



گیاه‌پالایی

مبانی و کاربردها

□ تألیف: دکتر حسن رهنما (عضو هیئت علمی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران)
دکتر ابراهیم علایی (عضو هیئت علمی پژوهشگاه صنعت نفت)





سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور : گیاه‌بالایی: مبانی و کاربردها.
مشخصات نشر : تهران: پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۶۴۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۶۱-۸۲-۹
وضعیت فهرست‌نویسی : فبیای مختصر
یادداشت : فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.
یادداشت : واژه‌نامه.
موضوع : کتاب‌نامه
شناسه افزوده : علایی، ابراهیم، ۱۳۴۵-
شناسه افزوده : پژوهشگاه صنعت نفت
شماره کتابشناسی ملی : ۳۸۲۲۰۰۲

چاپ این کتاب، پس از نآوری، در پنجاه و نهمین جلسه شورای نشر پژوهشگاه صنعت نفت مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۸، به تصویب رسید.



تهران: بلوار غربی مجموعه ورزشی آزادی، پژوهشگاه صنعت نفت ■ کد پستی: ۱۴۸۵۷۳۳۱۱۱
صندوق پستی: ۱۳۷-۱۴۶۶۵ ■ تلفن مرکز نشر: ۴۸۲۵۲۰۴۸، دورنگار: ۴۴۷۲۹۵۴
وب سایت پژوهشگاه: www.ripi.ir ، E-mail: nashr@ripi.ir

گیاه‌بالایی (مبانی و کاربردها)
تالیف: حسن رهنما و ابراهیم علایی

ناشر: پژوهشگاه صنعت نفت ■ ویراستار ادبی: منیر قنبریان ■ صفحه‌آرا: اشرف‌اله‌سادات حسینی
طراح جلد: پرویز بیانی ■ چاپ اول: بهار ۱۳۹۴ ■ شمارگان: ۵۰۰ نسخه
قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال ■ لیتوگرافی، چاپ و صحافی: شرکت چاپ و انتشارات اوقاف
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۶۱-۸۲-۹
ISBN: 978-600-5961-82-9

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۷	پیش‌گفتار ناشر
۱۹	پیش‌گفتار
۲۱	فصل اول: آلاینده‌ها
۲۳	۱-۱- مقدمه‌ای بر آلودگی و آلاینده‌ها
۲۵	۱-۲- آلاینده‌های شیمیایی
۲۷	۱-۲-۱- آفت‌کش‌ها
۳۲	۱-۲-۲- دی‌اکسین‌ها
۳۴	۱-۲-۳- بی‌فیل‌های چندکلره (PCBs)
۳۵	۱-۲-۴- هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (PAHs)
۳۶	۱-۲-۵- فتالات‌ها
۳۷	۱-۲-۶- روکش‌گرها
۳۸	۱-۲-۷- ۲، ۴، ۶-تری‌نیترو تولوئن
۴۰	۱-۲-۸- آلکان‌ها و آلکن‌های کلردار
۴۳	۱-۲-۹- بنزن و همسان‌های آن
۴۴	۱-۲-۱۰- فلزات سنگین
۴۵	۱-۲-۱۰-۳- آرسنیک
۴۶	۱-۲-۱۰-۲- سرب
۴۸	۱-۲-۱۰-۳- جیوه
۴۸	۱-۲-۱۰-۴- کادمیوم
۴۹	۱-۲-۱۱- آلاینده‌های گازی
۵۰	۱-۲-۱۱-۱- مونواکسید کربن (CO)
۵۰	۱-۲-۱۱-۲- دی‌اکسید کربن (CO ₂)

۵۱	۱-۲-۱۱-۳- دی اکسید گوگرد (SO_2)
۵۲	۱-۲-۱۱-۴- اکسیدهای نیتروژن (NOx)
۵۴	۱-۲-۱۱-۵- ازن
۵۵	۱-۳-۳- انتقال آلاینده‌ها و مواد هیدروکربنی به درون سیستم‌های اکولوژیک
۵۷	۱-۳-۱- جابه‌جایی آلاینده‌ها و مواد سمی بین خاک و آب
۵۸	۱-۳-۲- جابه‌جایی آلاینده‌ها بین آب و هوا
۶۰	۱-۳-۳- جابه‌جایی آلاینده‌ها بین خاک و هوا
۶۱	۱-۳-۴- جابه‌جایی جغرافیایی آلاینده‌ها
۶۳	۱-۳-۵- جابه‌جایی آلاینده‌های آلی و مواد نفتی به کمک موجودات زنده
۶۵	۱-۴-۱- آلودگی منطقه‌ای زیست‌بوم‌ها
۶۵	۱-۴-۱- محدود
۷۰	۱-۴-۲- آلودگی مواد نفتی
۷۴	۱-۴-۳- آلودگی خاک‌ها
۷۶	۱-۴-۴- حوادث شیمیایی و آلودگی‌های نفتی
۷۹	فصل دوم: روش‌های گیاه‌پالایی
۸۱	۲-۱- مقدمه
۸۳	۲-۲- ویژگی گیاهان
۸۶	۲-۳- گیاه‌پالایی
۸۸	۲-۴- گیاهان در فرآیند گیاه‌پالایی
۹۲	۲-۵- روش‌های گیاه‌پالایی
۹۳	۲-۵-۱- ریشه‌پالایی
۹۴	۲-۵-۱-۱- محیط
۹۶	۲-۵-۱-۲- مزایا
۹۶	۲-۵-۱-۳- معایب
۹۷	۲-۵-۱-۴- مواد آلاینده قابل استفاده و غلظت آنها
۹۹	۲-۵-۱-۵- عمق ریشه
۱۰۰	۲-۵-۱-۶- گیاهان
۱۰۲	۲-۵-۱-۷- ارزیابی منطقه
۱۰۲	۲-۵-۱-۸- وضعیت موجود
۱۰۳	۲-۵-۱-۹- هزینه سیستم
۱۰۳	۲-۵-۲- گیاه‌استخراجی

صفحه	عنوان
۱۰۶	۲-۵-۱-محیط
۱۰۶	۲-۵-۲-مزایا
۱۰۶	۲-۵-۳-معایب
۱۰۷	۲-۵-۴-آلاینده‌های قابل استفاده و غلظت آنها
۱۰۹	۲-۵-۵-عمق ریشه
۱۰۹	۲-۵-۶-گیاهان
۱۱۱	۲-۵-۷-ارزیابی محل
۱۱۱	۲-۵-۸-وضعیت حاضر
۱۱۲	۲-۵-۹-هزینه سیستم
۱۱۲	۲-۵-۳-گیاه‌نشیبی
۱۱۴	۲-۵-۱-محیط
۱۱۴	۲-۵-۲-مزایا
۱۱۵	۲-۵-۳-معایب
۱۱۵	۲-۵-۴-مواد آلاینده و غلظت‌های استفاده‌شده
۱۱۶	۲-۵-۵-عمق ریشه
۱۱۷	۲-۵-۶-گیاهان
۱۱۷	۲-۵-۷-ارزیابی محل (منطقه)
۱۱۸	۲-۵-۸-وضعیت حاضر
۱۱۹	۲-۵-۹-هزینه سیستم
۱۱۹	۲-۵-۴-گیاه‌تجزیه‌ای
۱۲۰	۲-۵-۱-جذب و متابولیسم
۱۲۲	۲-۵-۲-محیط
۱۲۲	۲-۵-۳-مزایا
۱۲۳	۲-۵-۴-معایب
۱۲۳	۲-۵-۵-مواد آلاینده و غلظت‌های استفاده‌شده
۱۲۴	۲-۵-۶-عمق ریشه
۱۲۴	۲-۵-۷-گیاهان
۱۲۵	۲-۵-۸-ارزیابی محل
۱۲۵	۲-۵-۹-وضعیت حاضر
۱۲۶	۲-۵-۱-هزینه سیستم
۱۲۶	۲-۵-۵-ریشه‌تجزیه‌ای

۱۲۸	۲-۵-۵-۱- مسیرهای تبدیل
۱۲۹	۲-۵-۵-۲- عوامل موثر بر تجزیه
۱۲۹	۲-۵-۵-۳- مزایا
۱۳۰	۲-۵-۵-۴- معایب
۱۳۰	۲-۵-۵-۵- مواد آلاینده استفاده شده و غلظت آنها
۱۳۲	۲-۵-۵-۶- عمق ریشه
۱۳۲	۲-۵-۵-۷- گیاهان
۱۳۴	۲-۵-۵-۸- ارزیابی محل
۱۳۴	۲-۵-۵-۹- وضعیت موجود
۱۳۵	۲-۵-۵-۱۰- هزینه سیستم
۱۳۵	۲-۵-۶- گیاه تبخیری
۱۳۶	۲-۶-۵-۱- محیط
۱۳۶	۲-۶-۵-۲- مزایا
۱۳۶	۲-۶-۵-۳- معایب
۱۳۶	۲-۶-۵-۴- مواد آلاینده و غلظت های استفاده شده
۱۳۷	۲-۶-۵-۵- عمق ریشه
۱۳۷	۲-۶-۵-۶- گیاهان
۱۳۷	۲-۶-۵-۷- ارزیابی محل
۱۳۸	۲-۶-۵-۸- وضعیت حاضر
۱۳۸	۲-۶-۵-۹- هزینه سیستم
۱۳۸	۲-۵-۷- کنترل هیدرولیک
۱۳۹	۲-۷-۵-۱- محیط
۱۳۹	۲-۷-۵-۲- مزایا
۱۳۹	۲-۷-۵-۳- معایب
۱۳۹	۲-۷-۵-۴- آلاینده های قابل استفاده و غلظت آنها
۱۳۹	۲-۷-۵-۵- عمق ریشه
۱۴۰	۲-۷-۵-۶- گیاهان
۱۴۰	۲-۷-۵-۷- ارزیابی محل
۱۴۱	۲-۷-۵-۸- وضعیت حاضر
۱۴۱	۲-۷-۵-۹- هزینه سیستم
۱۴۱	۲-۵-۸- کلاهک پوششی

صفحه	عنوان
۱۴۴	۲-۵-۸-۱- محیط
۱۴۴	۲-۵-۸-۲- مزایا
۱۴۴	۲-۵-۸-۳- معایب
۱۴۵	۲-۵-۸-۴- آلاینده‌های قابل استفاده و غلظت آنها
۱۴۵	۲-۵-۸-۵- عمق ریشه
۱۴۵	۲-۵-۸-۶- گیاهان
۱۴۵	۲-۵-۸-۷- ارزیابی محل
۱۴۶	۲-۵-۸-۸- هزینه سیستم
۱۴۷	۲-۵-۹- دالان‌های رودخانه‌ای / نوارهای بافری
۱۴۸	۲-۵-۹-۱- محیط
۱۴۸	۲-۵-۹-۲- مزایا
۱۴۸	۲-۵-۹-۳- معایب
۱۴۸	۲-۵-۹-۴- آلاینده‌ها و غلظت آنها
۱۴۸	۲-۵-۹-۵- عمق ریشه
۱۴۸	۲-۵-۹-۶- گیاهان
۱۴۸	۲-۵-۹-۷- ارزیابی محل
۱۴۹	۲-۵-۹-۸- وضعیت حاضر
۱۴۹	۲-۵-۹-۹- هزینه سیستم
۱۴۹	۲-۵-۱۰- گیاه‌ترمیمی
۱۴۹	۲-۶- مقایسه اجمالی روش‌های مختلف گیاه‌پالایی
۱۵۳	۲-۷- مزایا و محدودیت‌های گیاه‌پالایی
۱۵۸	۲-۸- پیشرفت‌های جدید در زمینه گیاه‌پالایی
۱۶۱	فصل سوم: سازوکارهای فیزیولوژیکی و مولکولی گیاه‌پالایی
۱۶۳	۳-۱- مقدمه
۱۶۴	۳-۲- عوامل موثر بر جذب آلاینده‌ها
۱۶۴	۳-۲-۱- ذخیره ناپایدار آلاینده‌ها برای جذب ریشه‌ای
۱۶۷	۳-۲-۲- دستکاری ذخیره ناپایدار
۱۶۸	۳-۲-۲-۱- برهم‌کنش‌ها در ریزوسفر
۱۷۵	۳-۲-۲-۲- برهم‌کنش گیاه- گیاه
۱۷۵	۳-۲-۲-۳- استفاده از اصلاح‌گرها برای مدیریت ذخایر ناپایدار آلودگی
۱۷۶	۳-۳- سازوکارهای جذب انواع آلاینده‌ها

۱۷۷	۳-۳-۱- جذب آلاینده‌های محیطی در برگ‌ها
۱۸۲	۳-۳-۲- جذب آلاینده‌ها از ریشه‌ها
۱۸۲	۳-۳-۱- آلاینده‌های معدنی
۱۸۶	۳-۳-۲- آلاینده‌های آلی
۱۸۸	۳-۳-۳- تراجایی (انتقال)
۱۹۰	۳-۳-۴- کلات‌سازی و کده‌بندی در برگ‌ها
۱۹۴	۳-۴- اهمیت عناصر برای گیاهان
۱۹۶	۳-۵- اساس فیزیولوژیکی و مولکولی تحمل
۱۹۹	۳-۵-۱- اجتناب از مقادیر بالای فلزات
۲۰۰	۳-۵-۲- سازوکارهای فیزیولوژیکی تحمل به آلاینده‌های آلی و معدنی
۲۰۱	۳-۵-۲-۱- دیواره سلولی و ریزوسفر
۲۰۲	۳-۵-۲-۲- میکوریز
۲۰۳	۳-۵-۲-۳- غشای پلاسمایی
۲۰۶	۳-۵-۲-۴- تبدیل آنزیمی
۲۰۸	۳-۵-۲-۵- عوامل کلات‌کننده
۲۱۲	۳-۵-۲-۶- پروتئین‌های شوک حرارتی
۲۱۳	۳-۵-۲-۷- آمینو اسیدها و اسیدهای آلی
۲۱۳	۳-۵-۲-۸- کده‌بندی واکوئلی
۲۱۴	۳-۵-۲-۹- تبخیر
۲۱۶	۳-۵-۲-۱۰- فوق انبارش
۲۱۹	۳-۵-۲-۱۱- سیستم دفاع پاداکسایشی
۲۲۱	۳-۶- زن‌ها و سازوکارهای سم‌زدایی
۲۲۱	۳-۶-۱- عناصر کمیاب
۲۲۳	۳-۶-۲- ترابرنده‌های غشایی فلزات
۲۲۸	۳-۶-۳- کلات‌سازی و سم‌زدایی فلزات
۲۲۸	۳-۶-۱- متالوتیونین‌ها
۲۲۹	۳-۶-۲- فیتوکلانتین‌ها
۲۳۰	۳-۶-۴- تنش اکسایشی و تحمل به فلزات در گیاهان
۲۳۲	۳-۷- دورنمای مطالعات آینده
۲۳۵	فصل چهارم: گیاه‌بالایی عناصر کمیاب و فلزات سنگین
۲۳۷	۴-۱- مقدمه

صفحه	عنوان
۲۳۸	۲-۴- عناصر کمیاب
۲۴۰	۳-۴- فلزات سنگین
۲۴۳	۴-۴- پیامدهای بهداشتی
۲۴۶	۵-۴- روش‌های پالایشی
۲۴۷	۴-۵-۱- گیاه تثبیتی فلزات سنگین و عناصر کمیاب
۲۵۳	۴-۵-۱-۱- کاربرد اصلاح‌گرها در گیاه تثبیتی
۲۶۰	۴-۵-۱-۲- بایس کارایی گیاه تثبیتی عناصر کمیاب
۲۶۱	۴-۵-۲- گیاه فیلتری عناصر کمیاب و فلزات سنگین
۲۶۴	۴-۵-۳- گیاه تبخیری عناصر کمیاب و فلزات سنگین
۲۶۶	۴-۵-۴- گیاه استخراجی فلزات سنگین و عناصر کمیاب
۲۶۷	۴-۵-۴-۱- انتخاب روش و گیاه مناسب برای گیاه استخراجی
۲۷۱	۴-۵-۴-۲- گیاه استخراجی طبیعی عناصر کمیاب و فلزات سنگین با استفاده از گیاهان فوق‌انبارنده
۲۸۴	۴-۵-۴-۳- گیاه استخراجی طبیعی عناصر کمیاب و فلزات سنگین با گیاهان غیرانبارنده دارای زیست‌توده بالا
۲۸۹	۴-۵-۴-۴- گیاه استخراجی القایی (گیاه استخراجی با کمک کلات‌کننده‌ها)
۲۹۷	۴-۵-۴-۵- گیاه معدنی
۳۱۳	۴-۶- مدیریت زیست‌توده‌های خطرناک گیاهی بعد از گیاه‌پالایی
۳۱۷	فصل پنجم: گیاه‌پالایی آفت‌کش‌ها و سموم
۳۱۹	۵-۱- مقدمه
۳۲۲	۵-۲- آلودگی‌های محیطی
۳۲۲	۵-۲-۱- آفت‌کش‌های ارگانوکلره
۳۲۵	۵-۲-۲- آترازین
۳۲۸	۵-۲-۳- مقایسه ددت با آترازین
۳۲۹	۵-۳- پاک‌سازی محیط زیست
۳۲۹	۵-۳-۱- فرآیندهای پالایشی
۳۲۹	۵-۳-۱-۱- روش‌های فیزیکی- شیمیایی
۳۳۰	۵-۳-۱-۲- روش‌های زیستی
۳۳۰	۵-۳-۲- گیاه‌پالایی
۳۳۱	۵-۳-۲-۱- ریشه‌تجزیه‌ای
۳۳۲	۵-۳-۲-۲- گیاه استخراجی

۳۳۵	۴-۵- سازوکارهای پالایشی آلاینده‌های آلی در گیاهان
۳۴۱	۵-۵- پاک‌سازی محیط با استفاده از گیاهان غیرهدف
۳۴۲	۵-۵-۱- نوآرهای رویشی فیلترکننده یا نوآرهای بافری
۳۴۳	۵-۵-۲- تالاب‌های مصنوعی
۳۴۴	۵-۶-۱- انتخاب گیاهان
۳۴۴	۵-۶-۱- ظرفیت پالایشی
۳۴۴	۵-۶-۲- سیستم‌های ریزوسفری
۳۴۷	۵-۶-۳- گیاه‌پالایی آفت‌کش‌ها با استفاده از درختان
۳۵۴	۵-۶-۴- گیاه‌پالایی آفت‌کش‌ها با استفاده از گیاهان آبزی
۳۵۶	۵-۶-۵- گیاه‌پالایی آفت‌کش‌ها با استفاده از گیاهان زراعی و گراس‌ها
۳۶۱	۵-۷- مشکلات گیاه‌سمیتی
۳۶۲	۵-۸- احیای مناطق آلوده
۳۶۴	۵-۹- اهمیت و نقش گیاهان تراریخت در گیاه‌پالایی علف‌کش‌ها
۳۶۵	۵-۹-۱- تولید گیاهان تراریخت برای فرآیند گیاه‌پالایی
۳۶۷	۵-۱۰- نتیجه‌گیری
۳۶۹	فصل ششم: گیاه‌پالایی هیدروکربن‌های آلی و نفتی
۳۷۱	۶-۱- مقدمه: آلاینده‌های آلی مهم
۳۷۳	۶-۱-۱- آلاینده‌های آلی پایدار
۳۷۴	۶-۱-۲- هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای
۳۷۵	۳-۱-۶- هیدروکربن‌های نفتی
۳۷۹	۶-۱-۴- حلال‌های کلره فرار
۳۸۰	۶-۱-۵- مواد انفجاری
۳۸۱	۶-۲- فرآیندهای تجزیه و تبدیل آلاینده‌های آلی و نفتی
۳۸۲	۶-۲-۱- جذب، انتقال و تبدیل آلاینده‌های آلی و نفتی
۳۸۵	۶-۲-۲- مسیرهای تجزیه و تبدیل (مرحله ۱)
۳۹۳	۶-۲-۳- هم‌یوگی (مرحله ۲)
۳۹۴	۶-۲-۴- کده‌بندی (مرحله ۳)
۳۹۵	۶-۳- گیاه‌پالایی آلاینده‌های آلی فرار
۳۹۶	۶-۴- گیاه‌پالایی مواد انفجاری
۳۹۷	۶-۴-۱- گیاه‌پالایی RDX
۳۹۸	۶-۴-۲- گیاه‌پالایی HMX

صفحه	عنوان
۳۹۸	۶-۴-۳- گیاه‌پالایی TNT
۳۹۹	۶-۵- گیاه‌پالایی ترکیبات نفتی
۴۰۰	۶-۵-۱- روش‌های مرسوم پاک‌سازی TPH های خاک
۴۰۲	۶-۵-۲- سازوکارهای گیاه‌پالایی هیدروکربن‌های نفتی
۴۰۸	۶-۵-۳- اجرای یک پروژه گیاه‌پالایی برای آلاینده‌های نفتی
۴۰۸	۶-۵-۳-۱- قابلیت پاک‌سازی محل
۴۰۹	۶-۵-۳-۲- انتخاب گونه گیاهی مناسب برای گیاه‌پالایی هیدروکربن‌های نفتی
۴۱۸	۶-۵-۳-۳- نهاده‌های زراعی
۴۲۰	۶-۵-۳-۴- هزینه
۴۲۱	۶-۵-۳-۵- مدل‌سازی ریاضی
۴۲۴	۶-۶- نتیجه‌گیری
۴۲۷	فصل هفتم: گیاه‌پالایی آلاینده‌های هوا
۴۲۹	۷-۱- مقدمه
۴۳۲	۷-۲- اثرات سمی آلاینده‌های هوا بر گیاهان
۴۳۲	۷-۲-۱- دی‌اکسید گوگرد (SO_2)
۴۳۴	۷-۲-۲- دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، اوزن (O_3) و مواد آلی فرار (VOC)
۴۳۷	۷-۲-۳- مواد جامد معلق
۴۳۹	۷-۳- روش‌شناسی و تثبیت آلاینده‌های هوا
۴۳۹	۷-۳-۱- روش‌شناسی و تثبیت دی‌اکسید گوگرد در گیاهان
۴۴۱	۷-۳-۲- روش‌شناسی و تثبیت دی‌اکسید نیتروژن در گیاهان
۴۴۲	۷-۳-۳- گیاه‌تصفیه‌ای ذرات معلق هوا
۴۴۴	۷-۴- تحمل گیاهان در برابر آلاینده‌های موجود در هوا
۴۴۵	۷-۵- عوامل کنترل‌کننده تحمل گیاهان در مقابل آلاینده‌های هوا
۴۴۸	۷-۶- مطالعه موردی نقش گیاهان در کاهش آلودگی هوا
۴۵۳	۷-۷- گیاه‌پالایی بنزن و تولوئن از هوای درون خانه‌ها با استفاده از گیاهان زینتی؛ مطالعه موردی
۴۵۸	۷-۸- نتیجه‌گیری
۴۶۱	فصل هشتم: میکروارگانیسم‌ها و گیاه‌پالایی
۴۶۳	۸-۱- مقدمه
۴۶۴	۸-۲- گیاه‌پالایی تسهیل‌شده آلاینده‌های آلی با باکتری‌ها
۴۶۵	۸-۲-۱- باکتری‌های زیست‌تخریب‌گر

۴۶۶	۸-۲-۲- باکتری‌های محرک رشد گیاه
۴۶۸	۸-۲-۳- یک سیستم پهنه
۴۶۸	۸-۳- گیاه‌پالایی تسهیل‌شده فلزات با باکتری‌ها
۴۷۳	۸-۴- اهمیت برهم‌کنش‌ها و فعالیت‌های ریزوسفری
۴۷۴	۸-۵- کنترل ریزوسفری دسترسی زیستی آلاینده‌ها طی گیاه‌پالایی
۴۷۵	۸-۵-۱- کنترل گیاه بر دسترسی زیستی فلزات/ شبه‌فلزات در ریزوسفر
۴۷۷	۸-۵-۲- کنترل میکروبی دسترسی زیستی فلزات/ شبه‌فلزات در ریزوسفر
۴۷۹	۸-۵-۳- کنترل دسترسی زیستی آلاینده‌های آلی در ریزوسفر
۴۸۰	۸-۶- کنترل ریزوسفری تبخیر فلزات/ شبه‌فلزات
۴۸۱	۸-۷- کنترل ریزوسفری تجزیه زیستی ترکیبات آلی
۴۸۳	۸-۸- درون‌رست‌ها یا آندوفیت‌ها
۴۸۴	۸-۸-۱- تنوع درون‌رست‌های مقاوم به فلزات سنگین
۴۸۵	۸-۸-۲- تنوع درون‌رست‌های تجزیه‌کننده آلاینده‌های آلی
۴۸۸	۸-۸-۳- نقش درون‌رست‌ها در گیاه‌پالایی
۴۸۹	۸-۸-۳-۱- تحریک رشد گیاهان
۴۹۰	۸-۸-۳-۲- کاهش گیاه‌سمیتی
۴۹۱	۸-۸-۳-۳- ایجاد تحرک و گیاه‌استخراجی فلزات
۴۹۲	۸-۸-۳-۴- انباشت فلزات در گیاهان
۴۹۳	۸-۸-۴- مهندسی درون‌رست‌ها
۴۹۴	۸-۹- قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار (AMF) در گیاه‌پالایی
۴۹۶	۸-۹-۱- آلاینده‌گی فلزات سنگین و قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار
۵۰۰	۸-۹-۲- نقش قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار در گیاه‌تثبیتی
۵۰۴	۸-۹-۳- نقش قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار در گیاه‌استخراجی
۵۰۶	۸-۹-۴- نقش قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار در ایجاد تحمل در گیاهان
۵۰۸	۸-۹-۵- نقش قارچ‌های هم‌زیست میکوریزی در جذب فلزات سنگین
۵۱۰	۸-۹-۶- مطالعات مولکولی و مهندسی ژنتیک
۵۱۵	فصل نهم: مهندسی ژنتیک و گیاهان تراریخت
۵۱۷	۹-۱- مقدمه
۵۱۸	۹-۲- تولید جهانی محصولات تراریخت
۵۲۱	۹-۳- مهندسی ژنتیک و آلاینده‌ها
۵۲۳	۹-۴- مهندسی ژنتیک برای گیاه‌پالایی آلاینده‌های معدنی
۵۲۴	۹-۴-۱- سازوکارهای جذب و انباشت فلزات

۵۲۸	۹-۴-۲- دستورزی ژنتیکی برای گیاه استخراجی
۵۲۸	۹-۴-۲-۱- متالوتیونین ها و پروتئین های پیونددهنده فلزات
۵۳۰	۹-۴-۲-۲- فیتوکلاتین ها
۵۳۳	۹-۴-۲-۳- آنزیم های دخیل در ساخت گلوکاتیون و مصرف گوگرد معدنی
۵۳۷	۹-۴-۲-۴- دستکاری مسیر سیستئین و سلنوسیستئین
۵۳۸	۹-۴-۲-۵- ترابرنده های غشایی فلزات
۵۴۱	۹-۴-۳- دستکاری ژنتیکی برای گیاه تبخیری
۵۴۱	۹-۴-۱- گیاه تبخیری جیوه
۵۴۴	۹-۴-۲- گیاه تبخیری ترکیبات سلیوم
۵۴۶	۹-۴-۴- ژن های پیشنهادی برای گیاه پالایی فلزات سنگین و عناصر کمیاب
۵۴۷	۹-۵- مهندسی ژنتیک برای گیاه پالایی آلاینده های آلی
۵۴۸	۹-۵-۱- مسیرهای تجزیه در گیاهان
۵۴۹	۹-۵-۲- سیتوکروم P450: جنبه های زیست محیطی
	۹-۵-۳- وارد کردن CYP450 در گیاهان عالی برای افزایش متابولیسم ترکیبات آلی
۵۵۱	فرازبستی
۵۵۲	۹-۵-۱- گیاهان تراریخت حاوی P450 انسانی برای متابولیسم علف کش
	۹-۵-۲- گیاهان تراریخت حاوی P450 انسانی برای متابولیسم هیدروکربن های
۵۵۶	هالوژنه
	۹-۵-۳- کشت سوسپانسیون سلولی گیاهی به عنوان سیستم بیانی برای
۵۵۷	ایزوزیم های P450
۵۵۸	۹-۵-۴- گلوکاتیون S- ترانسفراز (GSTs): جنبه های زیست محیطی
	۹-۵-۵- گیاهان تراریخت حاوی GST برای افزایش تجزیه / پیوند ترکیبات آلی
۵۶۰	فرازبستی
۵۶۱	۹-۵-۶- گیاهان تراریخت برای افزایش قدرت پالایش مواد انفجاری
۵۶۳	۹-۵-۷- گیاهان تراریخت برای ریشه پالایی ترکیبات آلی فرازیستی
۵۶۶	۹-۵-۸- گیاهان تراریخت برای گیاه پالایی دیگر آلاینده های آلی مهم
۵۶۸	۹-۶- استفاده از ریشه های موین برای پالایش آلاینده ها
۵۶۹	۹-۶-۱- سازوکارهای پالایشی ریشه
۵۷۱	۹-۶-۲- پاکسازی ترکیبات آلی به کمک ریشه های موین
۵۷۴	۹-۶-۳- پاکسازی فلزات سنگین به کمک ریشه های موین
۵۷۶	۹-۶-۴- قارچ های میکوریزی آربوسکولار و پالایش با استفاده از ریشه های موین

۵۷۶	۷-۹-۷-ایمنی زیستی و اخلاق زیستی
۵۷۸	۷-۹-۱-مزایا و معایب مهندسی ژنتیک
۵۷۸	۷-۹-۱-۱-مزایا
۵۷۹	۷-۹-۲-۱-معایب
۵۸۱	۷-۹-۲-تراریخت‌ها و گرسنگی انسان
۵۸۲	۷-۹-۳-تراریخت‌ها و محیط زیست
۵۸۳	۷-۹-۱-۳-فرار ژن و ابرعلف‌های هرز
۵۸۵	۷-۹-۲-۳-تنوع زیستی
۵۸۵	۷-۹-۴-تراریخت‌ها و سلامت انسان
۵۸۷	۷-۹-۵-تراریخت‌ها: آثار اقتصادی-اجتماعی
۵۸۸	۷-۹-۶-نگرانی‌های اخلاقی بنیادی
۵۸۸	۷-۹-۱-۶-غیرطبیعی بودن
۵۸۹	۷-۹-۲-۶-تجاوز به حریم گونه‌ها
۵۹۰	۷-۹-۳-۶-دخال‌ت در کار خدا
۵۹۰	۷-۹-۴-۶-تغییر طبیعت و توازن خلقت
۵۹۰	۷-۹-۸-جمع‌بندی
۵۹۳	منابع

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 کاربردهای 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 صد سالگی 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 نشده‌اند. خصلت‌هایی همچون زمان‌بر بودن، هزینه‌بر بودن، ریسک‌پذیری، کیفیت نه چندان 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 مستقیم پژوهش 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 و فنی کشور در بخش پژوهش و فناوری و نیز توسعه ارتباط با مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی معتبر داخلی و خارجی و مشارکت با آنان برای توسعه رشته‌ها و علوم و فنون وابسته به صنعت نفت و 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 «گیاه‌پالایی (مبانی و کاربردها)» تألیف آقایان دکتر حسن رهنما و دکتر ابراهیم علایی، یکی دیگر از مجموعه انتشارات جدید پژوهشگاه است که با هدف ترویج و تأکید بر مسائل زیست‌محیطی از منظر علمی و نیز توسعه دانش در این حوزه منتشر می‌شود و امید است مورد استفاده پژوهش‌گران و دانشجویان محترم قرار گیرد.