

به نام خداوند جان و خرد

نانو ذرات نقره

خصوصیات، کاربردها، آثار بهداشتی و زیست محیطی

ترجمه:

جواد ملکوتی خواه - محمد کاظم کوهی

نفیسه علی قاضی - آوا محسنی رازگان

ویراستاران:

رسول سلیمانی استیار

فائزه کاشانیان



نشر دانشگاهی فرهمند

نام کتاب: نانو ذرات نقره

مولفین: جواد ملکوتی خواه

محمد کاظم کوهی، نفیسه علی قاضی، آوا محسن زادگان

ویراستاران: رسول سلیمانی استیاری، فائزه کاشانیان

نوبت و سال چاپ: اول ۱۳۹۵

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

بها: ۱۸۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۱۵-۶۰-۰

حق چاپ برای نشر دانشگاهی فرهمند محفوظ می باشد.

خرید مستقیم از طریق سایت: www.farbook.ir

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، ساختمان ۱۳۲۰، طبقه زیرین

تلفن: ۶۶۹۵۳۷۷۴-۶۶۹۱۰۰۰۱

ایمیل انتشارات: farbook.pub@gmail.com

عنوان و نام پدیدآور	نانو ذرات نقره: طرز تهیه، خصوصیات، کاربردها، بهداشتی و زیست محیطی/ مولفین جواد ملکوتی خواه و دیگران؛ ویراستاران رسول سلیمانی استیاری، فائزه کاشانیان.
مشخصات نشر	تهران: نشر دانشگاهی فرهمند، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۲۷۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	9786006215600
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	مولفین جواد ملکوتی خواه، محمد کاظم کوهی، نفیسه علی قاضی، آوا محسن زادگان
یادداشت	واژه نامه
یادداشت	کتابنامه
موضوع	نانوذرات
موضوع	نانوبیوتکنولوژی
موضوع	نقره
شناسه افروده	ملکوتی خواه، جواد، ۱۲۵۴ -
شناسه افروده	سلیمانی استیاری، رسول، ۱۳۴۲ -، ویراستار
شناسه افروده	کاشانیان، فائزه، ۱۳۵۰ -، ویراستار
رده بندی کنگره	۱۲۹۴ ۵۲۰۳/۴۲۱۸/۱
رده بندی دیویی	۶۴۰/۵
شماره	۳۹۲۱۴۳۶
کتابشناسی ملی	

دیباچه

به نام خدایی که هستی با این عناصر را از ذراتی بی‌نهایت، اما محدود به عناصری قابل شمارش و با خواصی معلوم بنا نهاد و به تکامل رساند. عناصری که هر کدام دارای خواص و رفتارهای متنوعی هستند و بسته به شرایطی که در آن قرار می‌گیرند به معرک‌ها، مصلحی پاسخ می‌دهند.

نقره، یکی از عناصر سازنده این هستی است که خواص منحصر به فردی دارد. وقتی در آب قرار می‌گیرد به مقدار بسیار اندکی یونیزه می‌شود، به‌طوری که اغلب مردم آن را از نظر شیمیایی غیرفعال حساب می‌کنند و به علت ارزان‌تر بودنش از طلا، مطلوب کسانی است که قدرت خرید بایستی دارند. دانشمندان علوم زیستی معتقدند که بدن موجودات زنده نیازی به عنصر نقره ندارند. از طرفی، یون‌های نقره در محیط‌های زنده قرار می‌گیرند، مولکول‌های زیستی را تخریب کرده و در کار آنزیم‌ها، ملکرها، غشاها و فرایندهای تولید و حفظ انرژی سلول‌ها اختلال ایجاد می‌کنند و سرانجام این نوع دخالت‌ها، با کاهش جوداتی ضعیف‌تر مثل، باکتری‌ها و جلبک‌ها مرگ‌آور و برای سلول‌های زنده، به علت ظرفیت جبران یون آن‌ها، بیماری‌زا و مختل‌کننده زندگی است. طی فرایند خنثی‌سازی، یون‌های نقره وارد شده به بدن، به نقره فلزی احیا شده و به صورت محصور در تقاطعی دور از ساختارهای حیاتی بدن ذخیره می‌گردند که گاهی این رسوبات نقره‌ای بر اثر تابش اشعه ماورابنفش خورشیدی و عوامل ناشناخته دیگر، منجر به تغییر رنگ پوست از صورتی به خاکستری تا آبی بر می‌گردند. از نظر پزشکی نیز تا به حال ماده‌ای با ترکیبی کشف نشده است که سبب خروج نقره و ذخیره شده در بافت‌های بدن شود.

در عرصه صنعت، دانش و هوش انسانی در تلاش است تا از خواص مفید نقره حداکثر استفاده را کرده و از مضرات آن تا حد امکان به دور باشد. شاید بتوان گفت بیشترین صنعتی که بر اساس ترکیبات نقره کار می‌کند

صنعت عکاسی است. هوش بشری برای استفاده از نقره، که عنوان منبع یون‌های مفید است (غالباً به علت خواص ضد میکروبی ناشی از آن) ترجیح می‌دهد تا نقره را به صورت بسته‌های کوچکی در حد میکرو و نانو تهیه کند؛ زیرا به این ترتیب سطح تماس نقره با آب افزایش قابل توجهی پیدا کرده و تأمین تدریجی یون نقره با غلظت مورد نیاز و برای مدت معینی ممکن می‌گردد. نانوذرات فلزی و غیرفلزی، امروزه به وفور از طریق فرایندهای کنترل‌شده صنعتی تولید می‌شوند و در این میان نانوذرات نقره‌ای به علت خواص جالب و پرکاربردی که دارند بیشترین حجم تولید را به خود اختصاص داده‌اند. استفاده از خواص کوانتومی و نوری نانوذرات، نوید بخش بالارفتن دقت و سرعت در تشخیص و درمان بیماری‌ها (مخصوصاً تومورها) شده و علم تولید نانوذرات، با کمک گرفتن از فناوری‌های شیمی و بیوشیمی در پی انتقال هدفدار این نانوذرات به بافت‌های هدف بوده و پیشرفت‌های عمده‌ای را در بخش سلامت و پزشکی به همراه داشته است. در ساخت ابزارهای حسگر نیز نانوذرات نقره تأثیر بسزایی داشته‌اند.

تصور کنید که بشر در طی هزار سال بدون هیچ عارضه‌ای از نقره استفاده کرده است. اما امروزه افزایش سرسام‌آور جمعیت انسانی (عمده مصدب کننده) و پیشرفت تمدن، موجب حمل و نقل سریع و آسان کالاها و افراد شده و هر کالای جدیدی به محضر تولید در دورترین نقطه از محل تولید، عرضه می‌گردد. تصور کنید که میلیاردها نفر از محصولات نقره‌ای تولید شده اسباب می‌کنند و یون‌های نقره رها شده از این کالاها به فاضلاب‌ها سرازیر شده و همه محیط زیست و اکوسیستم را آلوده می‌کنند. آخرین تحقیقات در این زمینه مبین آن است که افزایش سطح نقره در آب‌های روی زمین از راهخانه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها می‌تواند سریعاً اتفاق بیفتد (وقایع اسفبار گذشته نشان می‌دهد که اگر کنترل در کار نباشد چنین پدیده‌ای ممکن است) و می‌تواند منجر به انقراض گونه‌های دریایی گردد. از طرفی نقره در موجودات آبزی انباشته شده و در زنجیره غذایی موجودات بالادستی وارد می‌شود تا این که به انسان برسد. بنابراین نقره‌ای که امروزه به فاضلاب‌ها سرازیر می‌شود، مدتی بعد در محصولات غذایی ما انسان‌ها ظاهر می‌شود و ما را ناچار از آنها تغذیه خواهیم کرد.

این کتاب ضمن پرداختن به فواید و مضرات کلی نانوذرات، نگاهی دقیق و هشدار دهنده نیز به نقره و نانوذرات نقره و سم‌شناسی آنها دارد که امیدواریم برای محققان عزیز، مفید باشد. با توجه به این که تا به حال هیچ منبعی به طور اختصاصی به نقره و نانوذرات نقره نپرداخته است، این گروه تلاش کرده تا مطالب جامع و مفیدی را تهیه و عرضه کند، اما به هر حال به علت تازگی مبحث، این اثر مطمئناً خالی از اشکال نخواهد بود. بنابراین از عزیزان استدعا داریم هرگونه اشتباهی را که در مطالب ارائه شده مشاهده نمودند، ضمن گذشتن از تقصیرات

ما، حتماً به اطلاع برسانند تا در چاپ‌های بعدی مورد توجه جدی قرار بگیرد. در پایان لازم می‌دانیم از همکاران گرامی، سرکارخانم زهرا حیدری و جناب آقای محمدعلی جوکار که در امر صفحه‌آرایی و بازخوانی کتاب، ما را یاری کردند تشکر و قدردانی نماییم.

مؤلفین کتاب

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل اول

نقره؛ خصوصیات، اهمیت و کاربردها..... ۷

- ۱-۱- هدف از مطالعه‌ی این فصل..... ۹
- ۲-۱- اهمیت نقره در تاریخ تمدن انسانی..... ۹
- ۳-۱- بهره‌رسانی از معادن نقره در ایران باستان..... ۱۰
- ۴-۱- خصوصیات فلز نقره..... ۱۱
- ۵-۱- نقره عنصری برضری، ای بدن..... ۱۳
- ۶-۱- طلا یا نقره؟..... ۱۳
- ۱-۶-۱- فعالیت یون نقره..... ۱۴
- ۲-۶-۱- توزیع الکترونی نقره..... ۱۵
- ۳-۶-۱- خصوصیات دیگر نقره..... ۱۶
- ۷-۱- کاربردهای نقره..... ۱۶
- ۱-۷-۱- کاربرد نقره در جواهرسازی، سکه و ظروف..... ۱۷
- ۲-۷-۱- کاربرد نقره در صنعت عکاسی..... ۱۸
- ۳-۷-۱- کاربرد نقره در دندانسازی..... ۱۹
- ۴-۷-۱- کاربرد نقره در آبکاری و لحیم‌کاری و محصولات الکتریکی..... ۲۰
- ۵-۷-۱- کاربرد نقره در مواد منفجره..... ۲۰
- ۶-۷-۱- کاربرد نقره در بارورسازی آب‌ها..... ۲۰
- ۷-۷-۱- کاربرد نقره در ماشین لباسشویی..... ۲۱
- ۸-۷-۱- کاربرد نقره در آبکاری..... ۲۳
- ۹-۷-۱- کاربرد نقره در ضد عفونی کردن استخرها..... ۲۳
- ۱۰-۷-۱- کاربرد نقره در بالایش فاضلاب‌های خطرناک..... ۲۴
- ۱۱-۷-۱- کاربرد نقره در بخش بیمارستانی و درمان..... ۲۴

- ۲۵-۱-۷-۱۲- کاربرد نقره در باطری قلب (ICD)..... ۲۵
- ۲۵-۱-۷-۱۳- کاربرد نقره در افزودنی‌های غذایی و کالاهای مرتبط با غذا و بسته‌بندی..... ۲۵
- ۲۸-۱-۷-۱۴- کاربرد نقره در پوشاک و منسوجات..... ۲۸
- ۲۹-۱-۷-۱۵- کاربرد نقره در رنگ‌ها و جلادهنده‌ها..... ۲۹
- ۲۹-۱-۷-۱۶- کاربرد نقره در تصفیه آب (سفینه فضایی)..... ۲۹
- ۳۰-۱-۷-۱۷- کاربردهای منسوخ شده نقره..... ۳۰
- ۳۰-۸-۱-۸-۱- محصولات حاوی نانوذرات نقره..... ۳۰
- ۳۲-۱-۸-۱-۸-۱- محصولات پلیمری حاوی نانوذرات نقره..... ۳۲
- ۳۲-۹-۱-۹-۱- واکنش نقره با مواد دیگر..... ۳۲
- ۳۳-۱۰-۱-۱۰-۱- نقره، آبک..... ۳۳
- ۳۴-۱۱-۱-۱۱-۱- کدر شدن سطح نقره..... ۳۴
- ۳۵-۱-۱۱-۱-۱۱-۱- حذف موئید نقره..... ۳۵
- ۳۶-۲-۱۱-۱-۱۱-۲- حذف سولفور از سولفات نقره..... ۳۶
- ۳۷-۱۲-۱-۱۲-۱- شناسایی نقره در مواد..... ۳۷
- ۳۷-۱-۱۲-۱-۱۲-۱- ترکیبات مختلف نقره..... ۳۷
- ۳۹-۲-۱۲-۱-۱۲-۲- کریستال‌های نقره..... ۳۹
- ۴۰-۱۳-۱-۱۳-۱- سابقه تاریخی استفاده از نقره..... ۴۰
- ۴۵-۱۴-۱-۱۴-۱- میکائسیم‌های میکروپلاستیکی نقره..... ۴۵
- ۴۶-۱۵-۱-۱۵-۱- مقاومت میکروارگانیسم‌ها (و سلول‌ها) در مقابل نقره..... ۴۶
- ۵۱-۱-۱۵-۱-۱۵-۱- مقاومت ناشی از PCA..... ۵۱
- ۵۲-۲-۱۵-۱-۱۵-۲- کلونید نقره..... ۵۲
- ۵۴-۳-۱۵-۱-۱۵-۳- اثر کلونید نقره..... ۵۴
- ۵۶-۱۶-۱-۱۶-۱- سرنوشت نقره در بدن و تأثیر آن در تعدادی از بیماری‌ها..... ۵۶
- ۵۸-۱-۱۶-۱-۱۶-۱- اثر نانوذرات نقره بر ویروس ایدز..... ۵۸
- ۶۰-۲-۱۶-۱-۱۶-۲- اثر نانوذرات نقره بر ویروس آنفلوآنزا..... ۶۰
- ۶۱-۳-۱۶-۱-۱۶-۳- نانوذرات نقره در درمان تومور سرطانی..... ۶۱

۱۷-۱	نانوذرات نقره در شناسایی اجزای سلولی	۶۱
۱۷-۱-۱	توجیه نقش یون‌های نقره در بهبود زخم‌های پوستی	۶۲
۱۸-۱	روش‌های اندازه‌گیری غلظت نقره در انواع نمونه‌ها	۶۳
۱۸-۱-۱	اسپکتروسکوپی جذب اتمی و اسپکتروسکوپی نشری پلاسما	۶۴
۱۸-۱-۲	روش اسپکتروسکوپی نشر اتمی با استفاده از پلاسمای آرگون	۶۴
۱۸-۱-۳	روش اسپکترومتری جرمی با استفاده از پلاسما	۶۴
۱۸-۱-۴	روش ETAAS	۶۷
۱۸-۱-۵	روش PIXE	۶۸
۱۸-۱-۶	روش TXRF	۶۸
۱۸-۱-۷	اسپکترومتری رمی پلاسما	۶۸

فصل دوم

تهیه نانوذرات نقره	۷۰
۱-۲ هدف از مطالعه‌ی این فصل	۷۱
۲-۲ نانوذرات	۷۱
۳-۲ روش‌های ساخت نانوذرات	۷۵
۱-۳-۲ خواص انحصاری نانوذرات پوسته‌دار و تولید آنها	۸۰
۲-۳-۲ سنتز نانوذرات نقره با استفاده از قارچ فوزاریوم	۸۲
۳-۳-۲ سنتز نانوذرات نقره با استفاده از گرانول	۸۳
۴-۳-۲ سنتز نانوذرات تیتانیوم اکسید با استفاده از پلاسمای DBD	۸۴
۵-۳-۲ تولید نانوذرات با استفاده از ژلاتین سرامیکی	۸۴
۶-۳-۲ تولید نانوذرات از طریق کاشت یون	۸۶
۴-۲ تنظیم خصوصیات سطحی نانوذرات	۸۶
۱-۴-۲ پوشش نانوذرات با BSA (روش مستقیم)	۸۷
۵-۲ سنتز و پوشش‌دهی همزمان نانوذرات نقره با آلفامین	۸۷
۱-۵-۲ پوشش نانوذرات با PVP	۸۸

- ۸۸..... ۲-۶- تعیین خصوصیات (شکل و اندازه) نانوذرات تولید شده.....
- ۸۹..... ۲-۶-۱- تعیین خصوصیات نانو ذرات با روش HAADF image.....

فصل سوم

- ۹۱..... سمیت و ایمنی سنجی نقره.....
- ۹۳..... ۳-۱- روش های بررسی سمیت.....
- ۹۴..... ۳-۲- ارزیابی سمیت.....
- ۹۴..... ۳-۲-۱- اثر موضعی.....
- ۹۴..... ۳-۲-۲- اثر ریه تمیک.....
- ۹۵..... ۳-۲-۳- اثر بر حاد بودن خطر.....
- ۹۶..... ۳-۳- فاکتورهای اثر بر سمیت مواد.....
- ۹۶..... ۳-۳-۱- نقش دوز.....
- ۹۶..... ۳-۳-۲- نقش ساختار شیمیایی و سمیت مواد.....
- ۹۶..... ۳-۳-۳- نقش مسیر برخورد (راه ورود) ماده.....
- ۹۶..... ۳-۳-۴- نقش تنوع یا تفاوت های مربوط به افراد.....
- ۹۷..... ۳-۴- انواع سمیت.....
- ۹۷..... ۳-۴-۱- انتخاب مسیر برخورد.....
- ۹۷..... ۳-۵- آزمایش های مربوط به سمیت حاد.....
- ۹۸..... ۳-۵-۱- تست LD₅₀.....
- ۱۰۰..... ۳-۵-۲- نحوه ی گزارش نتایج تست LD₅₀.....
- ۱۰۳..... ۳-۵-۳- بررسی سایتوتوکسیسیته با رنگ کریستال وایت.....
- ۱۰۴..... ۳-۵-۴- بررسی سایتوتوکسیسیته با تمیذین استاندارد.....
- ۱۰۵..... ۳-۵-۵- ارزیابی سایتوتوکسیسیته سلولی با رنگ تریپان بلو.....
- ۱۰۷..... ۳-۵-۶- روش های دیگر بررسی سمیت.....
- ۱۰۸..... ۳-۶- آثار سمی نقره.....
- ۱۰۹..... ۳-۶-۱- بروز آرتریت.....

۱۱۲	۳-۶-۲- تماس با چشم
۱۱۴	۳-۶-۳- سمیت آمالگام
۱۱۵	۳-۶-۴- آرژیرینای موضعی ناشی از آمالگام
۱۱۶	۳-۶-۵- لکوپنی ناشی از پماد سولفادiazین - نقره (AgSD)
۱۱۸	۳-۶-۶- مصرف خوراکی
۱۱۸	۳-۶-۷- تماس با پوست
۱۱۹	۳-۶-۸- خطرات تنفسی
۱۲۰	۳-۶-۹- خوردن نقره
۱۲۰	۳-۶-۱۰- آثار سمی نانوذرات نقره بر جنین zebra fish
۱۲۲	۳-۶-۱۱- سمیت نانوذرات نقره بر سلول‌های MT-۲
۱۲۲	۳-۶-۱۲- آثار سمی بر سلول ای اسپرم‌ساز
۱۲۴	۳-۶-۱۳- ارزیابی اثر سمی بر سلول با کالستین فلورانس (Calcein AM)
۱۲۴	۳-۶-۱۴- تأثیر بر روی کودکان
۱۲۵	۳-۶-۱۵- آثار زیست محیطی
۱۲۸	۳-۶-۱۶- سمیت نقره برای جنین موش
۱۲۹	۳-۶-۱۷- تفسیر مولکولی آثار سمی نقره
۱۲۹	۳-۶-۱۸- ژنوتوکسیسیتی نانوذرات نقره
۱۳۰	۳-۶-۹- مقایسه‌ی سمیت نقره‌ی فلزی، یونی، کلونیدی یا نانوذره؟
۱۳۲	۳-۶-۱۰- خطر مواد نانویی از جمله نانوذرات نقره
۱۳۲	۳-۱۰-۱- شناسایی خطر
۱۳۹	۳-۱۱-۱- سینتیک سمیت نانوذرات
۱۴۰	۳-۱۱-۱- جذب و برداشت مواد نانو از دستگاه گوارش
۱۴۰	۳-۱۲-۱- سمیت نانو ذرات
۱۴۱	۳-۱۲-۱- تعیین ابعاد یا خصوصیات خطر
۱۴۱	۳-۱۲-۲- مواجهه با نانو ذرات
۱۴۳	۳-۱۲-۳- نتیجه‌گیری

فصل چهارم

مشکلات زیست محیطی ناشی از نانوذرات نقره..... ۱۴۶

۴-۱- هدف از مطالعه‌ی این فصل..... ۱۴۷

۴-۲- مشکلات زیست محیطی ناشی از نانوذرات نقره..... ۱۴۷

۴-۳- مدیریت خطر..... ۱۴۹

۴-۴- ابعاد مصرف نانوذرات نقره..... ۱۵۶

۴-۵- رنوشت و آثار نقره در محیط زیست..... ۱۵۹

۴-۶- مع - خط سیر - گیرنده - اثر..... ۱۶۰

۴-۶-۱- منابع: چقدر نقره بر اثر فعالیت‌های انسانی به محیط زیست وارد می‌شود؟..... ۱۶۱

۴-۶-۲- خط سیر: اثرات تیره در بخش‌های مختلف محیط زیست چقدر است؟..... ۱۶۳

۴-۶-۳- خط سیر: فرایند زیست و رنوشت..... ۱۶۷

۴-۶-۴- دریافت کننده: نقره به چه شکلی برای موجودات قابل دسترسی (جذب) است؟..... ۱۶۹

۴-۶-۵- اثر: سمیت نقره..... ۱۷۴

۴-۷- فناوری‌های توفهور و چهارچوب نظری نانونقره..... ۱۸۹

۴-۸- منبع نانوذرات نقره و امکان انتشار آن به محیط زیست..... ۱۹۰

۴-۹- تخلیه حجیم به محیط زیست از نانوفناوری..... ۱۹۵

۴-۱۰- سیر نانوذرات نقره در محیط زیست..... ۱۹۹

۴-۱۱- آیا نانوذرات نقره برای موجودات زنده قابل جذب هستند..... ۲۰۳

۴-۱۲- سمیت ناشی از نانوذرات نقره چگونه بروز می‌یابد؟..... ۲۰۸

۴-۱۳- نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌ها..... ۲۱۷

مراجع..... ۲۲۱

واژه‌نامه..... ۲۳۷

LIST OF ABBREVIATIONS..... ۲۴۹