نانو و صنعت

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۲۷۳

نانومواد

نانوذرات اکسید کروم سبز؛ ویژگی‌ها و کاربردها

INDnano.ir

ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو • www.nano.ir

شناسنامه

ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

گروه رصد و تولید محتوای بخش ترویج صنعتی

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهرویژن

نظارت: داود قرایلو

صندوق پستی: ۳۴۴-۱۴۵۶۵

پست الکترونیک: IND@nano.ir

سال انتشار: ۱۴۰۳

نویسنده: شرکت پیشگامان فناوری دریچه

تلفن: ۰۲۱-۶۳۱۰۰

نمابر: ۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

پایگاه اینترنتی: www.nano.ir
www.INDnano.ir

اینستاگرام نانو و صنعت: @INDnano.ir

محتواهای صنعتی و فناورانهٔ خود را از طریق پست الکترونیک و پایگاه اینترنتی نانو و صنعت (INDnano.ir) ارسال نمایید.

فهرست مطالب

- اکسید کروم سبز ۳
- اکسید کروم در صنایع ۳
- نانوذرات اکسید کروم سبز ۴
  - خواص نانوذرات اکسید کروم ۴
  - سنتز و تهیه نانوذرات اکسید کروم ۵
  - کاربردهای نانوذرات اکسید کروم ۶
  - بررسی سمیت نانوذرات اکسید کروم ۶
- تولیدکنندگان اکسید کروم ۷
- بازار جهانی ۸
- بازار داخلی ۹
  - وضعیت واردات و صادرات اکسید کروم ۹
- پی‌نوشت‌ها ۱۱
- منابع ۱۱

اکسید کروم سبز

اکسید کروم به‌طور طبیعی به‌عنوان ماده معدنی اسکولایت[1] موجود در اسکارن‌های ترمولیت غنی از کروم، متاکوارتزیت و رگه‌های کلریت وجود دارد. اسکولایت همچنین بخش نادری از شهاب‌سنگ‌های کندریتی را تشکیل می‌دهد. اکسید کروم سبز یا اکسید کروم سه‌ظرفیتی (Cr_2O_3) یکی از اکسیدهای مهم عنصر کروم است. دارای ساختار کریستالی شش‌ضلعی و ظاهر سبز رنگ است. این ماده با دمای ذوب بالا (۲۴۳۵ °C) و مقاومت در برابر اکسیداسیون به‌عنوان یک ماده نسوز مهم در نظر گرفته می‌شود. علاوه‌بر این، Cr_2O_3 دارای خواصی همچون حلالیت بسیار کم در آب، ضدفرومغناطیس و سختی قابل‌توجه (۸ تا ۸٫۵ موس) است.

اکسید کروم دارای خواصی مانند مقاومت در برابر سایش، حرارت و مواد شیمیایی است که آن را برای استفاده در کاربردهایی مانند پوشش، رنگ، سرامیک، شیشه و جوهر مناسب می‌کند و می‌تواند به‌عنوان کاتالیزور استفاده شود. این خواص همچنین شامل پایداری حرارتی و پراکندگی است که آن را مناسب برای کاربردهای متالورژی نیز می‌کند. اکسید کروم سبز اغلب در رنگ‌های صنعتی که نیاز به سایش زیادی دارند، استفاده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، خودروهای نظامی با رنگ سبز Cr_2O_3 رنگ‌آمیزی می‌شوند. این رنگ آن‌ها را در معرض گرما و آفتاب زیاد حفظ و برای کاربردهای بیرونی مناسب می‌کند. اکسید کروم یکی از اکسیدهای فلزی نوع p است که به‌دلیل پایداری، تکرارپذیری و حساسیت کمتر به تداخل بخار آب، برای سنجش گاز قابل‌استفاده است [1].

اکسید کروم در صنایع

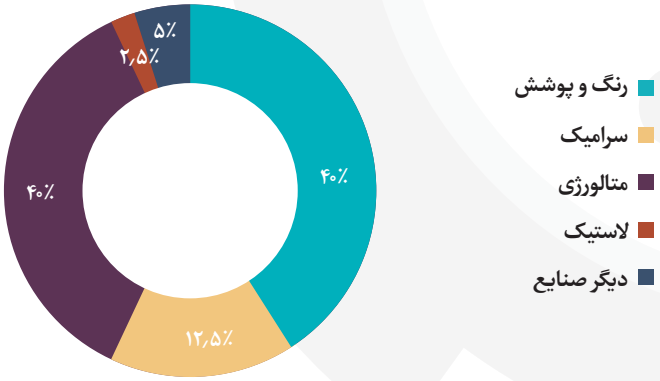
بازار اکسید کروم براساس محصول، به گرید رنگدانه، متالورژی، نسوز و شیمیایی تقسیم می‌شود. در این میان، گرید رنگدانه به‌دلیل افزایش استفاده از محصول در تولید رنگ و پوشش، پلاستیک، لعاب، سرامیک، سطوح ورزشی و لوازم‌آرایشی، بیشترین سهم بازار را به خود اختصاص داده است. این رنگدانه تحت‌تأثیر قلیایی‌ها، اسیدها و حلال‌ها قرار نمی‌گیرد و دارای خواص مقاومت در برابر خوردگی است که آن را به ماده‌ای مناسب برای استفاده در پوشش‌ها تبدیل می‌کند. صنعت روبه‌رشد رنگ و پوشش عامل دیگری است که باعث رشد بازار اکسید کروم می‌شود.

گرید متالورژیکی عمدتاً برای تولید فلز کروم استفاده می‌شود. این گرید در فولاد ضدزنگ، یک لایه بر روی سطح تشکیل می‌دهد و از فلز در برابر خوردگی محافظت می‌کند. انتظار می‌رود افزایش تقاضا برای محصولات با گرید متالورژی از صنایع خودروسازی و فراوری فلزات این بازار را به حرکت درآورد.

محصول گرید نسوز عموماً برای تولید آجرهای نسوز برای کوره‌ها، ملات‌ها و آون‌های با دمای بالا و در تولید سطوح نسوز، سطوح ضدخوردگی، کاشی‌ها و آجرهای رنگی استفاده می‌شود. اکسید کروم می‌تواند دماهای بالا را تحمل کند و علاوه‌بر آن استحکام مکانیکی خوب، مقاومت در برابر خوردگی و مقاومت در برابر شوک حرارتی را ارائه می‌دهد. انتظار می‌رود افزایش تقاضا برای عیار دیرگداز از چندین صنعت به‌دلیل ویژگی‌های آن، این اندازه بازار را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد.

گرید شیمیایی برای پرداخت چرم، سطوح نوری، سنگ‌های قیمتی و جواهراتی مانند زمرد، یاقوت سرخ و یاقوت کبود و برای فرایندهای سنتز شیمیایی در آزمایشگاه‌ها و دانشگاه‌ها بسیار مناسب است. همچنین انتظار می‌رود رشد تقاضا برای مواد شیمیایی از سوی صنایع مصرفی و شیمیایی، فرصت‌های رشد را فراهم کند.

نمودار ۱، میزان تفکیک شده از کاربرد این محصول را در صنایع مختلف نشان داده است. همان‌طور که در نمودار مشخص است بیشترین استفاده این محصول در دو صنعت متالورژی و رنگ است [۲ و ۳].



نمودار ۱- کاربرد اکسید کروم در صنایع

نانوذرات اکسید کروم سبز

اکسید کروم سبز در مقیاس نانو به‌دلیل نسبت سطح به حجم بالا دارای واکنش‌پذیری بهتری در مقایسه با اندازه دانه میکرون است. همچنین ثابت شده است که استفاده از نانو اکسید کروم در پیگمنت‌های رنگ سبب افزایش براقیت آن‌ها می‌شود. در صنعت سرامیک استفاده از نانو اکسید کروم در لعاب‌های رنگی باعث کاهش دمای زینترینگ شده که سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و در نهایت هزینه تولید پایین‌تر می‌شود. از دیگر خواص این محصول، گاف انرژی بزرگ (۳ ev) است که آن را برای کاربردهای فتوالکترونیکی نیز مساعد کرده است. علاوه‌بر موارد ذکر شده، نانوذرات اکسید کروم دارای خواص ذاتی مانند مقاومت در برابر سایش، پایداری حرارتی و مقاومت در برابر مواد شیمیایی است که مجموع این خواص باعث شده است که از این ماده در صنایع مختلفی استفاده شود [۴].

خواص نانوذرات اکسید کروم

ارزیابی جامدات معدنی کاربردی نشان می‌دهد که اکسیدهای فلزی انتقالی به‌دلیل دارابودن طیف وسیعی از خواص مغناطیسی، حرارتی، شیمیایی و الکترونیکی به‌عنوان مواد ضروری در صنعت در نظر گرفته می‌شوند. اکسید کروم به‌دلیل مقاومت در برابر سایش و دمای بالا، جزء مهمی برای کاربردهای صنعتی است. علاوه‌بر این، می‌تواند حالت‌های مختلف اکسیداسیون پایدار را تشکیل دهد. از نظر شیمیایی، کروم حالت‌های اکسیداسیون

پایدار مختلفی دارد. با این حال، توجه خاصی به اکسید کروم (III) به‌دلیل تطبیق‌پذیری و خواص ذاتی آن شده است.

Cr_2O_3 از نظر فیزیکی یک اکسید فلزی سخت است و در دمای بالای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ضدفرومغناطیسی باقی می‌ماند. دلیل اصلی توسعه روش‌های سنتز نانوذرات اکسید کروم، کاربرد چندگانه آن‌ها در حوزه‌های مختلف صنعت و علم یعنی در کاتالیزورهای ناهمگن، رنگدانه‌های سبز، مواد پوشش‌دهنده برای مقاومت حرارتی و خوردگی است. مطالعات نشان داده‌اند که نانوذرات و نانوبلورهای جامدات معدنی دارای خواصی هستند که منجر به رفتارهای بهبود یافته و جدیدی می‌شود که در شکل‌های حجیم آن‌ها وجود ندارد. تازگی و کیفیت خواص مبتنی بر مقیاس نانو به‌طور مستقیم به اندازه ذرات، مورفولوژی بلورینگی و مساحت سطح و طبیعت آن ماده بستگی دارد.

■ سنتز و تهیه نانوذرات اکسید کروم

با توجه به کاربردهای صنعتی گسترده اکسید کروم، تاکنون تلاش‌های زیادی برای به دست آوردن بلورهای نانومقیاس آن صورت گرفته است. در طول تلاش‌ها برای بهینه‌سازی سنتز، تمرکز بر روی سهولت، سنتز شیمی سبز و جنبه‌های اقتصادی بوده است تا کارآمدترین روش متناسب با این استانداردها به دست آید. در این راستا، روش‌های مختلفی ازجمله روش‌های هم‌رسوبی-ژل‌سازی، ته‌نشینی همگن، تراکم گاز، احتراق، سیترات ژل، مایکروویو، فرایند مکانیکی شیمیایی، سل ژل و روش‌های هیدروترمال معرفی شده‌اند [۵].

براساس یک روش جدید الکتروشیمیایی، نانوذرات اکسید کروم از طریق کاهش محلول دی کرومات پتاسیم با استفاده از عصاره یک گیاه سنتز می‌شوند. در این روش زیستی از دی کرومات پتاسیم بدون خالص‌سازی بیشتر استفاده می‌شود. گیاهان قبل از استفاده در دستگاه آسیاب مکانیکی خشک و پودر می‌شوند سپس گیاهان پودر شده به‌مدت ۲۴ ساعت در متانول غوطه‌ور می‌شوند تا مواد آلی مانند آلکالوئیدها، فئولیک‌ها، اسیدهای آمینه و فلاونوئیدها استخراج شود. در مرحله بعد دی کرومات پتاسیم را با عصاره گیاه مخلوط کرده و به‌مدت یک ربع هم می‌زنند. تغییر رنگ محلول از نارنجی به سبز نشانه تشکیل نانوذرات اکسید کروم است [۵].

در روش‌های الکتروشیمیایی دیگر، نانوذرات اکسید کروم مطابق با چند فرایند سنتز می‌شوند. روش اول شامل استفاده از الکترودهای پلاتین (Pt) در محلول $K_2Cr_2O_7$ با اسیدسولفوریک (H_2SO_4) به‌عنوان محیط واکنش است. به‌دنبال این روش، یک سلول الکتروشیمیایی شامل یک منبع تغذیه، یک محفظه واکنش و الکترودهای پلاتین آماده می‌شود که در محلول دی کرومات پتاسیم و اسیدسولفوریک به‌عنوان محیط واکنش قرار می‌گیرد. پس از اعمال ولتاژ مثبت به‌مدت ۳ ساعت در حین هم زدن، تغییر رنگ محلول از نارنجی به سبز تیره نشان می‌دهد که نانوذرات کروم در محلول تشکیل شده است. در مرحله آخر، محلول به‌مدت دو ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد تا محلول مایع با نانوذرات باقیمانده تبخیر شود تا در دمای ۶۵۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد کلسینه شود تا دی‌اکسید گوگرد و رطوبت حذف شود [۵].

در روش دوم، الکترود پلاتین جفت شده با کروم (Pt/Cr) در محلول $NaHCO_3$ استفاده می‌شود. آماده‌سازی در یک محفظه واکنش حاوی $NaHCO_3$ انجام می‌شود. یک ولتاژ به الکترود پلاتین به‌عنوان کاتد و الکترود پلاتین/کروم به‌عنوان آند به‌مدت سه ساعت اعمال می‌شود. انحلال کروم در آند باعث تولید کاتیون‌های Cr^{3+} به‌دلیل

واکنش الکترولیتی می‌شود که قادر به درگیر شدن در واکنش با $NaHCO_3$ آبی برای تولید نانوذرات اکسید کروم هستند. محصول جامد چندین بار در آب دوبارتقطیر شسته می‌شود تا $NaHCO_3$ واکنش نداده را با خشک کردن متوالی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حذف کرد [۵].

در روش هم‌رسوبی، نانوذرات اکسید کروم در یک فرایند سریع با استفاده از آمونیاک به‌عنوان عاملی برای انجام رسوب ذرات و حرارت تا دمای حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد تهیه می‌شود. به‌طور خلاصه، آمونیاک به‌صورت قطره‌ای به محلول $Cr_2(SO_4)_3$ افزوده می‌شود، درحالی‌که هم زدن مداوم انجام می‌شود و pH حدود عدد ۱۰ ثابت است و در آخر مواد کلسینه می‌شوند [۶].

نانوذرات اکسید کروم با اندازه ذرات ۲۰ تا ۳۰ نانومتر که از نظر مورفولوژیکی به‌خوبی همگن شده‌اند را می‌توان با روش هیدروترمال سنتز کرد. این روش سنتز شامل آماده‌سازی نانوذرات هیدروکسید کروم از طریق زیروژل‌های رسوب‌شده با تبدیل حرارتی متوالی نانوذرات CrOOH به اکسید کروم است. اندازه ذرات حاصل بین ۱۵ تا ۵۰ نانومتر از طریق کنترل دقیق pH شکل می‌گیرد. براساس داده‌ها، نانوذرات هیدروکسیدی در دو روند متفاوت تشکیل می‌شوند. زیروژل‌ها در pH=۵ با اندازه ذرات کوچک‌تر رسوب می‌کنند، درحالی‌که اندازه نانوذرات در pH=۱۰ بزرگ‌تر می‌شوند [۶].

■ کاربردهای نانوذرات اکسید کروم

کاربردهای عمده نانوذرات اکسید کروم در کاتالیزورهای ناهمگن، نمایشگرهای کریستال مایع، مواد مقاوم در برابر سایش و دمای بالا، جاذب‌های خورشیدی و همچنین رنگدانه‌های کاربردی با بازتاب بالا در ناحیه مادون‌قرمز نزدیک است که به‌دلیل خواص نوری آن‌هاست. علاوه‌بر این از این نانومواد، به‌عنوان کاتالیزور واکنش‌های متعددی مانند اکسیداسیون تولوئن، تجزیه متانول و تجزیه اتان استفاده می‌شود. نانوذرات Cr_2O_3 به‌دلیل خواص فیزیک‌وشیمیایی منحصربه‌فردشان مانند نقطه ذوب بالا، پایداری بالاتر و پهنای باند وسیع، کاربرد عمده‌ای در تولید رنگدانه سبز دارد که به‌طور گسترده در کاربردهای صنعتی مختلف مانند مواد پوششی و رنگ‌های پیشرفته مورداستفاده قرار می‌گیرند.

این نانوذرات را می‌توان در مواد به‌عنوان کاتالیست [۷]، فوتوکاتالیست [۸]، ابرخازن‌ها [۹]، باتری‌های لیتیوم یون [۱۰]، حسگر [۱۱] و سایر فعالیت‌های بیولوژیکی به‌دلیل خواص منحصربه‌فرد آن‌ها [۱۲] به کار برد. زیست سازگاری نانوذرات Cr_2O_3 یک پارامتر ضروری برای استفاده از آن‌ها در بسیاری از سیستم‌های بیولوژیکی است [۱۳]. از نظر پزشکی این نانوذرات به‌طور قابل‌توجهی به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی، ضدباکتری، ضدسرطان، ضدویروسی و ضددیابت و در زمینه داروسانی مورداستفاده قرار می‌گیرند [۱۴ و ۱۵].

■ بررسی سمیت نانوذرات اکسید کروم

با توجه به سمیت رایج در میان نانوذرات اکسید فلزی، ارزیابی قرار گرفتن در معرض بیولوژیکی با نانوذرات اکسید کروم بسیار مهم به نظر می‌رسد. برای انجام این کار، تغییر در مغز و کلیه موش‌ها در نتیجه قرار گرفتن در معرض نانوذرات اکسید کروم موردبررسی قرار گرفته است. در این آزمایش مشخص شد که نانوذرات اکسید کروم باعث تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) شده است که آسیب‌هایی در تولید مثل موش‌ها به همراه داشته است [۱۶].

تولیدکنندگان اکسید کروم

تولیدکنندگان عمده اکسید کروم در آسیا، اقیانوسیه و اروپا حضور دارند. یکی از شرکت‌های بزرگ در این بازار، شرکت لانکسس[۲] است که با واسطه‌های پیشرفته، افزودنی‌های تخصصی، مواد شیمیایی عملکردی و مواد مهندسی رنگدانه‌های معدنی را به‌عنوان یکی از تولیدات خود فراهم می‌کند و به تنوع این محصول افزوده است. این شرکت با توجه به شبکه فروش گسترده خود، تسلط خود را در سراسر جهان نشان داده است. یکی دیگر از بازیگران اصلی شرکت المنتیس[۳] است. این شرکت با ارائه طیف متنوعی از گریدهای اکسید کروم در حال گسترش بازار در سطح جهانی است. این شرکت نفوذ قوی در منطقه اروپا دارد. شرکت‌های تولیدکننده کلیدی و شناخته شده دیگری در جهان هستند که در زیر اسامی تعدادی از آن‌ها فهرست شده است [۲]:

جدول ۱ - شرکت‌های تولیدکننده اکسید کروم سبز

ردیف	نام شرکت	کشور
۱	ELEMENTIS	بریتانیا
۲	LANXESS	آلمان
۳	MidUral Group	روسیه
۴	Vishnu Chemicals Ltd	هند
۵	Hunter Chemical LLC	آمریکا
۶	Venator	آمریکا
۷	Sichuan Yinhe Chemicals	چین
۸	Hebei Chromate Chemical	چین
۹	Luoyang Zhengie Science & Technology Industry Trade	چین
۱۰	Shijiazhuang Jirong Chemicals	چین
۱۱	Nippon Chemical - Industrial	ژاپن

اکثر تولیدکنندگان نانوذرات اکسید کروم سبز در مقیاس پایین و آزمایشگاهی این ماده را تولید می‌کنند. در این مورد تنها چند شرکت در سطح دنیا وجود دارند که توانایی تولید در مقیاس صنعتی را دارند. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شرکت Molchem انگلیس و شرکت NanoChemazone کانادا اشاره کرد. در ایران در زمینه تولید

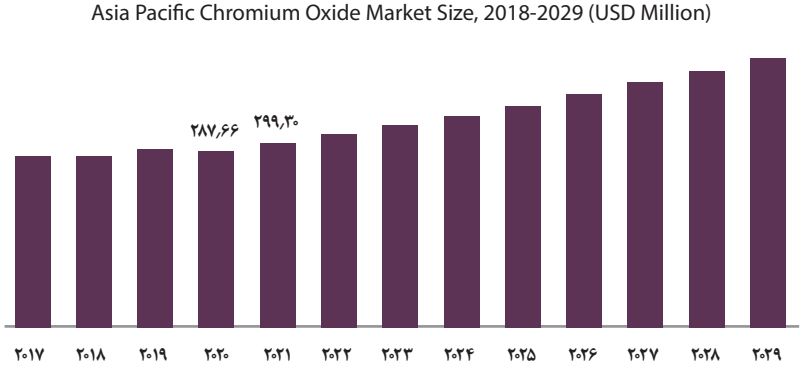
نانوذرات اکسید کروم تاکنون هیچ تولیدکننده‌ای وجود نداشته است. به‌تازگی شرکت دانش‌بنیان دُرنیکا سبز پژوه اقداماتی در جهت سنتز این ماده با استفاده از روش نوینی به عمل آورده است که طبق گفته‌ها، برای اولین بار در دنیا انجام می‌شود. در این روش نانوذرات اکسید کروم سبز با اندازه دانه میانگین حدود ۸۰ نانومتر، درصد خلوص بالای ۹۸٫۶درصد، شکل ساختاری هگزاگونال و توزیع همگن ذرات، از پساب آبکاری کروم سنتز می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲). با توجه به مشکلات محیط‌زیستی حاصل از پساب‌های آبکاری و همچنین نیاز صنعت به این محصول، تلاش شده است تا در این طرح راه‌حلی دوسویه برای رفع مشکلات مذکور ارائه شود. پیش‌بینی می‌شود که با توجه به روش تولید ساده و درعینِ‌حال کم‌هزینه، نیاز کارگاه‌های آبکاری و صنایع استفاده‌کننده از اکسید کروم و همچنین با اتکا به نتایج و آنالیزهای تکرار شده در این طرح، سودمندی خود را در صنعت کشور به منصه ظهور رساند.

شکل ۱- نانوذرات اکسید کروم سبز سنتز شده در شرکت دُرنیکا سبز پژوه از پساب آبکاری کروم

شکل ۲-فرایند آبکاری کروم

بازار جهانی

اندازه بازار جهانی اکسید کروم در سال ۲۰۲۱ مقدار ۵۲۶٫۸میلیون دلار بود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۹ به ۷۴۰٫۳میلیون دلار برسد که نرخ رشد ترکیبی سالیانه (CAGR) ۴٫۵٪ در دوره پیش‌بینی را نشان می‌دهد. انتظار می‌رود اندازه بازار اکسید کروم در طول بازه زمانی پیش‌بینی‌شده به‌طور پیوسته رشد کند. آسیا و اقیانوسیه بر سهم بازار اکسید کروم در سال ۲۰۲۱ تسلط داشته و انتظار می‌رود در طول دوره پیش‌بینی، به‌دلیل گسترش صنایع فلزی و ساختمانی در کشورهایی مانند چین و هند، بیشترین سهم در این موقعیت جغرافیایی باقی بماند. افزایش تقاضا به استفاده آن در رنگ‌ها، پوشش‌ها و متالورژی، همراه با تولید بالای خودرو باعث می‌شود که ارزش بازار را در منطقه آسیا و اقیانوسیه افزایش دهد. علاوه‌بر این، رشد صنعتی شدن و شهرنشینی که نیاز به پوشش‌ها را افزایش می‌دهد، باعث رشد بازار منطقه‌ای نیز می‌شود. نمودار ۲، فروش اکسید کروم در منطقه آسیا و اقیانوسیه در طی بازه سال‌های ۲۰۲۹-۲۰۱۷ نشان می‌دهد.



نمودار ۲ - فروش اکسید کروم در منطقه آسیا و اقیانوسیه

همچنین پیش‌بینی می‌شود که اروپا و آمریکای شمالی نیز شاهد رشد قابل‌توجهی در بازار جهانی این ماده باشند. افزایش تقاضا از سوی صنایع فلزی و ساختمانی به رشد بازار در این منطقه کمک خواهد کرد. ایالات‌متحده نیز به‌دلیل مصرف زیاد آن در رنگ‌ها، پوشش‌ها و کاربردهای متالورژی، مصرف‌کننده اصلی مواد شیمیایی مبتنی بر کروم است. این مورد در آمریکای جنوبی نیز صادق است. برزیل بزرگ‌ترین بازار این منطقه است. اکسید کروم در کاربردهای متعددی از پوشش‌های مواد استفاده می‌شود و تولید فلز کروم همچنان روند برتر بازار برزیل است. در خاورمیانه و آفریقا، افزایش تقاضا برای تولید رنگدانه یکی از عوامل اصلی مؤثر بر رشد است. در این منطقه رنگ‌ها و پوشش‌ها بیشترین کاربرد را دارند. افزایش تقاضا برای پوشش طولانی‌مدت، ضدخوردگی و مقاوم در برابر سایش در صنایع مختلف، مصرف این ماده را افزایش داده است [۲ و ۳].

بازار داخلی

مطابق با بازار بین‌المللی، در داخل کشور هم این ماده با توجه به خواص منحصربه‌فرد آن در صنایع مختلفی کاربرد دارد و میزان قابل‌توجهی از آن در صنایع مختلف مصرف می‌شود. در ادامه به بررسی وضعیت واردات و صادرات اکسید کروم پرداخته شده است.

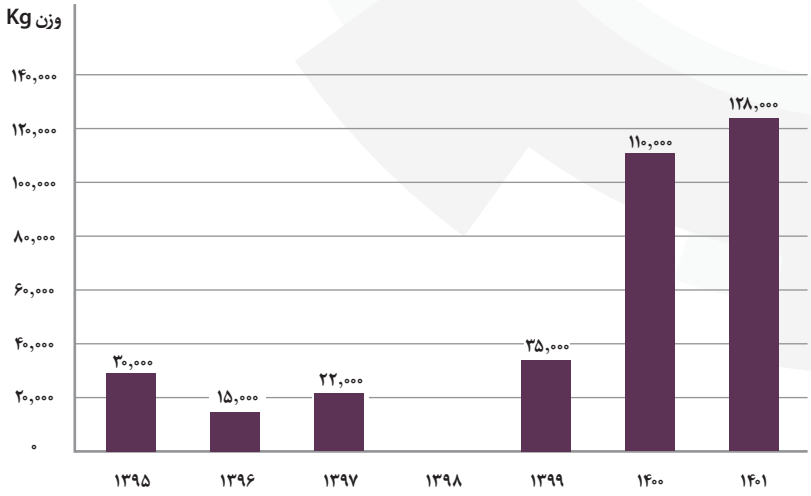
وضعیت واردات و صادرات اکسید کروم

در جدول ۲ کد تعرفه گمرکی اکسید کروم به‌همراه شرح تعرفه آن آورده شده است.

جدول ۲ - کد تعرفه ثبت شده برای اکسید کروم

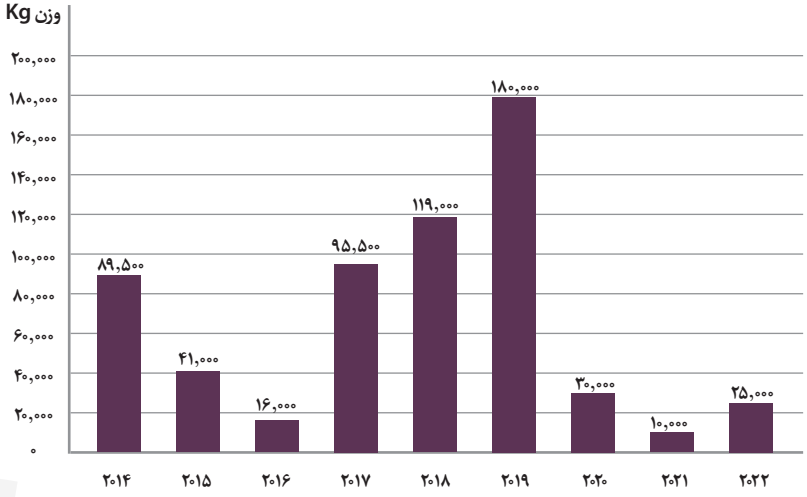
ردیف	کد تعرفه	شرح
۱	۲۸۱۹۹۰۱۰	عناصر شیمیایی، اکسیدها و هیدروکسیدهای کروم، اکسید کروم

بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان صادرات اکسید کروم با کد تعرفه ۲۸۱۹۹۰۱۰ طی سال‌های اخیر صفر بوده است. زیرا درحال‌حاضر از معادن سنگ کروم موجود در کشور خام فروشی صورت گرفته و محصول معادن به‌صورت خام به کشور چین صادر می‌شود. همچنین اکسید کروم در کشور تنها یک تولیدکننده داشته که قادر به تأمین تمام نیاز کشور نبوده و بیشتر اکسید کروم موردنیاز از طریق واردات تأمین می‌شود. بیشترین واردات اکسید کروم از کشورهای چین و روسیه به ایران بوده و با توجه به نمودار ۳ که برحسب میزان وزن واردات این ماده به کشور در طی بازه زمانی ذکر شده است، متوجه رشد واردات این ماده در طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ خواهیم شد به‌طوری‌که بر طبق آمار منتشرشده میزان واردات این ماده از ۳۵ تن در سال ۱۳۹۹ به ۱۲۸ تن در سال ۱۴۰۲ رسیده است.



نمودار ۳- واردات اکسید کروم ثبت شده در گمرک جمهوری اسلامی ایران در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱

با توجه به تحریم، صادرات ثبت شده این ماده به کشور، از کشورهایی همچون چین بوده است. نمودار ۴ این آمار را براساس وزن در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲ نشان می‌دهد. براساس این داده‌ها بیشترین واردات این ماده به ایران در سال ۲۰۱۹ و به میزان ۱۸۰ تن است [۱۷-۱۹].



نمودار ۴- آمار واردات اکسید کروم به ایران ثبت شده در سایت تجارت جهانی در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲

پی‌نوشت‌ها

۱ Eskolaite

۲ Lanxess

۳ Elementis

منابع

۱ Synthesis and Structure Characterization of Chromium Oxide Prepared by Solid Thermal Decomposition Reaction, Li, Zi F. Yan, J. Phys. Chem. B 2006, 110, 1, 178–183.

۲ Chromium oxide market size, Report ID: FBI101579, 2021.

۳ https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/chromium-oxide-market-101579

۴ Synthesis and Characterization of Chromium Oxide Nanoparticles, VIVEK SHEEL JASWAL, ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY,2014.

۵ R., Ananda, S. & Gowda, N. M. M. Synthesis of Chromium(III) Oxide Nanoparticles by Electrochemical Method and Mukia Maderaspatana Plant Extract, Characterization, KMnO4 Decomposition and Antibacterial Study. Mod. Res. Catal. 02, 127–135 (2013).

۶ Jaswal, V. S., Arora, A. K., Kinger, M., Gupta, V. D. & Singh, J. Synthesis and characterization of chromium oxide nanoparticles. Orient. J. Chem. 30, 559–566 (2014).

مراجع

۷ Mori, K., Naka, K., Masuda, S., Miyawaki, K., and Yamashita, H. (2017). Palladium copper chromium ternary nanoparticles constructed in situ within a basic resin: Enhanced activity in the dehydrogenation of formic acid. ChemCatChem 9, 3456–3462. doi:10.1002/CCTC.201700595

۸ Zelekew, O. A., Fufa, P. A., Sabir, F. K., and Duma, A. D. (2021). Water hyacinth plant extract mediated green synthesis of Cr2O3/ZnO composite photocatalyst for the degradation of organic dye. Heliyon 7, e07652. doi:10.1016/J.HELIYON.2021. E07652.

۹ Shafi, I., Liang, E., and Li, B. (2021). Ultrafine chromium oxide (Cr2O3). nanoparticles as a pseudocapacitive electrode material for supercapacitors. J. Alloys Compd. 851, 156046. doi:10.1016/J.JALLCOM.2020.156046

۱۰ Cao, Z., and Zuo, C. (2017). Cr2O3/carbon nanosheet composite with enhanced performance for lithium ion batteries. RSC Adv. 7, 40243–40248. doi:10.1039/ C7RA06188A.

۱۱ Gao, X., Zhou, Q., Lu, Z., Xu, L., Zhang, Q., and Zeng, W. (2019). Synthesis of Cr2O3 nanoparticle-coated SnO2 nanofibers and C2H2 sensing properties. Front. Mat. 0, 163. doi:10.3389/FMATS.2019.00163.

۱۲ Talat, I., Arshad, A., and Mansoor, Q. (2021). Graphene nanoplatelets/Cr2O3 nanocomposites as novel nanoantibiotics: Towards control of multiple drug resistant bacteria. Ceram. Int. 47, 889–898. doi:10.1016/J.CERAMINT.2020. 08.201

۱۳ Khan, S. A., Shahid, S., Hanif, S., Almoallim, H. S., Alharbi, S. A., and Sellami, H. (2021). Green synthesis of chromium oxide nanoparticles for antibacterial, antioxidant anticancer, and biocompatibility activities. Int. J. Mol. Sci. 202122, 502. doi:10.3390/IJMS22020502.

۱۴ Rayani Nivethitha, P., and Carolin Jeniba Rachel, D. (2020). A study of antioxidant and antibacterial activity using honey mediated Chromium oxide nanoparticles and its characterization. Mater. Today Proc. 48, 276–281. doi:10. 1016/J.MATPR.2020.07.187.

۱۵ Ghotekar, S., Pansambal, S., Bilal, M., Pingale, S. S., and Oza, R. (202). Environmentally friendly synthesis of Cr2O3 nanoparticles: Characterization, applications and future perspective - a review. Case Stud. Chem. Environ. Eng. 3, 100089. doi:10.1016/J.CSCEE.2021.100089

۱۶ Fatima, R., Akhtar, K., Hossain, M. M. & Ahmad, R. Chromium oxide nanoparticle–induced biochemical and histopathological alterations in the kidneys and brain of Wistar rats. Toxicol. Ind. Health 33, 911–921 (2017).

۱۷ https://tccim.ir/stats اتاق بازرگانی

۱۸ https://www.wto.org/ تجارت جهانی

۱۹ ps://behinyab.ir/common/isic/tree