بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد شاهرود
دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد «M.Sc.»
گرایش: فرایند
عنوان:

بررسی تجربی انواع پیش پالایش و افزودن نانوذرات اکسید آهن **به جاذب جلبکی برای حذف فلز کبالت از آب**

استاد راهنما:
دکتر صاحبعلی منافی

استاد مشاور:
دکتر علی اصغر روحانی

نگارش:
امین پردل

تابستان ۱۳۹۳

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Shahrood Branch
Faculty of Science- Dempartment of chemistery engineering
((M.Sc.)) Thesis
Process

Subject:

Experimental investigation of different pre refining and adding Iron Oxid Nanoparticles to algae absorbent for cobalt elimination from water

Thesis Advisor:
Sahebali Manafi Ph.D.

Consulting Advisor:
Aliasghar Rouhani Ph.D.

By:
Amin Pordel

Summer 2014

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می بینم که از زحمات بی دریغ استاد عزیزم جناب آقای دکتر صاحبعلی منافی و جناب آقای دکتر علی اصغر روحانی که مرا در انجام این پایان نامه یاری نمودند صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم. همچنین جا دارد که از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود قدردانی نمایم.

تقدیم به

زیباترین واژه های هستی
پدر
و
مادر

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده
..... ۱
مقدمه ۲
فصل اول: مروری بر منابع
۱-۱- مروری بر نانو تکنولوژی و کاربردهای
آن..... ۵
۱-۲- خواص، مزایا و کاربردهای مختلف نانوذرات
آهن..... ۹
۱-۳- آب سالم و بهداشتی برای آشامیدن از نظر مراجع
مختلف..... ۱۰
۱-۴- جاذب‌های طبیعی تولید شده از بقایای موجودات زنده برای حذف مواد
آلاینده..... ۱۲
۱-۵- مروری بر استفاده از میکروارگانیسم‌ها برای حذف مواد
آلاینده..... ۱۳
۱-۶- مثال‌هائی از کاربرد جاذب‌های زیستی برای تصفیه پساب-
ها..... ۱۴
۱-۷- توضیحاتی درمورد میکروارگانیسم‌های مورد استفاده برای
تصفیه..... ۱۴
۱-۷-۱- بررسی استفاده از باکتری‌ها برای
تصفیه..... ۱۴
۱-۷-۲- بررسی استفاده از قارچ‌ها برای
تصفیه.....
۱۴
۱-۷-۳- بررسی استفاده از جلبک‌ها برای
تصفیه..... ۱۵
۱-۸- چگونگی مراحل کار در استفاده از جاذب‌های
زیستی..... ۱۶
۱-۸-۱- انتخاب جاذب بر اساس مزایا و معایب جاذب و محدودیت‌های
فرآیند..... ۱۶
۱-۸-۲- پیش فرآوری (آماده سازی اولیه جاذب بوسیله محلول‌های
شیمیائی)..... ۱۷
۱-۸-۳- غیره متحرک سازی..... ۱۸

۱-۸-۴- گرانول بندی جاذب ۱۸
۱-۸-۵- حذف فلزات سنگین ۱۹
۱-۸-۶- دفع فلزات سنگین و باز استفاده از جاذب زیستی ۱۹
۱-۹- بدست آوردن مقدار بهینه پارامترهای اثر گذار بر روی توان جاذب برای حذف ۱۹
۱-۱۰- فلزات سنگین ۲۱
۱-۱۰-۱- فلز سنگین چیست ۲۱
۱-۱۰-۲- کاربردهای فلزات سنگین ۲۱
۱-۱۰-۳- منشا فلزات سنگین و تاثیرات آنها بر سلامتي ۲۲
۱-۱۱- کبالت ۲۵
۱-۱۱-۱- ویژگیهای عمومی ۲۵
۱-۱۱-۲- مصارف مهم کبالت ۲۵
۱-۱۱-۳- منابع ورود کبالت به محیط ۲۶
۱-۱۱-۴- سرنوشت زیست محیطی کبالت ۲۶
۱-۱۱-۵- روش‌های تجزیه‌ای برای کبالت ۲۷
۱-۱۱-۶- سطوح زیست محیطی و تماس انسان از راه آب، هوا و غذا با کبالت ۲۷
۱-۱۱-۷- سنتیک و متابولیسم کبالت ۲۸
۱-۱۱-۸- اثرات زیانبار کبالت بر انسان و سایر موجودات زنده ۲۸
فصل دوم: مواد و روش‌ها
۲-۱- مواد اولیه و جاذب-ها ۳۱
۲-۱-۱- زیست‌توده جلبکی مورد استفاده برای حذف ۳۱
۲-۱-۲- تهیه نانوذرات اکسید-آهن ۳۲
۲-۲- محلول سازی ۳۳
۲-۳- مراحل انجام آزمایش-ها ۳۳
۲-۳-۱- زمان بهینه برای حذف ۳۴

۲-۳-۲- غلظت فلز و غلظت جاذب..... ۳۴
۲-۳-۳- استفاده از جاذب زیستی برای حذف کبالت..... ۳۴
۲-۳-۴- استفاده از جاذب زیستی همراه جاذب نانو..... ۳۵
۲-۳-۵- پیش فراوری جاذب زیستی برای حذف کبالت..... ۳۵
۲-۳-۶- مرحله دور همزن..... ۳۵

فصل سوم: نتایج و بحث
۳-۱- مرحله بهینه کردن زمان..... ۳۷
۳-۱-۱- نتایج مرحله زمان بهینه برای حذف..... ۳۷
۳-۱-۲- بررسی و بحث در مورد نتایج مرحله زمان بهینه برای حذف..... ۳۷
۳-۲- مرحله تغییر غلظت فلز سنگین و تغییر غلظت جاذب نانوذرات..... ۴۰
۳-۲-۱- نتایج مرحله غلظت کبالت ۱۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۰
۳-۲-۲- بحث و نتیجه گیری در مورد نتایج مرحله ۱۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۱
۳-۲-۳- نتایج مرحله غلظت کبالت ۲۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۳
۳-۲-۴- بحث در مورد نتایج مرحله ۲۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۴
۳-۲-۵- نتایج مرحله ۳۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۶
۳-۲-۶- بحث در مورد نتایج مرحله غلظت کبالت ۳۰ میلی گرم در لیتر..... 46
۳-۲-۷- نتایج مرحله غلظت اولیه کبالت ۴۰ میلی گرم در لیتر..... 47
۳-۲-۸- بحث در مورد نتایج مرحله غلظت اولیه کبالت ۴۰ میلی گرم در لیتر..... 47
۳-۳- مرحله استفاده از جاذب زیستی..... 50
۳-۳-۱- نتایج مرحله استفاده از جاذب زیستی برای حذف..... 50
۳-۳-۲- بحث در مورد نتایج مرحله بررسی استفاده از جاذب زیستی..... 51

۳-۴- مرحله استفاده از جاذب ترکیبی.....52
۳-۴-۱- نتایج مرحله استفاده از جاذب ترکیبی (ترکیب جاذب‌های زیستی و نانو).....52
۳-۴-۲- بحث در مورد نتایج مرحله استفاده از جاذب ترکیبی.....52
۳-۵- مرحله پیش پالایش.....53
۳-۵-۱- نتایج مرحله استفاده از انواع پیش پالایش جاذب.....53
۳-۵-۲- بحث در مورد نتایج مرحله استفاده از انواع پیش پالایش برای حذف.....53
۳-۶- مرحله تغییر دور همزن.....57
۳-۶-۱- نتایج مرحله تغییر دور همزن.....57
۳-۶-۲- بحث در مورد نتایج مرحله تغییر دور همزن.....57

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- نتیجه-گیری.....۶۰
۴-۲- پیشنهادها.....۶۰
۴-۳- منابع.....۶۲
۴-۴- چکیده انگلیسی.....۶۹

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل
صفحه

شکل ۱-۱: تاثیر استفاده از نانوذرات آلومینیوم بر مقاومت بتن..... ۶
شکل ۱-۲: مثال‌هائی از کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت خودروسازی..... ۷
شکل ۲-۱: جلبک سبز رشته‌ای کلادوفورا..... ۳۱
شکل ۲-۲: جلبک خشک شده..... ۳۱
شکل ۲-۳: جلبک خشک و سپس خرد شده..... ۳۲
شکل ۲-۴: تصویر نانوذرات مورد استفاده در فرآیند..... ۳۳
شکل ۲-۵: تصاویر نمک مورد استفاده برای محلول سازی..... ۳۳
شکل ۳-۱: نتایج مرحله بهینه کردن زمان..... ۳۷
شکل ۳-۲: نتایج مرحله بهینه کردن زمان در پژوهش احرام پوش و همکاران..... ۳۸
شکل ۳-۳ : نتایج مرحله بهینه کردن زمان در پژوهش دهقانی‌فرد و همکاران..... ۳۸
شکل ۳-۴: نتایج مرحله بهینه کردن زمان در پژوهش پور صابری و همکاران..... ۳۹
شکل ۳-۵: نتایج مرحله غلظت کبالت ۱۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۱
شکل ۳-۶: نتایج مرحله تعیین تاثیر مقدار جاذب و زمان بر درصد حذف در پژوهش مباشر پور و همکاران..... ۴۱
شکل ۳-۷: نتایج منشوری و همکاران..... ۴۲
شکل ۳-۸: بررسی تاثیر تغییر غلظت جاذب بر درصد حذف فلز نیکل درزمان‌های ماندمتفاوت ۴۳
شکل ۳-۹: نتایج مرحله ۲۰ میلی گرم در لیتر کبالت..... ۴۴
شکل ۳-۱۰: نتایج پژوهش اخلاصی و همکاران در مرحله تعیین غلظت فلز بهینه..... ۴۵

شکل ۳-۱۱: نتایج پژوهش پرویزی مساعد در مرحله غلظت اولیه فلز بهینه..... ۴۵
شکل ۳-۱۲: نتایج مرحله غلظت اولیه ۳۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۶
شکل ۳-۱۳: نتایج مرحله غلظت اولیه کبالت ۴۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۷
شکل ۳-۱۴: نتایج مرحله تعیین غلظت آرسنیک بهینه در پژوهش علیائی و همکاران..... ۴۸
شکل ۳-۱۵ : نتایج سرمقندی در مرحله تعیین غلظت بهینه رنگ..... ۴۹
شکل ۳-۱۶ : نتایج سرمقندی در مرحله تعیین غلظت بهینه اولیه سیانید..... ۴۹
شکل ۳-۱۷ : نتایج حداکثر درصد حذف در غلظت‌های اولیه مختلف..... ۵۰
شکل ۳-۱۸ : نتایج مرحله استفاده از جاذب زیستی برای حذف کبالت..... ۵۰
شکل ۳-۱۹ : نتایج مرحله استفاده از جاذب زیستی برای حذف در پژوهش اقبالپور و همکاران..... ۵۲
شکل ۳-۲۰ : نتایج مرحله استفاده از انواع پیش پالایش برای حذف..... ۵۳
شکل ۳-۲۱: نتایج مرحله بررسی تاثیر تغییر زمان پیش پالایش بر درصد حذف فلز در پژوهش آقا بزرگ..... ۵۵
شکل ۳-۲۲ : نتایج مرحله تغییر دور همزن..... ۵۷
شکل ۳-۲۳: بررسی تاثیر دور همزن بر درصد حذف در پژوهش اقبالپور و همکاران..... ۵۸

فهرست جداول

عنوان جدول
صفحه

جدول ۱-۱: مثال‌هایی محدود از کاربردهای نانو مواد در صنایع مختلف..... ۶
جدول ۱-۲: مثال‌هائی از کاربرد نانوذرات مختلف در تصفیه فاضلاب-ها..... ۸
جدول ۱-۳: مثال‌هایی از استفاده از نانوذرات برای حذف فلزات سنگین از آب..... ۹
جدول ۱-۴: مثال‌هائی از کاربرد جاذب‌های زیستی برای حذف فلزات سنگین مختلف..... ۱۳
جدول ۱-۵: مثال‌هائی از زمان تعادل در چند دسته مختلف از جاذب-ها..... ۲۰
جدول ۱-۶: مقایسه بین مقدار فاکتور q در چند پژوهش مختلف..... ۲۱
جدول ۱-۷: غلظت‌های مجاز فلزات سنگین مختلف در محیط‌های مختلف..... ۲۴
جدول ۱-۸: بررسی تاثیرات فلزات سنگین بر سلامت انسان..... ۲۵
جدول ۱-۹: میزان کبالت موجود در محصولات کشاورزی..... ۲۷
جدول ۲-۱: خواص و ویژگی‌های نانوذرات مورد استفاده..... ۳۲
جدول ۳-۱: نتایج مرحله زمان بهینه برای حذف..... ۳۷
جدول۳-۲: نتایج مرحله غلظت کبالت ۱۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۰
جدول ۳-۳: نتایج مرحله غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۳
جدول ۳-۴: نتایج مرحله غلظت کبالت ۳۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۶
جدول ۳-۵: نتایج مرحله غلظت کبالت ۴۰ میلی گرم در لیتر..... ۴۷

جدول ۳-۶: نتایج مرحله استفاده از جاذب زیستی برای حذف..... ۵۱
جدول ۳-۷: نتایج مرحله استفاده از انواع پیش پالایش..... ۵۴
جدول ۳-۸: بررسی تغییرات فیزیکی سطح جاذب در اثر استفاده از پیش پالایش در پژوهش یونسی و همکاران..... ۵۶
جدول ۳-۹: بررسی تغییرات فیزیکی سطح جاذب در اثر استفاده از پیش پالایش در پژوهش فراستی و همکاران..... ۵۶
جدول ۳-۱۰: نتایج مرحله تغییر دور همزن..... ۵۷

چکیده:
این پژوهش شامل ۶ مرحله اصلی بود، در مرحله اول سعی شد زمان بهینه حذف تعیین شود، زمان تماس‌های مورد بررسی شامل زمان‌های (۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) بودند مقدار جاذب مورد استفاده در این مرحله ۰/۷ گرم جاذب نانوذرات بود و فرآیند بدون استفاده از همزن انجام گرفت، بر اساس نتایج بدست آمده از این مرحله با افزایش زمان تماس در تمامی نمونه‌ها درصد حذف افزایش می‌یافت و بهترین زمان تماس برای بدست آمدن حداکثر بازه حذف زمان تماس ۹۰ دقیقه بود، بیشترین درصد حذف در این مرحله ۲۲ درصد بود. در گام بعد تاثیر تغییر غلظت فلز سنگین محلول و همچنین تاثیر تغییر مقدار جاذب مورد استفاده برای حذف بطور همزمان بررسی شد، در این مرحله غلظت‌های فلز سنگین شامل غلظت‌های (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر) بودند همچنین مقدار جاذب نانوی مورد استفاده در مقادیر (۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ گرم در در لیتر) بود، نتایج این مرحله نشان دادند که افزایش مقدار جاذب موجب افزایش حذف فلز می‌شود، همچنین با افزایش غلظت فلز سنگین درصد حذف فلز کاهش یافت در این مرحله بیشترین حذف در غلظت ppm ۱۰ و مقدار ۱ گرم جاذب نانو در لیتر بود که معادل ۳۳ درصد بود. در مرحله بعد از جاذب جلبکی به تنهایی استفاده شد، در این مرحله چهار مقدار متفاوت از جاذب زیستی یعنی مقادیر (۱، ۲، ۳ و ۴ گرم) در لیتر مورد استفاده قرار گرفت، بیشترین درصد حذف در این مرحله ۷۲ درصد بود، در ادامه مقدار ۱ گرم در لیتر از نانوذرات با مقدار ۴ گرم در لیتر از جاذب زیستی مخلوط گردید غلظت محلول هم ppm ۱۰ و زمان ۹۰ دقیقه بودند، درصد حذف این مرحله ۵۹ درصد بود. در مرحله بعد از انواع پیش پالایش استفاده شد برای این کار جاذب درون محلول‌های اسیدی، بازی و الکلی بمدت یک روز قرار گرفت سپس جاذب از حلال جدا و خشک شد و مقدار ۴ گرم در لیتر از آن برای حذف استفاده شد، بر اساس نتایج استفاده از پیش پالایش باعث کاهش توان حذف جاذب شد، در آخرین مرحله سه دور همزن متفاوت ۱۲۰، ۲۴۰، و ۳۶۰ دور در دقیقه مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان دادند که توان جاذب برای حذف فلز سنگین با افزایش دور همزن کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: حذف، فلزات سنگین، اکسیدآهن، توده زیستی، آب.

مقدمه

ضرورت تامین آب شیرین به حدی زیاد شده است که سازمان ملل متحد یک روز را به نام روز جهانی آب نامگذاری کرده است، کمبود آب شیرین سالم دارای عوامل مختلفی است که بعضی از آنها قابل کنترل و پیشگیری نیستند مثل خشکسالی و محدودیت‌های طبیعی که به علت ظرفیت‌های محدود منابع آبی وجود دارند، اما بعضی از عوامل کمبود آب شیرین سالم قابل پیشگیری و یا برطرف سازی هستند مثل آلوده شده منابع آب شیرین سالم توسط فعالیت‌های مختلف انسانی، بر همین اساس و با توجه به این نکته که یکی از مواد بسیار خطرناکی که وجود مقادیر بسیار ناچیزی از آن در آب شرب می‌تواند باعث ایجاد امراض مختلف و بسیار خطرناکی در انسان و سایر موجودات مصرف کننده آن شود فلزات سنگین هستند و همچنین با توجه به اینکه این مواد بسیار خطرناک مانند بعضی دیگر از مواد آلوده کننده آلی محلول در آب مثل مواد نفتی قابلیت تخریب زیستی و دگرگونی شیمیایی ندارند و ماندگاری آنها در آب بسیار طولانی مدت هست پس الزاما برای پیشگیری از تاثیرات سوء آنها باید آنها را از محیطهای آلوده شده به روش‌های مختلف حذف کرد، در این پژوهش سعی شد تا روشی برای حذف این مواد از محیطهای آبی طراحی شود. تا امروز روش‌های مختلفی برای حذف فلزات سنگین مختلف بوسیله انواع جاذب‌ها مثل جاذب‌های تولید شده از مواد زیستی، جاذب‌های تولید شده از مواد معدنی، جاذب‌های تولید شده از انواع پسماندهای صنایع مختلف و همچنین جاذب‌های تولید شده از نانوذرات و نانومواد گوناگون مورد بررسی قرار گرفتند، هرکدام از این روش‌ها دارای جنبه‌های مثبت و منفی بسیار زیادی هستند که استفاده از آنها را دارای محدودیت‌ها و مزایای مختلفی می‌کند، برای مثال بعضی از این روش‌ها مثل استفاده از جاذب‌های زیستی برای حذف فلزات سنگین در مقایسه با روش‌هایی مثل استفاده از نانوذرات برای حذف بسیار ارزان قیمت‌تر و به صرفه‌تر هستند همچنین می‌توان مقدار زیادی از این نوع جاذب‌ها را با سرعت زیادی تامین کرد از سوی دیگر بسیاری از جاذب‌های زیستی فاقد هر نوع عوارض جانبی زیست محیطی برای انسان و دیگر موجودات نیز هستند و می‌توان با اطمینان خاطر برای حذف فلزات سنگین از آنها استفاده کرد ولی در عوض در کنار این مزایا جاذب‌های زیستی نیز دارای معایب خاص خود نیز هستند برای مثال فرآیندهایی که از جاذب زیستی برای حذف فلزات سنگین استفاده می‌کنند مقادیر بسیار زیادی پسماندهای اضافی تولید می‌کنند همچنین در موارد فراوانی گزارش‌ها نشان دهنده توان کم این جاذب‌ها برای حذف فلزات سنگین از آب در مقایسه با دیگر جاذب‌های صنعتی هستند از سوی دیگر بعضی دیگر از جاذب‌های صنعتی دارای توان بسیار زیادی برای حذف فلزات سنگین هستند مثل جاذب‌های تولید شده بر پایه فن‌آوری نانو اما این جاذب‌ها نیز دارای قیمت بسیار زیادی در مقایسه با جاذب‌های زیستی هستند همچنین نتایج بسیار زیادی نشان دهنده این امر هستند که جاذب‌های زیستی قادرند چند فلز سنگین آلوده کننده را بشکل همزمان از آب حذف کنند که این امر بخاطر وجود عوامل شیمیائی مختلف در ساختار این مواد است اما در موارد زیادی نانوذرات قادر نیستند چنین کاری را به این شکل انجام دهند. با توجه با این موارد محققین مختلف سعی کردند تا با تغییر و ترکیب روش‌های مختلف بتوانند روش‌های جدیدی ابداع کنند که حداکثر این مزایا و حداقل معایب را داشته باشند، در این پژوهش با توجه به مزایا و ویژگی‌های مثبت بسیار زیاد جاذب‌های زیستی و همچنین با توجه به

توانایی‌های فراوان جاذب‌های تولید شده بر اساس نانوذرات مختلف سعی شده که جاذبی جدید با ترکیب این دو نوع جاذب تولید شود که بتواند به مقدار قابل قبولی فلز سنگین کبالت را از آب حذف کند. با توجه به این امر که تنها عامل تاثیر گذار در توان جاذب برای حذف فلز سنگین از آب نوع جاذب مورد استفاده به تنهایی نیست پس در این تحقیق سعی شده دیگر فاکتورهای تاثیر گذار نیز بشکل بهینه‌ای تعیین شود این عوامل تاثیر گذار شامل مواردی مثل دمای فرآیند مورد استفاده، زمان مورد استفاده برای حذف، pH محلول حاوی فلز سنگین، دور همزن مورد استفاده، غلظت فلز سنگین محلول مورد استفاده، مقدار جاذب استفاده شده و پاره‌ای از دیگر عوامل می‌باشد باید توجه داشت که بهینه کردن هر کدام از این موارد می‌تواند تا حد زیادی نتایج نهایی را تحت تاثیر خود قرار دهد لذا در این پژوهش سعی شده تا مقادیر بهینه این پارامترها تعیین شود تا بتوان بیشترین درصد حذف فلز را بدست آورد برای این منظور سعی می‌شود تا با روش تغییر یک عامل در حالی که مقادیر دیگر عوامل ثابت هستند و سپس بررسی تاثیر این کار بر درصد حذف فلز از آب مقدار بهینه هر برای هر کدام از پارامترها تعیین شود. پژوهشگران مختلف در کارهای گوناگون تا امروز روش‌های جدیدی را برای افزایش توان جاذب‌ها برای حذف فلزات سنگین مورد بررسی قرار داده‌اند برای نمونه در کارهای بسیاری پژوهشگران از روش‌های آماده سازی جاذب‌ها با استفاده از محلول‌های مختلف مثل محلول‌های اسیدی، بازی و الکلی مورد بررسی قرارداده‌اند که به روش‌های پیش پالایش جاذب معروف هستند لذا در این تحقیق تاثیر استفاده از چنین روش‌هایی بر توان جاذب برای حذف فلز سنگین از آب نیز در کنار دیگر مراحل کار مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت باید گفت که تعیین فرآیند بهینه ترکیبی از تمامی این عوامل و همچنین پاره‌ای از دیگر عوامل مثل استانداردهای مورد نظر و مورد مصرف آب تصفیه شده و بسیاری از دیگر عوامل است که باید به همه آنها بشکل همزمان توجه شود.

فصل اول
مروری بر منابع مطالعاتی

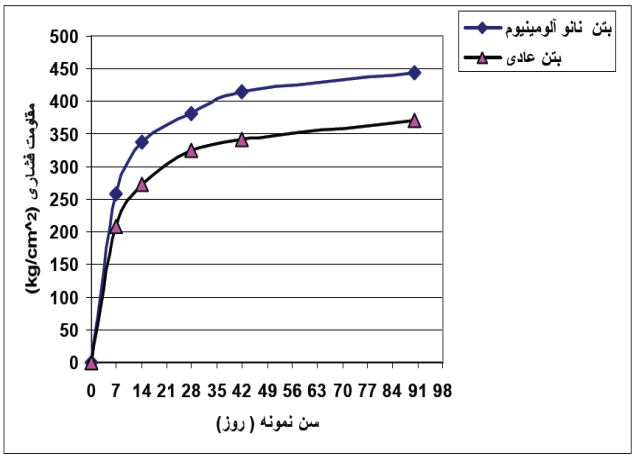
۱-۱) مروری بر نانو تکنولوژی و کاربردهای آن

یک نانو متر معادل ۱/۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ یا 10^{-9} متر است، برای درک بهتر از علم نانو باید بدانیم که مثلا یک اتم هیدروژن حدوداً اندازه‌ای معادل یک دهم نانومتر دارد، از نظر لغوی نیز ریشه اصلی کلمه نانو از زبان یونانی است اما سخنان فیمن در سال ۱۹۵۶ در مورد نانوتکنولوژی را می‌توان اولین سرچشمه و جرقه برای علم نانوتکنولوژی نوین دانست هر چند که قبل از او دانشمندان زیادی به مبانی این این علم اشاراتی نیز داشتند [۱]، اولین بار واژه«نانو فناوری» در سال ۱۹۷۴ توسط نوریو تانیگوچی به کار رفت. با توجه به این امر که ابعاد ذرات تولید شده در صنعت نانوتکنولوژی بسیار کم و کوچک می‌باشند پس باید دقت دستگاه‌های مختلف مورد استفاده برای تولید مواد و بررسی نتایج بدست آمده در فرآیند بسیار زیادتر از دستگاه‌های قبلی مورد استفاده باشد پس بر همین اساس ابزار جدیدی باید اختراع می‌شد تا این نیازها را پاسخگو باشد، جرد بینینگ و روهرر هنریک با این چالش روبرو شده و در سال ۱۹۸۱ میکروسکپ اسکن تونلی را اختراع کردند [۲]. در دهه ۸۰ میکروسکوپ‌های مختلف دیگری نیز مانند میکروسکپ نیروی اتمی برای اجسام نانو بعد اختراع شد. از زمان شروع به کار در زمینه نانوتکنولوژی تا به حال محققین مختلف از این علم برای اهداف مختلف در زمینه‌های بسیار فراوانی استفاده کردند، برای مثال از نانوتکنولوژی در زمینه پزشکی برای اهداف مختلفی مثل پیش تغلیظ مواد داروئی بوسیله نانوذرات [۳]، تولید داروی ضد سرطان به کمک بدام اندازی دارو در نانوذرات و هدایت هدفمند دارو بسوی سلول‌های سرطانی [۴]، ساخت نانوپلیمرهای حامل داروهای مختلف برای درمان بیماری‌های گوناگون [۵]، ساخت مواد نانوی ضد ویروسی برای مقابله با بیماری‌های دارای منشاء ویروسی [۶]، ساخت نانوسنسورهای مورد استفاده برای کاربردهای پزشکی [۷]، ساخت و استفاده از نانوکامپوزیت‌های مختلف در اهداف درمانی و پزشکی [۸]، استفاده از نانولوله‌های کربنی برای درمان ضایعات نخاعی [۹]، و بسیاری از دیگر کاربردها استفاده کردند، همچنین از این تکنولوژی در زمینه صنایع رنگ و انواع پوشش محافظت کننده فلزات در برابر خوردگی و پوشش‌های دیگری با خواص متفاوت و مختلفی نیز استفاده وسیعی شده است برای مثال از این تکنولوژی برای تولید پوشش خودرو که مقاومت بسیار زیادی در برابر انواع ضربات ناشی از تصادف از خود نشان می‌دهد، ساخت رنگ دارای خاصیت ضد باکتریایی که باعث استریل شدن محیط مورد استفاده بدون استفاده از مواد و محلول‌های مورد کاربرد برای این هدف می‌شود، ساخت انواع کامپوزیت محافظت کننده فلزات در برابر خوردگی ناشی از تماس با آب با خواص و ویژگی‌های جدید نسبت به پوشش‌های متداول و تولید نانورنگدانه‌های دارای خاصیت رنگ‌دهی بیشتر نسبت به رنگ‌های معمولی برای بهبود عملکرد رنگرزی و بسیاری از دیگر انواع رنگ‌ها استفاده شده است [۱۳-۱۰] همچنین از این تکنولوژی نانورنگ‌هائی با خاصیت خود تمیز شونده تولید شده است که قادرند پس از بارش باران مقادر قابل توجهی از گرد و غبار و مواد آلوده کننده هوا را که در مدت زمان زیادی برروی خود جذب کرده‌اند دفع کنند چنین خاصیتی برای استفاده به منظور پوشش نمای ساختمان‌های مختلف بسیار خاصیت مفیدی است. در جدول ۱-۱ مثال‌هائی از کاربردهای نانوذرات مختلف در صنایع گوناگون آورده شده است.

جدول ۱-۱: مثال‌هایی محدود از کاربردهای نانو مواد در صنایع مختلف.

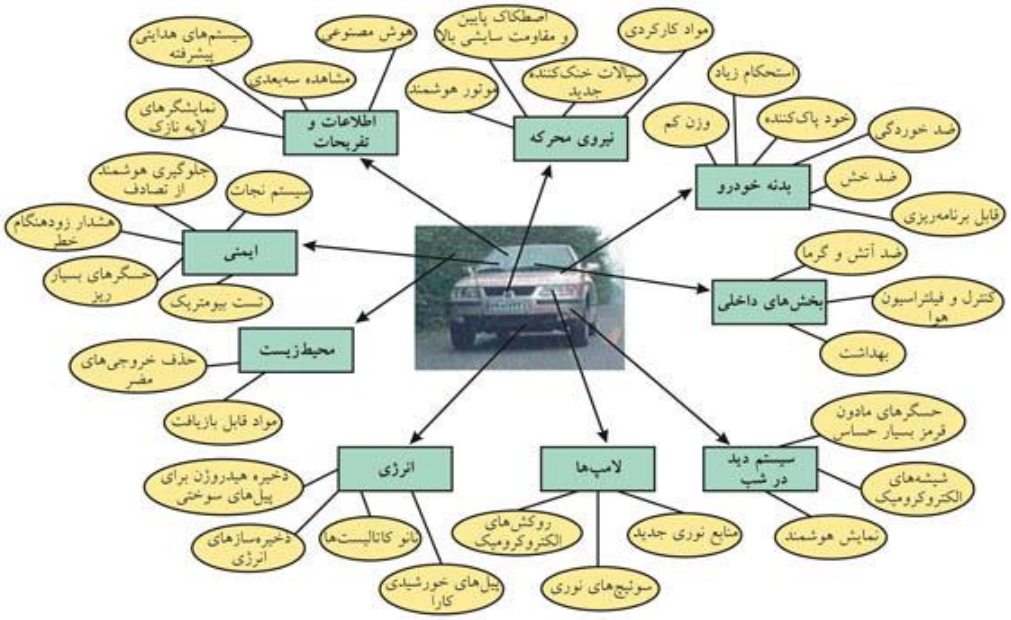
نام نانوذره مورد استفاده	صنعت بکار گیرنده نانوذره	هدف استفاده از نانوذره
نانوذرات پالادیم	نفت	کاهش هزینه تولید محصولات نفتی [۱۴]
اکسید روی	تصفیه خانه‌ها	افزایش سرعت حذف آلودگی‌های زیست محیطی [۱۵]
نانوکامپوزیت پلیمری	گاز	افزایش تراوائی غشاء مورد استفاده در جداسازی گازها [۱۶]
اکسید آلومینیوم	تولید مبدل‌های حرارتی	افزایش بازده و کاهش هزینه انرژی [۱۷]
رس	صنایع تولید کننده انواع کامپوزیت	افزایش میزان خواص مطلوب مورد نظر مثل مقاومت خمشی [۱۸]
دی اکسید تیتانیوم	پزشکی	درمان سرطان [۱۹]
طلا روی	تصفیه خانه‌ها و صنایع نفت و گاز	تصفیه پساب‌های حاوی مواد آلوده کننده گوگردی و نیتروژنی [۲۰]
دی اکسید تیتانیوم	داروسازی	حذف مواد آلاینده حاصل از فعالیت شرکت‌های داروسازی [۲۱]
نانوذرات پروتئینی	زیست شناسی	بررسی مکانیسم‌های سلولی [۲۲]
نانوکریستال سلولز و پلی وینیل الکل	بسته بندی	بهبود ویژگی‌های مواد مورد استفاده در این صنعت [۲۳]

در شکل ۱-۱ مثالی از تاثیر استفاده از نانوذرات بر مقاومت بتن آورده شده است.



شکل ۱-۱: تاثیر استفاده از نانوذرات آلومینیوم بر مقاومت بتن [۲۴].

همچنین در شکل ۱-۲ مثال‌هائی از کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت خودرو آورده شده است.



شکل ۱-۲: مثال‌هائی از کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت خودروسازی [۲۵].

یکی دیگر از کاربردهای بسیار مهم از نانوتکنولوژی و نانوذرات استفاده از آنها در اهداف زیست محیطی هست، تا امروز از این مواد در موارد بسیار زیادی برای اهداف زیست محیطی به روش-های مختلف استفاده شده است و از آنها در قالب روش‌ها و مواد گوناگونی استفاده شده است، یکی از مهمترین کاربردهای زیست محیطی نانوذرات استفاده از آنها جهت تصفیه آب و فاضلاب آلوده شده توسط مواد مختلف آلوده کننده است. همانطور که می‌دانیم نانوذرات دارای سطح به مراتب بیشتری از مواد معمولی هستند پس این امر موجب می‌شود که توان بسیار بیشتری برای حذف مواد آلوده کننده از محیط‌های آلوده شده از خود نشان دهند، این کاربرد نانوتکنولوژی یعنی استفاده از آن برای حذف مواد آلوده کننده را می‌توان بر اساس اینکه مواد آلاینده حذف شده از جنس مواد آلی هستند یا از جنس مواد غیره آلی تقسیم بندی کرد [۲]، همچنین می‌توان آنرا بر اساس نوع فرآیند مورد استفاده نیز تقسیم‌بندی کرد برای مثال فرآیند پیوسته، نیمه پیوسته یا ناپیوسته، همچنین می‌توان بر اساس اینکه آیا نانوذرات به تنهایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند یا به همراه دیگر جاذب‌ها یا بر اساس نوع نانوذرات و بسیاری از دیگر موارد این فرآیند را تقسیم‌بندی کرد. در استفاده از نانوذرات برای حذف مواد آلاینده برای دست یافتن به حداکثر میزان حذف و حداقل هزینه و زمان ممکن باید به موارد بسیار زیادی توجه داشت، درواقع باید فاکتورهای اثر گذار را بشکلی کنار هم قرار داد که به حداکثر درصد حذف دست پیدا کرد، مهمترین فاکتورهای تاثیر گذار در عملکرد جاذب‌های مختلف از جمله جاذب های تولید شده از نانوذرات مختلف مواردی مثل دمای محلول مورد استفاده برای فرآیند، دور همزن در حال کار، pH محلول مورد استفاده یا همان محلول آلوده، غلظت مواد آلاینده محلول در آب، دوز جاذب یا میزان جاذب مورد کاربرد برای حذف مواد، نوع جاذب یا همان نانوذره مورد استفاده برای تصفیه آب، زمان تماس میان جاذب و محلول آلوده به مواد آلاینده و بسیاری از دیگر عوامل تاثیر گذار دیگر. البته باید توجه داشت که علاوه بر بهینه کردن مقادیر این پارامترها عواملی مثل استفاده از فرآیند حذف مناسب و استفاده از روش‌هائی مثل آماده سازی اولیه جاذب با استفاده از انواع محلول‌های مختلف شاید بتواند تاثیر بسزایی بر توان جاذب برای حذف مواد آلاینده بر جای بگذارد. در انتخاب جاذب مناسب باید به عامل هزینه تمام