



شیمی سبز

(رشته شیمی)

www.ketab.ir

دکتر محمدعلی کریمی دکتر خدیجه دیده بان

ماهر و خالق

سرشناسه	: کریمی، محمدعلی، ۱۳۴۴-
عنوان و نام پدید آور	: شیمی سبز (رشته شیمی) / محمدعلی کریمی، خدیجه دیده بان، ماهر خالقی؛
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: سیزده، ۱۷۴ ص.
فروست	: دانشگاه پیام نور؛ ۲۴۰۲. گروه شیمی؛ ۱/۱۳۸
شابک	: 978 - 964 - 14 - 0449 - 1
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: شیمی سبز - آموزش برنامه ای
موضوع	: Green chemistry—Programmed instruction
موضوع	: شیمی محیط زیست - آموزش برنامه ای
موضوع	: Environmental chemistry — Programmed instruction
ش. س. افزوده	: دیده بان افشرد، خدیجه، ۱۳۵۶-
شناسه افزوده	: خالقی مقدم، ماهر، ۱۳۵۶-
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	: Payam Noor University
رده بندی کلاس	: ۱۳۹۶ ۵۵/۲/۳۴۵ TP
رده بندی دیویی	: ۶۶۰
شماره کتابشناسی	: ۵۰۶۵۰۱۱



دانشگاه پیام نور

شیمی سبز

مؤلفان: دکتر محمدعلی کریمی - دکتر خدیجه دیده بان - ماهر خالقی

ویراستار علمی: دکتر سید محمد میرمکاری

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب محرومان آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول تیر ۱۳۹۷

شابک: ۱ - ۰۴۴۹ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0449 - 1

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید.

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۹۰۰۰۰ ریال

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه پاداوران. تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۹۸۲۸

فهرست مطالب

پیشگفتار

فصل اول. مفاهیم شیمی سبز (ماریف کلم)

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۱ شیمی سبز و آینده پایدار

۲-۱ تاریخچه شکل‌گیری شیمی سبز

۳-۱ شیمیدان سبز

۴-۱ پسماندها و هزینه دفع آن‌ها

۵-۱ محیط زیست، اقتصاد اتمی و کاهش آلاینده‌ها

۱-۵-۱ آلودگی محیط زیست

۲-۵-۱ اقتصاد اتمی و کاهش پسماند

۳-۵-۱ مبانی اقتصاد اتمی

۴-۵-۱ اصول و معیارها

۶-۱ لزوم دستیابی به فناوری‌های سبز

خلاصه فصل اول

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

خودآزمایی تشریحی فصل اول

منابع فصل اول

فصل دوم. اصول بنیادی شیمی سبز

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۲ اصول دوازده‌گانه شیمی سبز

۱-۱-۲ پیشگیری از تولید فراورده‌های بیهوده

۲-۱-۲ اقتصاد اتمی A.E.

۳-۱-۲ سنتز شیمیایی کم‌خطر

۴-۱-۲ طراحی مواد شیمیایی ایمن‌تر

۵-۱-۲ حلال‌ها و مواد کمکی ایمن‌تر

۶-۱-۲ طراحی برای افزایش بهره‌انرژی

۷-۱-۲ استفاده از مواد خام تجدیدپذیر

۸-۲ منش مشتقات

۱-۱ کاتالیزورها

۱۰-۱-۲ طراحی برای تخریب‌پذیری

۱۱-۱-۲ تجزیه و تحلیل لحظه به لحظه برای پیشگیری از آلودگی

۱۲-۱-۲ شیمی دانا: متن‌تر برای جلوگیری از حوادث

خلاصه فصل دوم

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم

خودآزمایی تشریحی فصل دوم

منابع فصل دوم

فصل سوم. طراحی یک فرایند سبز

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۳ انتخاب مواد اولیه و واکنشگرها

۱-۱-۳ مواد اولیه حاصل از منابع کشاورزی (زیست‌توده)

۲-۳ انتخاب کاتالیزگر- کاتالیزگر سبز

۱-۲-۳ گزینش‌پذیری کاتالیزگر

۲-۲-۳ کاتالیزگرهای زیستی

۳-۲-۳ کاتالیزگرهای همگن و ناهمگن

۴-۲-۳ کاتالیزگرهای انتقال فاز

۳-۳ انتخاب حلال- حلال‌های سبز

۱-۳-۳ حلال‌های ایمن

۲-۳-۳ آب به‌عنوان حلال در واکنش‌های سنتزی

۳-۳-۳ مایعات یونی به‌عنوان حلال سبز

۴-۳-۳ سیال‌های فوق بحرانی

۶۰	۳-۳-۵ حلال‌های دوفازی پرفلئور
۶۱	۳-۳-۶ سامانه‌های بدون حلال
۶۲	خلاصه فصل سوم
۶۳	خودآزمایی چهار گزینه‌ای فصل سوم
۶۵	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۶۶	منابع فصل سوم
۶۷	فصل چهارم. فناوری‌های سبز
۶۷	هدف کلی
۶۷	هدف‌های یادگیری
۶۷	مقدمه
۶۸	۴-۱ فناوری‌های سبز: بر مقیاس نانو (نانوسبز)
۷۱	۴-۲ انرژی‌های پاک
۷۳	۴-۳ کاربرد ریزموج در شیمی سبز
۷۵	۴-۳-۱ حذف هافمن
۷۵	۴-۳-۲ هیدرولیز بنزیل کلرید
۷۶	۴-۳-۳ محافظت‌زدایی (استیل‌زدایی)
۷۷	۴-۴ کاربرد فراصوت در شیمی سبز
۷۸	۴-۴-۱ استری‌شدن
۷۹	۴-۴-۲ آبکافت
۷۹	۴-۴-۳ واکنش‌های جانشینی
۸۰	۴-۵ واکنش‌های نورشیمیایی در شیمی سبز
۸۱	۴-۶ واکنش‌های الکتروشیمیایی در شیمی سبز
۸۵	خودآزمایی گزینه‌ای فصل چهارم
۸۶	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۸۷	منابع فصل چهارم
۸۹	فصل پنجم. نگرشی بر شیمی محیط زیست
۸۹	هدف کلی
۸۹	هدف‌های یادگیری
۸۹	مقدمه
۹۰	۵-۱ شیمی محیط زیست
۹۱	۵-۲ شیمی هوا
۹۲	۵-۲-۱ آلودگی هوا
۹۲	۵-۲-۲ گازهای گلخانه‌ای

۹۳	۵-۲-۳ لایه آزن
۹۵	۵-۲-۴ هیدروکربن ها
۹۷	۵-۲-۵ ترکیبات سرب
۹۸	۵-۲-۶ منوکسیدکربن
۹۸	۵-۲-۷ ترکیبات گوگردار
۹۹	۵-۲-۸ آزیست
۱۰۰	۵-۲-۹ آلاینده های هوا در محیط های بسته
۱۰۰	۵-۳-۳ شیمی خاک
۱۰۱	۵-۳-۱ آلودگی خاک
۱۰۳	۵-۴-۴ شیمی آب
۱۰۳	۵-۴-۱ آلودگی آب
۱۰۵	۵-۵ آلاینده های آلی دیرپا (مقاوم)
۱۰۸	۵-۶ آلودگی صوتی
۱۰۹	خلاصه فصل پنجم
۱۰۹	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل پنجم
۱۱۰	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۱۱	منابع فصل پنجم
۱۱۳	فصل ششم. سامانه های مدیریت زیست محیطی
۱۱۳	هدف کلی
۱۱۳	هدف های یادگیری
۱۱۳	مقدمه
۱۱۵	۶-۱ سامانه جهانی استانداردسازی (ایزو)
۱۱۶	۶-۲ انواع استانداردها
۱۱۸	۶-۲-۱ استاندارد هوای پاک
۱۲۰	۶-۲-۲ استاندارد مدیریت زیست محیطی سری ۱۴۰۰۰
۱۲۲	۶-۲-۳ استانداردهای آلودگی
۱۳۲	خلاصه فصل ششم
۱۳۲	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل ششم
۱۳۳	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۳۴	منابع فصل ششم
۱۳۵	فصل هفتم. نمونه هایی از محصولات سبز
۱۳۵	هدف کلی
۱۳۵	هدف های یادگیری

۱۳۵	مقدمه
۱۳۶	۱-۷ طراحی زیست سازگار
۱۳۷	۲-۷ پلاستیک‌های سبز و زیست سازگار
۱۳۹	۳-۷ سوخت‌های زیستی
۱۴۰	۴-۷ آفت‌کش‌های سبز
۱۴۲	۵-۷ رنگ‌های سبز
۱۴۵	۶-۷ پاک‌کننده‌های سبز
۱۴۷	۷-۷ اسانس‌های سبز
۱۴۸	۸-۷ داروهای سبز
۱۵۱	۹-۷ منافذ محبوس‌ولات سبز برای محیط‌زیست
۱۵۱	خلاصه فصل هفتم
۱۵۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۵۳	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم
۱۵۳	منابع فصل هفتم
۱۵۵	فصل هشتم. کامپوزیت‌های سبز
۱۵۵	هدف کلی
۱۵۵	هدف‌های یادگیری
۱۵۵	مقدمه
۱۵۶	۱-۸ کامپوزیت
۱۵۹	۲-۸ کامپوزیت‌های سبز
۱۶۰	۱-۲-۸ پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر به‌عنوان فاز زمینه
۱۶۴	۲-۲-۸ نانوپرکننده‌های مورد استفاده در کامپوزیت‌های سبز
۱۶۹	۳-۲-۸ کامپوزیت چوب پلاستیک (WPC)
۱۶۹	۴-۲-۸ کامپوزیت سرامیکی
۱۷۰	خلاصه فصل هشتم
۱۷۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۱۷۱	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم
۱۷۲	منابع فصل هشتم
۱۷۴	پاسخنامه خودآزمایی چهارگزینه‌ای

پیشگفتار

در عصری از دانش بشی، به سر می بریم که همه دانشمندان و محققین بر این باورند که شیمی نقشی بنیادی در پرفرکت تمدن آدمی داشته و جایگاه آن در اقتصاد، سیاست و زندگی روزمره روز به روز پررنگ تر شده است. با این همه، شیمی طی روند پیشرفت خود، که همواره با سودرساندن به می همراه بوده، آسیب های چشمگیری نیز به سلامت آدمی و محیط زیست وارد کرده است. شیدان ها طی سال ها کوشش و پژوهش، مواد خامی را از طبیعت برداشت کرده اند، که با زنت آدمی و شرایط محیط زیست سازگاری بسیار دارند، و آن ها را به موادی دگرگون کرده اند که سلامت آدمی و محیط زیست را به چالش کشیده اند. هم چنین، این مواد به سادگی به چرخه ی طبیعی مواد باز نمی گردند و سال های زیادی به صورت زباله های پیراسبران و همیشگی در طبیعت می ماند. بارها از آسیب های مواد شیمیایی به بدن ادمی و محیط زیست شنیده و خوانده ایم. اما، چاره کار چیست؟ به نظر می رسد در کنار راهکارهای پیشگیرانه، که تاکنون کارامدی چشمگیری از خود نشان نداده اند، باید به راه های کارآمدتری نیز بیاندیشیم که دگرگونی در شیوه ی ساختن مواد شیمیایی در راستای کاهش آسیب های آن ها به آدمی و محیط زیست، یکی از این راههاست.

امروزه، از این رویکرد نوین با عنوان شیمی سبز (شیمی پایدار) یاد می شود. فلسفه تحقیقاتی شیمی و رشته های وابسته به آن در این رویکرد، طراحی فراورده ها و فرایندهایی می باشد که با محیط زیست سازگار بوده و خطرات ناشی از مواد شیمیایی

به حداقل برسد. هدف شیمی محیط زیست، فرایندهای شیمیایی است که در محیط زیست طبیعی رخ می‌دهد و در مورد مواد شیمیایی آلاینده در طبیعت بحث می‌کند. در حالی که شیمی سبز به دنبال کاهش و جلوگیری از این آلودگی در محیط زیست می‌باشد.

در ایران نیز با توجه به پیشرفت‌های قابل توجه در علم شیمی و سهم به‌سزای اساتید و محققین شیمیدان کشور در دستاوردهای مرتبط با این دانش بشری در عرصه جهان، در سال‌های اخیر مقوله جهت‌گیری طراحی یا بازطراحی مولکول‌ها، مواد و دستگاه‌های شیمیایی در راستای سالم‌تر کردن آن‌ها برای آدمی و محیط زیست بر مبنای بنیادهای دوازده گانه شیمی سبز بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است.

در این راستا، با توجه به عدم وجود منبع درسی مناسب و قابل فهمی با رویکرد آشنایی طیف وسیع از دانشجویان و محققین با مفاهیم، اصول بنیادین و شیوه‌های طراحی و دستیابی به رایند، و فناوری‌های سبز، کتاب حاضر تهیه و تدوین شده است. کتاب از هشت فصل مجزا تشکیل شده است. خواننده در فصل اول کتاب با تاریخچه، مفاهیم، تعاریف و رایای شیمی سبز و توسعه پایدار و مفاهیم کلیدی نظیر محیط زیست، اقتصاد اتمی، پسماندها و بازطراحی واکنش‌ها و فناوری‌های روز در حوزه شیمی سبز آشنا می‌شود.

فصل دوم شامل معرفی اصول بنیادین دوازده گانه شیمی سبز و روش‌های استفاده از این اصول و بازطراحی واکنش‌ها بر مبنای استفاده از مواد شیمیایی ایمن‌تر و پربازده‌تر است. همچنین روش‌های تلفیق این اصول و استفاده هم‌زمان از آنها و چگونگی محاسبه اقتصاد اتمی و واکنش‌های با اقتصاد اتمی مناسب شرح داده می‌شوند.

در فصل سوم سعی شده است تا روش‌های طراحی یک فرایند سبز و اصول و اصطلاحات عمومی نظیر کاتالیزگر سبز، حلال سبز و مواد اولیه سبز توضیح داده شوند.

فصل چهارم شامل معرفی برخی از فناوری‌های موجود در زمینه شیمی سبز است. در این فصل مقوله‌های مهمی نظیر انرژی‌های پاک و فناوری‌های جایگزین و همچنین کاربرد امواج ریز موج و فراصوت و واکنش‌های نورشیمیایی و الکتروشیمیایی در شیمی سبز نیز شرح داده می‌شوند.

در فصل پنجم با شیمی محیط زیست و نقش و چگونگی تاثیرگذاری بشر بر طبیعت و ناپایداری نمودن آن و منابع، آثار و انواع آلودگی‌ها و راه‌های کنترل آنها آشنا می‌شوند.

فصل ششم شامل آشنایی با استانداردسازی در زمینه محیط زیست و مفاهیم مرتبط با سامانه جهانی استاندارد سازی (ایزو) و تضمین کیفیت است. همچنین، مطالب و مفاهیم ضروری در استانداردهای آلودگی و هوا و آب پاک توضیح داده می‌شوند.

در فصل هفتم با تعدادی از محصولات سبز بر پایه فرایندهای سبز و چگونگی کاهش آلودگی‌های آب و هوا و حفظ منابع زمین ناشی از چنین رویکردی آشنا می‌شوند. در همین راستا، ضمن تشریح فلسفه طراحی فرآورده‌های زیست سازگار و چگونگی سبز آن‌ها، منابع چنین محصولات سبزی برای جامعه بشری و محیط زیست تشریح می‌شود. همچنین، برخی نمونه محصولات سبز نظیر پلاستیک‌ها، سوخت‌ها، آفت‌کش‌ها، رنگ‌ها، پاک‌کننده‌ها، سانس‌ها و داروها تشریح می‌شوند.

فصل هشتم شامل آشنایی با کامپوزیت‌ها و نانوکامپوزیت‌های سبز و نحوه استفاده از آنها در ترکیبات زیست تخریب پذیر است. همچنین، پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر بر پایه نشاسته، سلولز، کیتین و پروتئین‌ها و برخی نانوپرکننده‌ها توضیح داده می‌شوند.

امید است کتاب حاضر به ارتقاء هر چه بیشتر سطح علمی دانشجویان به ویژه در رشته‌های مختلف به‌ویژه شیمی و مهندسی شیمی و رشته‌های وابسته در مقاطع کارشناسی و کارشناسی‌ارشد کمک نماید. انشاء...

بدین‌وسیله مراتب سپاس خود را از تلاش مسئولان و زحمات ارزنده و صادقانه پرسنل محترم دفتر تدوین، سرکارخانم خواجه‌پور و سرکار خانم حاجی‌انزله‌ای، که در زمینه پیشبرد تدوین این کتاب، نقش به‌سزایی داشتند، ابراز می‌داریم.

دکتر محمدعلی کریمی (عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور)

دکتر خدیجه دیده‌بان (عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور)

ماهر و خالقی‌مقدم (عضو هیئت علمی پژوهشگاه استاندارد)