



رنگدانه‌های غیر آلی صنعتی

ویراستار

گانتز باکسبام

گرهارد فاف

ترجمه

دکتر سعید باغشاهی

تابستان ۱۳۹۹

عنوان و نام پدیدآورنده	:	رنگدانه‌های غیر آلی صنعتی / ویراستار گانتز باکسیام، گرهارد فاف؛ ترجمه سعید باغشاهی
مشخصات نشر	:	قزوین: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، ۱۳۹۹
مشخصات ظاهری	:	۳۶۶ ص.
شابک	:	978-622-689834-8
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Industrial Inorganic Pigments, 3rd ed.
موضوع	:	رنگدانه‌ها
موضوع	:	Pigments
شناسه افزوده	:	باکسیام، گانتز، ویراستار
شناسه افزوده	:	Buxbaum, Gunter
شناسه افزوده	:	فاف، گرهارد، ویراستار
شناسه افزوده	:	Pfaff, Gerhard
شناسه افزوده	:	باغشاهی، سعید، ۱۳۲۵، مترجم
شناسه افزوده	:	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
شناسه افزوده	:	Imam Khomeini International University
رده‌بندی کنگره	:	TP۹۳۶
رده‌بندی دیویی	:	۶۶۷/۳۹
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۷۳۱۶۵۴۸
وضعیت رکورد	:	فیا

عنوان : رنگدانه‌های غیر آلی صنعتی

ویراستاران : گانتز باکسیام و گرهارد فاف

مترجم : سعید باغشاهی

ناظر فنی : حمید کلهر

شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۸-۳۴-۸

نوبت چاپ : اول ۱۳۹۹

قیمت : ۷۰ هزار تومان

شمارگان : ۵۰۰ جلد

ناشر : انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

قزوین، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، تلفن ۳۳۹۰۱۴۲۶ - ۰۲۸

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

مسئولیت حقوقی و قانونی محتوای کتاب بر عهده صاحبان اثر است

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
 أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَ حُمْرٌ
 مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَ غَرَابِيبُ سُودٌ

آیا ندیدی که خدا باران را از آسمان فرود آورد و به وسیله آن میوه‌های گوناگون و رنگارنگ پدید آوردیم؟ و از
 کوه‌ها راه‌های زیاد با رنگ‌های مختلف سفید و سرخ و سیاه (آفریدیم).

آیه ۲۷، سوره فاطر

رنگدانه‌ها همواره مورد استفاده بشر بوده‌اند، در ابتدا بیش‌تر به صورت طبیعی و امروزه بیش‌تر به صورت
 مصنوعی. انسان اولیه از رنگدانه‌های طبیعی مانند آخرا و زغال برای ترسیم و رنگ‌آمیزی غارها استفاده
 می‌کرد و انسان خردمند از رنگدانه‌های مصنوعی مانند تیتان، همتایت و اولترامارین در کاربردهایی مانند
 لعاب‌های سرامیکی، کاغذ، بتن، رنگ‌های هنری و صنعتی، تونرهای چاپگرها و دستگاه‌های فتوکپی و
 حتی صنایع غذایی.

محققین و صنعتگران امروزی حتی پا را از کاربردهای سنتی، یعنی رنگ کردن مواد مختلف، فراتر
 گذاشته و از رنگدانه‌ها در کاربردهای غیر رنگی مانند مغناطیسی، ضد خوردگی، نورتاب، فوتوکاتالیستی
 و حتی پزشکی استفاده کرده‌اند. استفاده از اکسیدهای آهن و کروم و هگزافریت باریم برای ضبط
 مغناطیسی توسط دیسک‌ها و حافظه‌های کامپیوتری، استفاده از رنگدانه‌های سربی، کروماتی و فسفاتی
 برای محافظت فلزات در برابر خوردگی، استفاده از اکسید ایتیم و آلومینات استرانسیم دوپ شده با
 یوربیم در لامپ‌های فلورسنت، صفحات نمایش‌گر، عقربه‌های ساعت و حتی تصویربرداری پزشکی،
 استفاده از اکسید تیتانیم برای تجزیه فوتوکاتالیستی آلاینده‌های پساب‌های صنعتی و استفاده از نانوذرات
 مغناطیسی مگنتیت برای دارورسانی به سلول‌های سرطانی فقط بخش کوچکی از کاربردهای غیر رنگی
 در حال گسترش رنگدانه‌های غیر آلی صنعتی هستند.

در این کتاب، پس از مروری بر مفهوم رنگ و رنگ‌سنجی و استانداردهای مربوط، انواع رنگدانه‌های
 غیر آلی، فرآیند ساخت و کاربرد آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. آنچه که این کتاب را کم نظیر و بلکه
 بی‌نظیر ساخته است، همکاری ده‌ها متخصص فن در نگارش ویرایش‌های متعدد آن است. این افراد که
 همگی در معروف‌ترین کارخانه‌های تولید رنگدانه در آلمان، انگلستان و ژاپن مشغول به کار هستند و
 برخی نیز بازنشسته شده‌اند، با بهره‌گیری از بیش از هشتصد مرجع، اثری را پدید آورده‌اند که پاسخگوی
 نیازهای بسیاری از دانشجویان، پژوهش‌گران و صاحبان صنایع است. به همین دلیل این کتاب پس از

انتشار ویرایش اول به یک مرجع شناخته شده در این زمینه تبدیل شد و با توجه به اقبال فراوان، ویرایش دوم و سوم آن با بازنگری کلی به چاپ رسید.

پس از نایاب شدن ترجمه ویرایش دوم کتاب، بر آن شدیم تا ویرایش سوم که بیش از نیمی از آن نسبت به ویرایش قبلی به روز شده بود را ترجمه کنیم. امیدواریم این ترجمه نیز مورد قبول طبع دانش پژوهان واقع شود.

در این ترجمه سعی شده است تا جای ممکن از معادل‌های رایج و البته جاافتاده و مانوس برای اصطلاحات لاتین استفاده شود. در ضمن به جای پانویس که هم فضای زیادی را اشغال می‌کند و هم فقط در اولین مواجهه با آن اصطلاح ظاهر می‌شود، از واژه‌نامه‌های انگلیسی به فارسی و فارسی به انگلیسی بهره برده شده است. در ضمن یک واژه‌یاب نیز پس از واژه‌نامه‌ها اضافه شده است تا به خواننده در یافتن مطالب مورد نظر کمک کند.

با توجه به منابع معدنی عظیم و بعضاً بی‌نظیر کشور عزیزمان و پتانسیل‌های موجود برای تولید رنگدانه‌ها، امیدواریم که ترجمه این اثر بتواند نقشی هر چند کوچک در شکوفایی این صنعت سودآور و دارای ارزش افزوده بالا در کشورمان داشته باشد.

در پایان لازم می‌دانم از همسر و فرزندانم که همواره یار و یاور من بوده‌اند قدردانی کنم.

دکتر سعید باغشاهی

استاد دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

تابستان ۱۳۹۹

فهرست مطالب

صفحه

موضوع

ج	.....	پدمه مترجم
ه	.....	پدمه ویرایش سوم
و	.....	پدمه ویرایش دوم
ز	.....	پدمه ویرایش اول
ح	.....	ولفین
ط	.....	هرست مطالب
۱	.....	مقدمه
۱-۱	.....	۱-۱- کلیات
۱-۱-۱	.....	۱-۱-۱- تاریخچه، دسته‌بندی، استانداردها
۱-۱-۱-۱	.....	۱-۱-۱-۱- تعریف
۱-۱-۱-۲	.....	۱-۱-۱-۲- تاریخچه
۱-۱-۱-۳	.....	۱-۱-۱-۳- دسته‌بندی
۱-۱-۲	.....	۱-۱-۲- جنبه‌های اقتصادی و کاربردها
۱-۱-۲-۱	.....	۱-۱-۲-۱- جنبه‌های اقتصادی
۱-۱-۲-۲	.....	۱-۱-۲-۲- کاربردها
۱-۱-۳	.....	۱-۱-۳- دستاوردهای جدید
۱-۲	.....	۱-۲- خواص شیمیایی و فیزیکی عمومی
۱-۲-۱	.....	۱-۲-۱- مبانی
۱-۲-۱-۱	.....	۱-۲-۱-۱- ترکیب شیمیایی
۱-۲-۱-۲	.....	۱-۲-۱-۲- آنالیز
۱-۲-۱-۳	.....	۱-۲-۱-۳- بلورشناسی و طیف‌ها
۱-۲-۱-۴	.....	۱-۲-۱-۴- اندازه ذرات
۱-۲-۲	.....	۱-۲-۲- روش‌های اندازه‌گیری
۱-۲-۲-۱	.....	۱-۲-۲-۱- روش‌های عمومی
۱-۲-۲-۲	.....	۱-۲-۲-۲- مقدار ماده فرار و پرت حرارتی
۱-۲-۲-۳	.....	۱-۲-۲-۳- افسره‌های آبی
۱-۲-۲-۴	.....	۱-۲-۲-۴- توزیع اندازه ذرات
۱-۲-۲-۵	.....	۱-۲-۲-۵- چگالی رنگدانه
۱-۲-۲-۶	.....	۱-۲-۲-۶- سختی و قدرت سایندگی
۱-۳	.....	۱-۳- خواص رنگی
۱-۳-۱	.....	۱-۳-۱- مبانی

۲۷	 ۱-۱-۳-۱ رنگ‌سنجی
۳۱	 ۲-۱-۳-۱ نظریه کیوبلکا- مانک
۳۱	 ۳-۱-۳-۱ پراکنش جندگانه
۳۵	 ۲-۳-۱ اندازه‌گیری رنگ
۳۵	 ۱-۲-۳-۱ کلیات
۳۷	 ۲-۲-۳-۱ روش‌های اندازه‌گیری
۳۹	 ۳-۳-۱ قدرت رنگ‌کنندگی، قدرت روشن‌کنندگی و قدرت پراکنش
۳۹	 ۱-۳-۳-۱ قدرت رنگ‌کنندگی
۴۰	 ۲-۳-۳-۱ قدرت روشن‌کنندگی
۴۱	 ۳-۳-۳-۱ قدرت پراکنش نسبی
۴۱	 ۴-۳-۱ قدرت پوشانندگی و شفافیت
۴۲	 ۱-۴-۳-۱ قدرت پوشانندگی
۴۳	 ۲-۴-۳-۱ شفافیت
۴۳	 ۴-۱ پایداری در برابر نور، حرارت و مواد شیمیایی
۴۳	 ۱-۴-۱ میانی
۴۵	 ۲-۴-۱ روش‌های اندازه‌گیری
۴۵	 ۱-۲-۴-۱ پایداری در برابر نور
۴۶	 ۲-۲-۴-۱ پایداری در برابر هوا
۴۸	 ۳-۲-۴-۱ پایداری حرارتی
۴۸	 ۴-۲-۴-۱ پایداری در برابر مواد شیمیایی
۴۹	 ۵-۱ رفتار رنگدانه‌ها در چسب‌ها
۴۹	 ۱-۵-۱ میانی
۵۰	 ۲-۵-۱ روش‌های آزمایش
۵۰	 ۱-۲-۵-۱ برهم‌کنش رنگدانه- چسب
۵۱	 ۲-۲-۵-۱ رفتار پخش شوندگی در سامانه‌های رنگ
۵۳	 ۳-۲-۵-۱ سامانه‌های رنگدانه- چسب متفرقه
۵۵	 مراجع فصل اول
۵۹	 ۲- رنگدانه‌های سفید
۵۹	 ۱-۲-۱ اکسید تیتانیم
۶۰	 ۱-۱-۲ خواص
۶۰	 ۱-۱-۱-۲ خواص فیزیکی
۶۱	 ۲-۱-۱-۲ خواص شیمیایی
۶۱	 ۳-۱-۱-۲ خواص سطحی رنگدانه‌های تیتان
۶۱	 ۲-۱-۲ مواد اولیه

۶۲	۱-۲-۱-۲- مواد اولیه طبیعی
۶۶	۲-۲-۱-۲- مواد اولیه مصنوعی
۶۷	۳-۱-۲- تولید
۶۸	۱-۳-۱-۲- روش سولفات
۷۳	۲-۳-۱-۲- روش کلرید
۷۶	۳-۳-۱-۲- کیفیت رنگدانه
۷۷	۴-۳-۱-۲- فرآوری بعدی
۷۹	۵-۳-۱-۲- مدیریت زباله
۸۳	۴-۱-۲- جنبه‌های اقتصادی
۸۴	۵-۱-۲- خواص رنگدانه‌ای
۸۴	۱-۵-۱-۲- قدرت پراکنش
۸۷	۲-۵-۱-۲- رنگ
۸۷	۳-۵-۱-۲- پخش شدن
۸۷	۴-۵-۱-۲- پایداری در برابر نور و هوازدگی
۸۸	۶-۱-۲- آنالیز
۸۹	۷-۱-۲- کاربردهای رنگدانه‌ای تیتان
۸۹	۱-۷-۱-۲- رنگ‌ها و پوشش‌ها
۸۹	۲-۷-۱-۲- جوهرهای چاپ
۹۰	۳-۷-۱-۲- پلاستیک‌ها
۹۰	۴-۷-۱-۲- الیاف
۹۰	۵-۷-۱-۲- کاغذ
۹۰	۶-۷-۱-۲- کاربردهای دیگر
۹۱	۸-۱-۲- کاربردهای غیر رنگدانه‌ای تیتان
۹۱	۱-۸-۱-۲- الکتروسرامیک‌ها
۹۱	۲-۸-۱-۲- واکنش‌یارها
۹۲	۳-۸-۱-۲- رنگدانه‌های اکسید فلزی مخلوط
۹۲	۴-۸-۱-۲- جذب نور فرابنفش
۹۲	۹-۱-۲- سم‌شناسی
۹۲	۲-۲- رنگدانه‌های سولفید روی
۹۳	۱-۲-۲- خواص
۹۴	۲-۲-۲- روش تولید
۹۴	۱-۲-۲-۲- مواد اولیه
۹۴	۲-۲-۲-۲- لیتوبون
۹۷	۳-۲-۲-۲- ساجتولیت

۹۷	۴-۲-۲-۲- فرآیند هیدروترمال
۹۷	۵-۲-۲-۲- حفاظت محیطی
۹۷	۳-۲-۲- محصولات تجاری
۹۸	۴-۲-۲- کاربردها
۹۸	۱-۴-۲-۲- لیتوپون
۹۹	۲-۴-۲-۲- ساجتولیت
۹۹	۵-۲-۲- جنبه‌های اقتصادی
۹۹	۶-۲-۲- سم‌شناسی
۱۰۰	۳-۲- اکسید روی (سفید روی)
۱۰۰	۱-۳-۲- مقدمه
۱۰۱	۲-۳-۲- خواص
۱۰۱	۱-۲-۳-۲- خواص فیزیکی
۱۰۱	۲-۲-۳-۲- خواص شیمیایی
۱۰۱	۳-۳-۲- تولید
۱۰۲	۱-۳-۲-۲- مواد اولیه
۱۰۲	۲-۳-۳-۲- روش مستقیم با آمریکایی
۱۰۳	۳-۳-۳-۲- روش غیر مستقیم با فرانسوی
۱۰۴	۴-۳-۳-۲- فرآیند تر
۱۰۴	۵-۳-۳-۲- پساب‌آوری
۱۰۴	۴-۳-۲- مشخصات کیفی
۱۰۵	۵-۳-۲- کاربردها
۱۰۶	۶-۳-۲- جنبه‌های اقتصادی
۱۰۶	۷-۳-۲- سم‌شناسی و بهداشت حرفه‌ای
۱۰۷	۸-۳-۲- جنبه‌های زیست‌محیطی
۱۰۹	مراجع فصل دوم
۱۱۳	۳- رنگدانه‌های رنگی
۱۱۳	۱-۳- اکسیدها و هیدروکسیدها
۱۱۳	۱-۱-۳- رنگدانه‌های اکسید آهن
۱۱۳	۱-۱-۱-۳- رنگدانه‌های اکسید آهن طبیعی
۱۱۵	۲-۱-۱-۳- رنگدانه‌های اکسید آهن مصنوعی
۱۲۲	۳-۱-۱-۳- سم‌شناسی و جنبه‌های زیست‌محیطی
۱۲۳	۴-۱-۱-۳- کیفیت
۱۲۴	۵-۱-۱-۳- کاربردها
۱۲۵	۶-۱-۱-۳- جنبه‌های اقتصادی

۱۲۶	رنگدانه‌های اکسید کروم	۲-۱-۳
۱۲۶	خواص	۱-۲-۱-۳
۱۲۷	روش تولید	۲-۲-۱-۳
۱۲۹	ویژگی‌های کیفی و آنالیز	۳-۲-۱-۳
۱۳۰	انبار کردن و حمل و نقل	۴-۲-۱-۳
۱۳۰	کاربردها	۵-۲-۱-۳
۱۳۱	جنبه‌های اقتصادی	۶-۲-۱-۳
۱۳۱	سم‌شناسی و بهداشت حرفه‌ای	۷-۲-۱-۳
۱۳۱	رنگدانه‌های اکسید فلزی مخلوط	۳-۱-۳
۱۳۳	ساخت	۱-۳-۱-۳
۱۳۴	جنبه‌های کیفی	۲-۳-۱-۳
۱۳۵	خواص	۳-۳-۱-۳
۱۳۷	جنبه‌های اقتصادی	۴-۳-۱-۳
۱۳۷	رنگدانه‌های کادمیمی	۲-۳
۱۳۸	خواص	۱-۲-۳
۱۳۹	روش تولید	۲-۲-۳
۱۳۹	رنگدانه‌های بیسموتی	۳-۳
۱۴۰	جنبه‌های تاریخی و اقتصادی	۱-۳-۳
۱۴۰	خواص	۲-۳-۳
۱۴۱	روش تولید	۳-۳-۳
۱۴۳	کاربردها	۴-۳-۳
۱۴۴	سم‌شناسی	۵-۳-۳
۱۴۴	رنگدانه‌های کروماتی	۴-۳
۱۴۵	زرد کروم	۱-۴-۳
۱۴۵	روش تولید	۱-۱-۴-۳
۱۴۷	کاربردها	۲-۱-۴-۳
۱۴۷	قرمز مولیبدات و نارنجی مولیبدات	۲-۴-۳
۱۴۸	روش تولید	۱-۲-۴-۳
۱۴۸	کاربردها	۲-۲-۴-۳
۱۴۹	نارنجی کروم	۳-۴-۳
۱۴۹	سبز کروم و سبز کروم مقاوم	۴-۴-۳
۱۴۹	روش تولید	۱-۴-۴-۳
۱۵۰	کاربردها	۲-۴-۴-۳
۱۵۰	سم‌شناسی و بهداشت حرفه‌ای	۵-۴-۳

- ۱۵۰ ۳-۴-۱-۵- بهداشت حرفه‌ای
- ۱۵۱ ۳-۴-۲-۵- جنبه‌های زیست‌محیطی
- ۱۵۱ ۳-۴-۳-۵- دسته‌بندی و علامت‌گذاری
- ۱۵۳ ۲-۵-۵-۲- رنگدانه‌های اولترامارین
- ۱۵۳ ۳-۵-۱-۵- ساختار شیمیایی
- ۱۵۶ ۳-۵-۲- خواص
- ۱۵۷ ۳-۵-۳- روش تولید
- ۱۵۷ ۳-۵-۱-۳-۱- فعال‌سازی رس
- ۱۵۸ ۳-۵-۲-۲- اختلاط و حرارت دادن مواد اولیه
- ۱۵۸ ۳-۵-۳-۳- اکسایش
- ۱۵۸ ۳-۵-۴-۳- تخلیص و تصفیه
- ۱۵۹ ۳-۵-۴-۴- کاربردها
- ۱۵۹ ۳-۵-۱-۴-۵- پلاستیک‌ها
- ۱۶۰ ۳-۵-۴-۲-۳- رنگ‌ها
- ۱۶۰ ۳-۵-۳-۳-۴- جوهرهای چاپ
- ۱۶۰ ۳-۵-۴-۴-۴- کاغذ و پویش‌های کاغذ
- ۱۶۰ ۳-۵-۴-۵-۴- شوینده‌ها
- ۱۶۰ ۳-۵-۴-۶-۴- لوازم آرایشی و صابون‌ها
- ۱۶۰ ۳-۵-۴-۷-۴- رنگ‌های هنری
- ۱۶۱ ۳-۵-۴-۸-۴- اسباب‌بازی‌ها و اشیاء دیگر برای کودکان
- ۱۶۱ ۳-۵-۵-۵- جنبه‌های سم‌شناسی و زیست‌محیطی
- ۱۶۲ ۳-۵-۶-۵- جنبه‌های اقتصادی
- ۱۶۲ ۳-۶-۶-۶-۲- رنگدانه‌های آبی آهن
- ۱۶۲ ۳-۶-۱-۶- ساختار
- ۱۶۳ ۳-۶-۲-۶- روش تولید
- ۱۶۴ ۳-۶-۳-۶- خواص
- ۱۶۷ ۳-۶-۴-۶- کاربردها
- ۱۶۸ ۳-۶-۱-۴-۶- صنعت جوهر چاپ
- ۱۷۱ ۳-۶-۲-۴-۶- کشاورزی
- ۱۷۲ ۳-۶-۳-۴-۶- رنگ‌ها و پوشش‌ها
- ۱۷۳ ۳-۶-۴-۴-۶- کاغذ
- ۱۷۳ ۳-۶-۵-۴-۶- صنعت رنگدانه
- ۱۷۳ ۳-۶-۶-۴-۶- کاربردهای پزشکی
- ۱۷۳ ۳-۶-۵-۶-۵- جنبه‌های سم‌شناسی و زیست‌محیطی

۱۷۵	مراجع فصل سوم
۱۸۱	۴- رنگدانه‌های سیاه
۱۸۱	۴-۱- خواص فیزیکی
۱۸۱	۴-۱-۱- ریخت‌شناسی
۱۸۴	۴-۱-۲- مساحت سطح ویژه
۱۸۴	۴-۱-۳- خواص جذبی
۱۸۴	۴-۱-۴- چگالی
۱۸۴	۴-۱-۵- رسانایی الکتریکی
۱۸۵	۴-۱-۶- جذب نور
۱۸۵	۴-۲- خواص شیمیایی
۱۸۷	۴-۳- مواد اولیه
۱۸۷	۴-۴- فرآیندهای تولید
۱۸۸	۴-۴-۱- فرآیند تولید سیاه کوره‌ای
۱۹۲	۴-۴-۲- فرآیندهای تولید سیاه کفالی و گازی
۱۹۳	۴-۴-۳- فرآیند سیاه چراغی
۱۹۴	۴-۴-۴- فرآیند تولید سیاه حرارتی
۱۹۵	۴-۴-۵- فرآیند تولید سیاه استیلنی
۱۹۵	۴-۴-۶- فرآیندهای دیگر تولید
۱۹۶	۴-۴-۷- عملیات اکسایش بعدی بر سیاه کربن
۱۹۷	۴-۵- آزمایش و آنالیز
۱۹۹	۴-۵-۱- چگالی
۱۹۹	۴-۵-۲- رسانایی الکتریکی
۱۹۹	۴-۶- حمل و نقل و ذخیره‌سازی
۱۹۹	۴-۷- کاربردها
۱۹۹	۴-۷-۱- سیاه‌های لاستیک
۲۰۲	۴-۷-۲- سیاه‌های رنگدانه‌ای
۲۰۲	۴-۷-۲-۱- خواص رنگدانه‌ای
۲۰۴	۴-۷-۲-۲- سیاه‌های رنگدانه‌ای برای جوهرهای چاپ
۲۰۶	۴-۷-۲-۳- سیاه‌ها رنگدانه‌ای برای رنگ‌ها
۲۰۸	۴-۷-۲-۴- سیاه‌های رنگدانه‌ای برای پلاستیک‌ها
۲۱۰	۴-۸- سم‌شناسی و جنبه‌های بهداشتی
۲۱۰	۴-۸-۱- سیاه کربن، دوده و کربن سیاه
۲۱۱	۴-۸-۲- ایمنی: آتش و انفجار
۲۱۱	۴-۸-۳- انباشت و حمل و نقل

۲۱۲	۴-۸-۴- ورود به فضای بسته
۲۱۲	۴-۸-۵- کمک‌های اولیه
۲۱۲	۴-۸-۶- بهداشت
۲۱۲	۴-۸-۷- دفع محیطی
۲۱۵	مراجع فصل چهارم
۲۱۷	۵- رنگدانه‌های ویژه
۲۱۷	۵-۱- رنگدانه‌های مغناطیسی
۲۱۷	۵-۱-۱- رنگدانه‌های اکسید آهن
۲۱۷	۵-۱-۱-۱- روش تولید
۲۱۸	۵-۱-۱-۲- خواص
۲۲۰	۵-۱-۲- رنگدانه‌های اکسید آهن حاوی کبالت
۲۲۰	۵-۱-۲-۱- روش تولید
۲۲۱	۵-۱-۲-۲- خواص
۲۲۱	۵-۱-۳- دی‌اکسید کروم
۲۲۲	۵-۱-۳-۱- خواص فیزیکی
۲۲۲	۵-۱-۳-۲- روش تولید و خواص شیمیایی
۲۲۲	۵-۱-۳-۳- کاربردها و جنبه‌های اقتصادی
۲۲۲	۵-۱-۴- رنگدانه‌های آهن فلزی
۲۲۳	۵-۱-۴-۱- روش تولید
۲۲۳	۵-۱-۴-۲- خواص
۲۲۳	۵-۱-۵- رنگدانه‌های فریت باریم
۲۲۴	۵-۱-۵-۱- خواص
۲۲۵	۵-۱-۵-۲- روش تولید
۲۲۶	۵-۱-۵-۳- خواص ضبط مغناطیسی
۲۲۷	۵-۱-۶- رنگدانه‌های تونر
۲۲۹	۵-۱-۶-۱- روش تولید
۲۲۹	۵-۱-۶-۲- خواص اکسید آهن
۲۳۰	۵-۲- رنگدانه‌های ضد خوردگی
۲۳۰	۵-۲-۱- مقدمه
۲۳۰	۵-۲-۲- سازوکار خوردگی
۲۳۳	۵-۲-۳- دسته‌بندی رنگدانه‌های ضد خوردگی
۲۳۵	۵-۲-۴- رنگدانه‌های سربی و کروماتی سنتی
۲۳۵	۵-۲-۴-۱- رنگدانه‌های سربی
۲۳۶	۵-۲-۴-۲- رنگدانه‌های کروماتی

۲۳۸	۵-۲-۵- رنگدانه‌های فسفاتى
۲۳۸	۵-۲-۵-۱- فسفات روى
۲۴۰	۵-۲-۵-۲- اورتوفسفات‌هاى اصلاح شده
۲۴۱	۵-۲-۵-۳- پلى فسفات‌هاى اصلاح شده
۲۴۲	۵-۲-۵-۴- فسفات‌هاى ديگر
۲۴۲	۵-۲-۶- رنگدانه‌هاى حاوى فسفر ديگر
۲۴۲	۵-۲-۶-۱- هيدروفسفيت روى
۲۴۳	۵-۲-۶-۲- فسفيد آهن
۲۴۴	۵-۲-۷- رنگدانه‌هاى بوراتى
۲۴۴	۵-۲-۷-۱- سيليكات‌هاى بورات كلسيم
۲۴۴	۵-۲-۷-۲- متابورات‌هاى باريم
۲۴۵	۵-۲-۸- رنگدانه‌هاى موليبداتى
۲۴۵	۵-۲-۹- رنگدانه‌هاى تبادل يونى
۲۴۶	۵-۲-۱۰- رنگدانه‌هاى برپايه دي‌اکسيد تيتانيوم
۲۴۷	۵-۲-۱۱- رنگدانه‌هاى تركيبى الهى غير آهنى
۲۴۸	۵-۲-۱۲- رنگدانه‌هاى سياناميد روى
۲۴۸	۵-۲-۱۳- رنگدانه‌هاى اكسيد آهن ميكايى
۲۵۰	۵-۲-۱۴- رنگدانه‌هاى روى
۲۵۱	۵-۲-۱۵- كنترل خوردگى فلزات با پوشش‌هاى حفاظتى
۲۵۲	۵-۲-۱۶- سم‌شناسى و بهداشت حرفه‌اى
۲۵۲	۵-۲-۱۶-۱- بهداشت حرفه‌اى
۲۵۳	۵-۲-۱۶-۲- جنبه‌هاى زيست‌محيطى
۲۵۴	۵-۲-۱۶-۳- دسته‌بندى و برچسب‌گذارى
۲۵۶	۵-۳- رنگدانه‌هاى داراى جلوه
۲۵۶	۵-۳-۱- رنگدانه‌هاى داراى جلوه ويژه
۲۵۶	۵-۳-۱-۱- مقدمه
۲۵۸	۵-۳-۱-۲- اصول نورى رنگدانه‌هاى لوستر مرواريدى و تداخلى
۲۶۱	۵-۳-۱-۳- رنگدانه‌هاى لوستر مرواريدى بدون زيرپايه
۲۶۴	۵-۳-۱-۴- رنگدانه‌هاى تشكيل شده با پوشش دادن زيرپايه‌ها
۲۸۰	۵-۳-۲- رنگدانه‌هاى جلوه فلزى
۲۸۰	۵-۳-۲-۱- تعريف
۲۸۱	۵-۳-۲-۲- تاريخچه و فناورى
۲۸۲	۵-۳-۲-۳- مشخصه‌يابى
۲۸۴	۵-۳-۲-۴- اصول نورى

۲۸۷	۵-۳-۵- اندازه‌گیری‌ها
۲۸۷	۵-۳-۶- کاربردها
۲۹۱	۵-۴- رنگدانه‌های شفاف
۲۹۲	۵-۴-۱- رنگدانه‌های اکسید آهن شفاف
۲۹۳	۵-۴-۱-۱- روش ساخت
۲۹۴	۵-۴-۲- خواص و کاربرد
۲۹۶	۵-۴-۲- آبی کبالت شفاف
۲۹۷	۵-۴-۳- رنگدانه‌های تابعی شفاف
۲۹۷	۵-۴-۱- دی‌اکسید تیتانیم شفاف
۲۹۸	۵-۴-۲- اکسید روی شفاف
۲۹۸	۵-۵- رنگدانه‌های نورتاب
۲۹۸	۵-۵-۱- مقدمه
۲۹۹	۵-۵-۲- تاریخچه
۳۰۱	۵-۵-۳- سازوکارهای نورتابی
۳۰۲	۵-۵-۳-۱- نورتابی مرکزی
۳۰۶	۵-۵-۳-۲- نورتابی ناشی از انتقال بار
۳۰۶	۵-۵-۳-۳- نورتابی زوج گیرنده پذیرنده
۳۰۷	۵-۵-۴- فسفرهای با پس‌تابی طولانی
۳۰۷	۵-۵-۴- سازوکار برانگیختگی
۳۰۷	۵-۵-۴-۱- برانگیختگی نوری و انتقال انرژی
۳۰۹	۵-۵-۴-۲- نورتابی الکترونی
۳۱۱	۵-۵-۵- کاربرد مواد نورتاب
۳۱۱	۵-۵-۱- حوزه‌های کاربردی و فسفرهای مورد استفاده
۳۱۶	۵-۵-۲- ملاحظات بازده انرژی در مورد دستگاه‌های مهم نورتاب
۳۱۶	۵-۵-۶- ساخت مواد نورتاب
۳۱۸	۵-۵-۷- چشم انداز
۳۱۸	۵-۵-۷-۱- فسفرهای آبخاری
۳۱۹	۵-۵-۷-۲- نقاط کوانتومی
۳۲۱	مراجع فصل پنجم
۳۲۹	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۳۳۷	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۳۴۵	واژه‌یاب