳-۳-۴- لوله‌کشی و جانمایی واحد بازیابی گوگرد
۱۸۶	۴-۳-۴- خطوط جمع‌آوری گوگرد و نشست‌بندها
۱۸۷	۵-۳-۴- دیگر نکات طراحی واحد گوگرد
۱۸۹	۶-۳-۴- قوانین سرانگشتی واحدهای بازیابی گوگرد
۱۹۰	۴-۴- ارتقای فرآیند بازیابی گوگرد با استفاده از هوای احتراق غنی از اکسیژن
۱۹۰	۱-۴-۴- مقدمه
۱۹۱	۲-۴-۴- مزایای غنی‌سازی هوای احتراق با اکسیژن
۱۹۱	۱-۲-۴-۴- افزایش ظرفیت
۱۹۲	۲-۲-۴-۴- کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری
۱۹۲	۳-۲-۴-۴- عمل‌کرد اعتمادپذیر
۱۹۲	۴-۲-۴-۴- بهبود تبدیلات و کاهش مصرف انرژی
۱۹۳	۵-۲-۴-۴- افزایش دمای شعله و تخریب بهتر دیندها
۱۹۳	۶-۲-۴-۴- سهولت اجرایی
۱۹۳	۳-۴-۴- فرآیندهای تجاری بازیابی گوگرد با استفاده از اکسیژن
۱۹۳	۱-۳-۴-۴- فرآیند کوپ
۱۹۹	۲-۳-۴-۴- فرآیند سور
۲۰۲	۵-۴- فرآیندهای غنی‌سازی گاز اسیدی خوراک
۲۰۴	۱-۵-۴- فرآیندهای غنی‌سازی گاز اسیدی خوراک
۲۰۴	۱-۱-۵-۴- فرآیند جذب
۲۰۷	۲-۱-۵-۴- جذب سطحی
۲۰۷	۳-۱-۵-۴- جداسازی غشایی
۲۰۷	۲-۵-۴- انتخاب حلال آلکانوآمینی مناسب
۲۰۷	۱-۲-۵-۴- ساختار مولکولی آلکانوآمین‌ها
۲۰۸	۲-۲-۵-۴- شیمی جذب گازهای اسیدی با آلکانوآمین‌ها
۲۱۰	۳-۲-۵-۴- بررسی نقاط ضعف و قوت آلکانوآمین‌های متداول در صنایع
۲۱۵	فصل پنجم: واحد زیاله‌سوز
۲۱۷	۱-۵- مقدمه

۲۱۹	۵-۲- ترمودینامیک فرآیند زباله‌سوز
۲۱۹	۵-۳- سینتیک فرآیند زباله‌سوزی
۲۲۱	فصل ششم: گاززدایی از گوگرد مایع
۲۲۳	۶-۱- مشکلات انتقال گوگرد مایع
۲۲۴	۶-۲- مقادیر اندازه‌گیری شده
۲۲۵	۶-۳- انحلال‌پذیری هیدروژن سولفید در گوگرد مایع
۲۲۷	۶-۴- مقدار هیدروژن سولفید در گوگرد تولیدشده در فرآیند کلاوس
۲۲۸	۶-۵- مشخصه‌های موثر طراحی در گاززدایی از گوگرد مایع
۲۲۹	۶-۶- فایندهای گاززدایی از گوگرد مایع
۲۲۹	۶-۶-۱- فرآیند گاززدایی شرکت SNEA
۲۲۹	۶-۶-۱-۱- عملیات پساب‌پوش
۲۳۰	۶-۶-۱-۲- عملیات پساب‌پوش
۲۳۱	۶-۶-۲- فرآیند گاززدایی شرکت شل
۲۳۲	۶-۶-۳- فرآیند گاززدایی شرکت اکسون
۲۳۲	۶-۶-۴- فرآیند گاززدایی شرکت تگزاس (خلیج تگزاس)
۲۳۳	۶-۶-۵- فرآیند گاززدایی شرکت بی‌بی‌سی
۲۳۳	۶-۶-۶- فرآیند دگس
۲۳۴	۶-۷- نکات تجربی در فرآیندهای گاززدایی
۲۳۷	فصل هفتم: راه‌اندازی و راهبری واحد بازیابی گوگرد
۲۳۹	۷-۱- راه‌اندازی و توقف ایمن واحد بازیابی گوگرد
۲۳۹	۷-۱-۱- محافظت از کارکنان
۲۴۱	۷-۱-۲- محافظت از تجهیزات
۲۴۱	۷-۱-۳- محافظت از کاتالیست
۲۴۱	۷-۱-۴- محافظت از محیط زیست
۲۴۲	۷-۱-۵- توقف واحد و عوامل آن
۲۴۵	۷-۱-۶- راه‌اندازی واحد
۲۴۸	۷-۱-۷- ارسال گاز به فلر
۲۴۸	۷-۱-۸- پایش
۲۴۸	۷-۱-۹- جمع‌بندی
۲۴۹	۷-۲- روش‌های آزمون واحد بازیابی گوگرد

۲۴۹	۱-۲-۷-آزمون
۲۵۰	۲-۲-۷-الزامات آزمون‌ها
۲۵۰	۳-۲-۷-آزمون‌های انتشار گاز
۲۵۱	۴-۲-۷-آزمون‌های عمل کرد واحد
۲۵۳	۵-۲-۷-روش‌های نمونه‌گیری
۲۵۳	۱-۵-۲-۷-درگاه نمونه‌گیری
۲۵۳	۲-۵-۲-۷-محل درگاه نمونه‌گیری
۲۵۴	۳-۵-۲-۷-میله نمونه‌گیری
۲۵۵	۴-۵-۲-۷-خارج کردن نمونه از جریان اصلی
۲۵۶	۶-۲-۷-روش‌های آلیز
۲۵۶	۱-۶-۲-۷-آنالیز نمونه
۲۵۷	۷-۲-۷-نمونه‌گیری در آزمون انتشار گازهای آلاینده
۲۵۸	۸-۲-۷-جمع‌بندی
۲۵۹	فصل هشتم: بهینه‌سازی راهبری واحد بازیابی گوگرد
۲۶۱	۱-۸-مقدمه
۲۶۲	۲-۸-دستورالعمل بهینه‌سازی فرآیند کلاوس
۲۶۲	۱-۲-۸-مرحله نخست بهینه‌سازی
۲۶۳	۲-۲-۸-مرحله دوم بهینه‌سازی
۲۶۸	۳-۲-۸-مرحله سوم بهینه‌سازی
۲۶۹	۳-۸-عوامل موثر بر حفظ واحد در شرایط بهینه
۲۶۹	۱-۳-۸-نسبت شدت جریان هوا به گاز اسیدی
۲۷۰	۲-۳-۸-مدیریت کاتالیست
۲۷۰	۳-۳-۸-عملیات پایا
۲۷۲	۴-۳-۸-پایش مداوم عملیات
۲۷۳	فصل نهم: آنالیز گوگرد
۲۷۵	۱-۹-مشخصات و روش‌های آنالیز در فرآیند بازیابی گوگرد
۲۷۵	۲-۹-نکات قابل‌پایش در جریان‌های واحد بازیابی گوگرد
۲۷۵	۱-۲-۹-غلظت ترکیبات گوگردی در جریان گاز فرآیند
۲۷۶	۲-۲-۹-کیفیت آب خروجی از چگالنده‌ها و مبدل‌های اتلاف حرارتی
۲۷۶	۳-۲-۹-کیفیت شیمیایی حلال آمینی

۲۷۷	۴-۲-۹- غلظت ترکیبات اسیدی در جریان‌های خروجی از واحد
۲۷۸	۵-۲-۹- کیفیت خوراک گاز اسیدی
۲۷۸	۶-۲-۹- کیفیت محصول گوگرد مایع
۲۷۸	۷-۲-۹- کیفیت آب خنک‌کن مبدل‌های حرارتی
۲۷۹	۸-۲-۹- کیفیت و مشخصات آب ترش
۲۷۹	۳-۳-۹- مشخصات و روش‌های آنالیز
۲۷۹	۱-۳-۹- روش استاندارد تعیین ترکیبات گوگردی در گاز طبیعی و سوخت‌های گازی با کروماتوگرافی گازی و آشکارساز فتومتریک شعله (ASTM D 6228)
۲۸۰	۲-۳-۹- روش استاندارد تعیین اسیدیته (pH) آب (ASTM D 1293)
۲۸۰	۳-۳-۹- روش استاندارد آزمون کف (ASTM D 1881)
۲۸۰	۴-۳-۹- روش استاندارد اندازه‌گیری هدایت و مقاومت الکتریکی آب (ASTM D 1125)
۲۸۰	۵-۳-۹- روش استاندارد اندازه‌گیری اسیدی و قلیایی بودن آب (ASTM D 1067)
۲۸۱	۶-۳-۹- روش استاندارد تعیین مقدار آهن در آب (ASTM D 1068)
۲۸۱	۷-۳-۹- روش استاندارد اندازه‌گیری مواد آلی فرار در آب (ASTM D 2908)
۲۸۱	۸-۳-۹- روش استاندارد اندازه‌گیری مقدار کربن دی‌اکسید در آب (ASTM D 513)
۲۸۱	۹-۳-۹- روش استاندارد آنالیز گاز اسید با کروماتوگرافی گازی (ASTM D 1945)
۲۸۲	۱۰-۳-۹- روش استاندارد تعیین مقدار برسیس گوگردی (ASTM D 5504)
۲۸۲	۱۱-۳-۹- روش استاندارد تعیین چگالی و چگال، نسبی مایعات (ASTM 4052)
۲۸۳	۱۲-۳-۹- روش تعیین ترکیبات گوگردی در جریان‌های هیدروکربنی (UOP 212)
۲۸۳	۱۳-۳-۹- روش تعیین ترکیبات گوگردی در جریان‌های هیدروکربنی (UOP 163)
۲۸۳	۱۴-۳-۹- روش تعیین گوگرد در ترکیبات آلی و غیرآلی (UOP 864)
۲۸۳	۱۵-۳-۹- روش تعیین مقدار آمین در محلول‌های آلکانوآمینی رقیق (LURGI SOP GWS1)
۲۸۳	۱۶-۳-۹- روش تعیین مقدار هیدروژن سولفید و گوگرد دی‌اکسید در جریان‌های گازی (LURGI SOP GWS2)
۲۸۴	۱۷-۳-۹- روش آنالیز برای تعیین خلوص گوگرد به‌دست‌آمده از واحد کلاوس (LURGI SOP GWS4)
۲۸۴	۱۸-۳-۹- روش تعیین مقدار غلظت‌های بالای هیدروژن سولفید و کربن دی‌اکسید در جریان‌های گازی (LURGI SOP GWS6)
۲۸۴	۱۹-۳-۹- روش تعیین مقدار غلظت هیدروژن سولفید در گوگرد عنصری (LURGI SOP GWS7)

۲۸۵	۲۰-۳-۹- روش تعیین هیدروژن سولفید و گوگرد دی اکسید همراه با کربن دی اکسید در جریان گازی خروجی از راکتورهای واحد کلاوس (LURGI SOP GWS11)
۲۸۵	۲۱-۳-۹- روش تعیین مقدار کربن دی اکسید و هیدروژن سولفید در مایعات (LURGI SOP GWR39)
۲۸۷	فصل دهم: جامدسازی و دانه بندی گوگرد
۲۸۹	۱-۱۰- شکل های تجاری گوگرد
۲۹۰	۱-۱-۱۰- گوگرد بی شکل
۲۹۰	۱-۱-۱-۱۰- گوگرد خشک جامد
۲۹۰	۲-۱-۱-۱۰- گوگرد مایع
۲۹۰	۲-۱-۱۰- گوگرد سکا شده
۲۹۱	۱-۲-۱-۱۰- گوگرد ورقه ای
۲۹۱	۲-۲-۱-۱۰- گوگرد دانه ای (پرل)
۲۹۲	۳-۲-۱-۱۰- گوگرد گرانول
۲۹۳	۴-۲-۱-۱۰- گوگرد پاستیلی
۲۹۴	۳-۱-۱۰- شکل های ویژه گوگرد
۲۹۴	۱-۳-۱-۱۰- گوگرد پودری
۲۹۴	۲-۳-۱-۱۰- گوگرد میکرونیزه
۲۹۵	۳-۳-۱-۱۰- گوگرد نامحلول
۲۹۵	۲-۱۰- روش های دانه بندی و انجماد گوگرد
۲۹۵	۱-۲-۱۰- روش های تولید گوگرد ورقه ای
۲۹۶	۲-۲-۱۰- روش های تر تولید گوگرد دانه ای
۲۹۸	۳-۲-۱۰- روش های خشک تولید گوگرد دانه ای
۲۹۸	۴-۲-۱۰- روش های تولید گوگرد گرانول
۳۰۰	۵-۲-۱۰- روش های تولید گوگرد پاستیل
۳۰۳	پیوست ها
۳۰۵	پیوست الف
۳۱۵	پیوست ب
۳۲۳	منابع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
	فصل اول
۴۳	شکل ۱-۱ موازنه گوگرد در آمریکای شمالی
۴۳	شکل ۲-۱ موازنه گوگرد در آمریکای مرکزی
۴۳	شکل ۳-۱ موازنه گوگرد در آمریکای جنوبی
۴۴	شکل ۴-۱ موازنه گوگرد در اروپای غربی
۴۴	شکل ۵-۱ موازنه گوگرد در اروپای مرکزی
۴۴	شکل ۶-۱ موازنه گوگرد در آسیای مرکزی (روسیه، حوزه قفقاز)
۴۵	شکل ۷-۱ موازنه گوگرد در آفریقا
۴۵	شکل ۸-۱ موازنه گوگرد در آسیای جنوبی
۴۵	شکل ۹-۱ موازنه گوگرد در آسیای جنوب شرقی
۴۶	شکل ۱۰-۱ موازنه گوگرد در آسیای شرقی
۴۶	شکل ۱۱-۱ موازنه گوگرد در استرالیا و اقیانوسیه
۴۶	شکل ۱۲-۱ موازنه گوگرد در خاورمیانه
۴۷	شکل ۱۳-۱ موازنه گوگرد در کل جهان
	فصل دوم
۵۸	شکل ۱-۲ فرآیند گوگردزدایی با هیدروژن در پالایشگاه نفت خام
۶۰	شکل ۲-۲ فرآیند جذب سطحی گوگرد
۶۲	شکل ۳-۲ فرآیند استخراج مراکس
۶۳	شکل ۴-۲ فرآیند شیرین‌سازی مراکس با بستر ثابت
۶۴	شکل ۵-۲ فرآیند شیرین‌سازی مراکس با حداقل شرایط قلیایی
۶۵	شکل ۶-۲ فرآیند شیرین‌سازی مراکس عاری از سود برای بنزین
۶۵	شکل ۷-۲ فرآیند شیرین‌سازی مراکس عاری از سود برای کروسین

۶۶	شکل ۸-۲ فرآیند شیرین سازی مراکس مایع - مایع
۶۹	شکل ۹-۲ آرایش جریان ها در فرآیند کلاوس
۶۹	شکل ۱۰-۲ فرآیند کلاوس با اکسیداسیون مستقیم
۷۰	شکل ۱۱-۲ شمایی از فرآیند اصلاح شده کلاوس
۷۱	شکل ۱۲-۲ نمودار جریان فرآیند کلاوس با استفاده از هوای غنی از اکسیژن
۷۲	شکل ۱۳-۲ آرایش جریان ها در فرآیند اوکسی کلاوس
۷۲	شکل ۱۴-۲ آرایش جریان ها در فرآیند سوپر کلاوس
۷۴	شکل ۱۵-۲ آرایش جریان ها در فرآیند یورو کلاوس
۷۵	شکل ۱۶-۲ شمایی از آرایش جریان ها در فرآیند MCRC
۷۶	شکل ۱۷-۲ آرایش جریان ها در فرآیند پرو کلاوس
۷۷	شکل ۱۸-۲ آرایش جریان ها در فرآیند سولفوراکس
۷۸	شکل ۱۹-۲ آرایش جریان ها در فرآیند سولفینت HP
۷۹	شکل ۲۰-۲ فرآیند پراکس
۸۰	شکل ۲۱-۲ آرایش جریان ها در فرآیند تیوپک

فصل سوم

۸۴	شکل ۱-۳ فرآیند کلاوس برای آرایش گوگرد
۸۵	شکل ۲-۳ شمای چیدمان جریان های گوگرد
۸۶	شکل ۳-۳ چیدمان جریان مستقیم
۸۶	شکل ۴-۳ چیدمان جریان برگشتی گوگرد
۸۷	شکل ۵-۳ چیدمان جریان سوزاندن آمونیاک (حالت اول)
۸۷	شکل ۶-۳ چیدمان جریان سوزاندن آمونیاک (حالت دوم)
۸۸	شکل ۷-۳ چیدمان اکسایش مستقیم
۹۱	شکل ۸-۳ راندمان های اندازه گیری و پیش بینی شده با مدل در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۹۱	شکل ۹-۳ راندمان های اندازه گیری و پیش بینی شده با مدل در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۹۱	شکل ۱۰-۳ راندمان های اندازه گیری و پیش بینی شده با مدل در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۹۲	شکل ۱۱-۳ مقایسه راندمان های اندازه گیری شده و پیش بینی شده تعادلی با مدل در فرآیند اصلاح شده کلاوس

- شکل ۳-۱۲ تبدیل تعادلی در هیدروژن سولفید به گوگرد ۹۳
- شکل ۳-۱۳ ظرفیت ایده آل ترمودینامیکی فرآیند اصلاح شده کلاوس برای خوراک غلیظ ۹۴
- شکل ۳-۱۴ ظرفیت ایده آل ترمودینامیکی فرآیند اصلاح شده کلاوس برای خوراک رقیق ۹۴
- شکل ۳-۱۵ راندمان عملی فرآیند اصلاح شده کلاوس ۹۸
- شکل ۳-۱۶ دمای آدیاباتیک شعله واکنش اکسایش هیدروژن سولفید ۱۰۰
- شکل ۳-۱۷ شمای ایده آل واکنش دهنده ها و محصولات در کوره واکنش فرآیند کلاوس اصلاح شده ۱۰۰
- شکل ۳-۱۸ شمای واقعی واکنش دهنده ها و محصولات در کوره واکنش فرآیند اصلاح شده کلاوس ۱۰۰
- شکل ۳-۱۹ بیشینه دمای شعله بصورت تابعی از ترکیب نسبی گاز اسیدی (ورود در دمای ۳۸ درجه سانتی گراد) ۱۰۴
- شکل ۳-۲۰ دمای آدیاباتیک شعله بر حسب جزء کنارگذر شونده گاز اسیدی ۱۰۵
- شکل ۳-۲۱ مقدار تبدیل در کوره بر حسب میزان کنارگذر شده گاز اسیدی ۱۰۶
- شکل ۳-۲۲ مقدار تبدیل در کوره بر حسب مقدار برآیند کنارگذر شده گاز اسیدی ۱۰۷
- شکل ۳-۲۳ داده های مربوط به اندازه گیری مقدار تبدیل در کوره ۱۰۸
- شکل ۳-۲۴ شمای ساده شده فرآیند اصلاح شده کلاوس با چیدمان جریان های موازی ۱۱۱
- شکل ۳-۲۵ دمای کوره واکنش (چیدمان جریان های موازی با محدودیت های سینتیکی) ۱۱۲
- شکل ۳-۲۶ افزایش دما (در حالت تعادلی با چیدمان جریان های موازی) ۱۱۴
- شکل ۳-۲۷ افزایش دما (در حالت وجود محدودیت سینتیکی در کوره با چیدمان جریان های موازی) ۱۱۴
- شکل ۳-۲۸ راندمان های تبدیل در حالت تعادل با چیدمان جریان های موازی ۱۱۵
- شکل ۳-۲۹ راندمان های تبدیل در حالت وجود محدودیت های سینتیکی با چیدمان جریان های موازی ۱۱۵
- شکل ۳-۳۰ افزایش دما در مبدل های کاتالیستی در شرایط تعادل با چیدمان جریان های موازی ۱۱۶
- شکل ۳-۳۱ افزایش دما در مبدل های کاتالیستی در شرایط وجود محدودیت های سینتیکی با چیدمان جریان های موازی ۱۱۶
- شکل ۳-۳۲ بار حرارتی چگالنده ها در شرایط تعادل با چیدمان جریان های موازی ۱۱۶

- شکل ۳-۳۳ بار حرارتی چگالنده‌ها در شرایط وجود محدودیت‌های سینتیکی با چیدمان جریان‌های موازی
- شکل ۳-۳۴ پروفایل راندمان تبدیل برحسب انواع مختلف غیرفعال شدن کاتالیست
- شکل ۳-۳۵ شماتیک روش‌های بازگرمایش مستقیم
- شکل ۳-۳۶ دمای شعله مشعل با خوراک گاز اسیدی
- شکل ۳-۳۷ ترکیبات جزئی در گازهای خروجی از مشعل با خوراک گاز اسیدی
- شکل ۳-۳۸ عملیات غیراستوکیومتری مشعل‌های با شعله مستقیم گاز سوختی
- شکل ۳-۳۹ روش‌های بازگرمایش غیرمستقیم
- شکل ۳-۴۰ بار حرارتی در واحدهای بازیابی گوگرد(خوراک غلیظ)
- شکل ۳-۴۱ بار حرارتی در واحدهای بازیابی گوگرد(خوراک رقیق)
- شکل ۳-۴۲ مقایسه بار حرارتی در واحدهای بازیابی گوگرد با خوراک‌های مختلف
- شکل ۳-۴۳ نمای عملکرد مبدل کاتالیستی اول
- شکل ۳-۴۴ اتلاف سرد در چگالنده مرحله آخر
- شکل ۳-۴۵ اتلاف به اواپراتور گوگردی در چگالنده آخر به‌عنوان تابعی از فشار چگالنده و غلظت هیدروژن سولفید در سوراخ
- شکل ۳-۴۶ تغییرات شدت جریان‌ها مقدار هیدروژن سولفید برای بار ثابت گوگرد
- شکل ۳-۴۷ تاثیر بازیابی گوگرد بالادست بر مقدار تبدیل و نقطه شبنم گوگرد(در چگالنده دوم)
- شکل ۳-۴۸ گرانروی گوگرد برحسب دما
- شکل ۳-۴۹ چگالنده گوگرد با طراحی نامناسب
- شکل ۳-۵۰ چگالنده گوگرد با طراحی مناسب
- شکل ۳-۵۱ بار گوگرد مایع در سه چیدمان مختلف چگالنده

فصل چهارم

- شکل ۴-۱ شمایی از فرآیند بیون
- شکل ۴-۲ شمایی از نمودار جریان فرآیند بیون
- شکل ۴-۳ شمایی از نمودار جریان فرآیند سولفرین
- شکل ۴-۴ شمایی از آرایش فرآیندهای زیر نقطه شبنم(سولفرین، ماکسی سولف و هیدروسولفرین)
- شکل ۴-۵ شمایی از نمودار جریان فرآیند LTGT
- شکل ۴-۶ شمایی از نمودار جریان فرآیند اسکات

۱۶۰	شکل ۴-۷ دیاگرام جریان فرآیند آلکانول آمین
۱۶۱	شکل ۴-۸ شمایی از نمودار جریان فرآیند هیدروژناسیون فلور/ آمین
۱۶۲	شکل ۴-۹ نمودار جریان فرآیند HCR
۱۶۴	شکل ۴-۱۰ نمودار جریان فرآیند ریسولف
۱۶۵	شکل ۴-۱۱ نمودار جریان فرآیند لوکت
۱۶۶	شکل ۴-۱۲ نمودار جریان فرآیند کلاسیول
۱۶۷	شکل ۴-۱۳ نمودار جریان فرآیند جذب بستر سرد
۱۶۸	شکل ۴-۱۴ نمودار جریان فرآیند کریستاسولف
۱۷۲	شکل ۴-۱۵ روند تغییرات نسبت هیدروژن سولفید به گوگرد دی اکسید برحسب راندمان تبدیل برای مقایسه مشخص اکسیژن اضافی در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۱۷۴	شکل ۴-۱۶ تغییرات راندمان تبدیل گاز خروجی از واحد کلاوس، نسبت هیدروژن سولفید به گوگرد دی اکسید و عبارت تفاضلی استوکیومتری غلظت با مقدار هوای اضافی برای فرآیند اصلاح شده کلاوس
۱۷۵	شکل ۴-۱۷ سیستم کنترل پیش خور
۱۷۷	شکل ۴-۱۸ شمایی از سیستم کنترل پیش خور با کنترل بازخورد
۱۸۱	شکل ۴-۱۹ مبدل کاتالیستی فرآیند اصلاح شده کلاوس (دو بستر کاتالیستی در یک ظرف)
۱۸۲	شکل ۴-۲۰ کوره واکنش و مبدل حرارت اتلافی در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۱۸۳	شکل ۴-۲۱ شمایی از یک چگالنده گوگرد در فرآیند اصلاح شده کلاوس
۱۸۶	شکل ۴-۲۲ نسبت بند گوگرد در خطوط جمع آوری گوگرد
۱۹۴	شکل ۴-۲۳ نمودار جریان فرآیند کوپ
۱۹۶	شکل ۴-۲۴ افزایش ظرفیت واحد بازیابی گوگرد با روش های غنی سازی اکسیرن
۱۹۶	شکل ۴-۲۵ سیستم فناوری غنی سازی سطح پایین اکسیژن
۱۹۷	شکل ۴-۲۶ فرآیند کلاوس استاندارد با استفاده از فاز ۱ فناوری کوپ
۱۹۸	شکل ۴-۲۷ فرآیند استاندارد کلاوس با استفاده از فاز ۲ فناوری کوپ
۱۹۹	شکل ۴-۲۸ سیستم غنی سازی اکسیژن بر مبنای فاز ۲ فناوری کوپ
۲۰۰	شکل ۴-۲۹ فرآیند کلاوس با استفاده از غنی سازی اکسیژن با فناوری سور
۲۰۱	شکل ۴-۳۰ فرآیند احتراق مضاعف
۲۰۲	شکل ۴-۳۱ تبدیل تعادلی هیدروژن سولفید به گوگرد در غلظت های مختلف خوراک
۲۰۶	شکل ۴-۳۲ نمودار جریان فرآیند سلکسول

صفحه	عنوان
	فصل پنجم
۲۱۸	شکل ۵-۱ فرآیند زباله‌سوزی در واحد بازیابی گوگرد
	فصل ششم
۲۲۵	شکل ۶-۱ انحلال‌پذیری هیدروژن سولفید در گوگرد مایع (در فشار بخار ۱ بار برای هیدروژن سولفید)
۲۲۶	شکل ۶-۲ طیف‌بینی فروسرخ هیدروژن سولفید و پلی‌سولفیدهای هیدروژن در گوگرد مایع
۲۲۷	شکل ۶-۳ انحلال‌پذیری هیدروژن سولفید و پلی‌سولفیدها در گوگرد مایع (در فشار ۱ بار بخار هیدروژن سولفید)
۲۳۰	شکل ۶-۴ عملیات ناپیوسته فرآیند شرکت SNEA
۲۳۱	شکل ۶-۵ عملیات پیوسته فرآیند شرکت SNEA
۲۳۱	شکل ۶-۶ فرآیند بازیابی شل
۲۳۲	شکل ۶-۷ فرآیند گاززدایی شرکت اکسون
۲۳۲	شکل ۶-۸ فرآیند گاززدایی شرکت انگل
۲۳۳	شکل ۶-۹ فرآیند گاززدایی بی‌بی‌پی ماکو
۲۳۴	شکل ۶-۱۰ فرآیند گاززدایی دگ
	فصل هفتم
۲۴۴	شکل ۷-۱ دستورالعمل توقف ایمن واحد
۲۴۶	شکل ۷-۲ دستورالعمل‌های راه‌اندازی واحد
۲۵۵	شکل ۷-۳ سیستم نمونه‌گیری گاز در واحد بازیابی گوگرد
۲۵۷	شکل ۷-۴ سیستم نمونه‌گیری در آزمون انتشار برای SO_2 ، دی‌اکسید، گوگرد تری‌اکسید و آب
	فصل هشتم
۲۶۵	شکل ۸-۱ واحد کلاوس بررسی‌شده در مطالعه موردی
	فصل نهم
۲۹۰	شکل ۹-۱۰ قطعات خردشده بی‌شکل گوگرد خشک جامد
۲۹۱	شکل ۹-۱۰ گوگرد ورقه‌ای
۲۹۲	شکل ۹-۱۰ گوگرد دانه‌ای (پرل)
۲۹۳	شکل ۹-۱۰ گرانول‌های گوگرد
۲۹۳	شکل ۹-۱۰ پاستیل‌های گوگرد
۲۹۴	شکل ۹-۱۰ پودر گوگرد

۲۹۶	شکل ۷-۱۰ فرآیند تولید گوگرد ورقه‌ای به روش سندویک
۲۹۷	شکل ۸-۱۰ فرآیند سولیل
۲۹۹	شکل ۹-۱۰ فرآیند تولید گوگرد گرانول به روش پروکور جی ایکس
۲۹۹	شکل ۱۰-۱۰ غلطک دوار، صفحات انحراف‌دهنده و عملیات پاشش در تولید گوگرد گرانول
۳۰۰	شکل ۱۱-۱۰ خروج قطرات گوگرد از غلطک سوراخ‌دار دوار در روش تولید گوگرد پاستیل
۳۰۱	شکل ۱۲-۱۰ تقسیم‌بندی روش‌های شکل‌دهی گوگرد
۳۰۶	شکل الف-۱ واحد پسته‌بندی گوگرد در مجتمع پتروشیمی رازی
۳۰۹	شکل الف-۲ واحد پسته‌بندی گوگرد پالایشگاه گاز شهید هاشمی‌نژاد
۳۱۰	شکل الف-۳ واحد دانه‌بندی گوگرد پالایشگاه گاز شهید هاشمی‌نژاد

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
	فصل اول
۳۴	جدول ۱-۱ ویژگی‌های عمومی گوگرد
۳۵	جدول ۲-۱ انحلال پذیری گوگرد آتومار و تورومیک در حلال‌های متداول
۴۲	جدول ۳-۱ مقدار تولید جهانی گوگرد عنصری به تفکیک منابع تولید
۴۷	جدول ۴-۱ روند مصرف گوگرد در کشور در سال‌های اخیر
۴۹	جدول ۵-۱ وضعیت تولید گوگرد در منطقه خاورمیانه و پیش‌بینی آن در سال‌های آتی
۵۰	جدول ۶-۱ بررسی و پیش‌بینی تفکیکی تولید گوگرد در کشورهای منطقه خاورمیانه
۵۰	جدول ۷-۱ کشورهای عمده تولیدکننده گوگرد در جهان
	فصل دوم
۶۶	جدول ۱-۲ کاربردهای فرایندهای مراکس برای برش‌های هیدروکربنی
	فصل سوم
۸۸	جدول ۱-۳ چیدمان بهینه فرایند کلاوس برحسب بازه غلظت هیدروژن سلفید در جریان گاز اسیدی
۹۵	جدول ۲-۳ مقدار تبدیل برای واحدهای ایده‌آل بازیابی گوگرد (با گرمایش غیر مستقیم)
۹۶	جدول ۳-۳ اتلاف راندمان‌های تبدیل کلی در واحد در حالت عملیات در ۸ درجه سانتی‌گراد بالاتر از نقطه شبنم در سه مبدل کاتالیستی آخر (درصد)
۱۰۹	جدول ۴-۳ روابط تجربی سینتیک
۱۱۱	جدول ۵-۳ داده‌های مربوط به جریان خوراک
۱۱۲	جدول ۶-۳ داده‌های مربوط به شرایط عملیاتی (غیر بهینه)
۱۳۵	جدول ۷-۳ تاثیر دما و زمان اقامت بر هیدرولیز کربونیل سولفید و کربن دی‌سولفید در مبدل کاتالیستی اول
۱۴۸	جدول ۸-۳ بیشینه سرعت خطی و افت فشار قطره‌گیر در مراحل مختلف چگالش
	فصل چهارم
۱۵۲	جدول ۱-۴ فناوری‌های استفاده‌شده در برخی از فرایندهای متداول پالایش گاز خروجی از

	واحد کلاوس
۱۷۴	جدول ۴-۲ تبیین عددی غیرخطی بودن نسبت هیدروژن سولفید به گوگرد دی اکسید با تغییرات راندمان تبدیل
۱۸۷	جدول ۴-۳ اندازه پیشنهادی لوله‌های جمع‌آوری گوگرد مایع برحسب ظرفیت بازیابی گوگرد
۱۹۱	جدول ۴-۴ افزایش ظرفیت واحد بازیابی گوگرد به دلیل غنی‌سازی با اکسیژن
۱۹۵	جدول ۴-۵ مقایسه حالت‌های مختلف غنی‌سازی اکسیژن براساس فرآیند کوپ
۱۹۹	جدول ۴-۶ مقایسه انواع حالت‌های غنی‌سازی با اکسیژن با فناوری سور
۲۰۸	جدول ۴-۷ تقسیم‌بندی آلکانوآمین‌ها
	فصل نهم
۲۱۷	جدول ۱-۱ محدوده ترکیب نسبی گاز خروجی از واحد بازیابی گوگرد
۲۱۹	جدول ۱-۵ روابط تجربی سینتیکی برای فرآیند زباله‌سوزی
	فصل ششم
۲۲۴	جدول ۶-۱ غلات هیدروژن سولفید در خودروهای تانکر دار گوگرد مایع
۲۲۶	جدول ۶-۲ غلظت‌های متغیر هیدروژن سولفید و پلی‌سولفیدها و کل هیدروژن سولفید موجود در گوگرد مایع به‌عنوان تابعی از دما
۲۲۷	جدول ۶-۳ غلظت هیدروژن سولفید متداول در گوگرد در مراحل مختلف فرآیند کلاوس
	فصل هفتم
۲۴۰	جدول ۷-۱ شاخصه‌های ایمنی گازهای سیدرن سولفید و گوگرد دی اکسید (بر مبنای قسمت حجمی در میلیون)
	فصل هشتم
۲۶۳	جدول ۸-۱ ضوابط بهینه‌سازی عمل کرد فرآیند کلاوس
۲۶۵	جدول ۸-۲ مقایسه مشخصه‌های مربوط به جریان گاز اسیدی در دو حالت واقعی و طراحی
۲۶۶	جدول ۸-۳ پروفایل راندمان عمل کرد در شرایط مختلف بهینه‌سازی
۲۶۸	جدول ۸-۴ پروفایل دماها در شرایط مختلف بهینه‌سازی
	فصل نهم
۲۷۶	جدول ۹-۱ محل نمونه‌گیری و آنالیزهای جریان گاز فرآیند
۲۸۲	جدول ۹-۲ محدوده اعتبار غلظت گروماتوگرافی گازی برای ترکیبات متداول
	فصل دهم
۳۰۰	جدول ۱۰-۱ خصوصیات توده گوگرد در شکل‌های مختلف

پیش‌گفتار ناشر

از زمان فوران اولین چاه نفت ایران و خاورمیانه در مسجد سلیمان و تولد صنعت نفت ایران بیش از صد سال می‌گذرد. از آن زمان که مردم تنها برای روشنایی از نفت خام استفاده می‌کردند تاکنون، که تقریباً در هر صنعتی ردپایی از نفت خام و فرآورده‌هایش دیده می‌شود، پژوهش‌گران مختلف در تمام زمینه‌ها و کار، ده‌های مربوط به نفت خام تحقیقات فراوانی انجام داده‌اند که پیشرفت‌های فناوری وسیع را در زمینه صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در پی داشته است. چگونگی ظهور و بروز فناوری و نحوه به‌کارگیری آن مقدار تولید صنعت نفت را در آینده تعیین خواهد کرد.

تحقیق و پژوهش در صنعت نفت ایران، بسیار جوان‌تر از این صنعت است و ما هنوز در گام‌های اولیه فعالیت‌های علمی در این صنعت هستیم. واضح است که پژوهش در صنعت نفت با بازدهی متناسب با تجربه و قدمت تاریخی آن حرکت نکرده است و صد افسوس که مشکلات و ویژگی‌های آن به خوبی شناخته نشده است. خلش‌هایی همچون زمان‌بر بودن، هزینه‌بر بودن، ریسک‌پذیری، کیفیت نه‌چندان مطلوب، مشکلات عدم تأمین مالی به موقع و عدم وجود ضمانت‌های لازم از مولفه‌های ذاتی نهفته در پژوهش‌اند.

به رغم وجود این چالش‌های سنگین، تعامل سست‌پژوهش و فناوری می‌تواند اقتدار و توسعه واقعی فناوری و مدیریت دانش را در صنعت نفت به همراه داشته باشد به این خاطر مرکز نشر پژوهشگاه صنعت نفت، با بهره‌گیری از خرد جمعی نخبگان علمی، فنی، کشور در بخش پژوهش و فناوری و نیز توسعه ارتباط با مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی معبر داخلی و خارجی و مشارکت با آنان برای توسعه رشته‌ها و علوم و فنون وابسته به صنعت نفت را در پی آن انجام پروژه‌ها و طرح‌های توسعه‌ای و انتشار کتب علمی - آموزشی و پژوهشی، گامی بلند در رسیدن به این هدف برمی‌دارد.

کتاب پیش رو با عنوان «طراحی و راهبری واحد بازیابی گوگرد در پالایشگاه‌های نفت و گاز»، گردآوری آقای سهیل سریع‌الاطلاق فرد و خانم آروین خادم صمیمی، یکی دیگر از مجموعه انتشارات جدید پژوهشگاه است که با هدف توسعه دانش در صنعت نفت منتشر می‌شود و امید است مورد استفاده پژوهش‌گران و دانشجویان محترم قرار گیرد.