بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه بیرجند
دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی تجزیه

عنوان

سنتز نانو ذرات فلزی و تعیین ثابت پایداری کمپلکس‌های آن‌ها با اسیدهای آمینه‌ی فنیل آلانین و گلوتامیک اسید در درجه حرارت‌های متفاوت و ارزشیابی پارامتر های ترمودینامیکی و سینتیکی

استاد راهنما

دکتر ابراهیم قیامتی

استاد مشاور

دکتر عبدالرضا رضایی فرد

نگارش

منور هاشمی‌نیا

مهر ۱۳۹۰

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: نانو ذرات

۱-۱ نانو ذرات ۱

۱-۲ تاریخچه نانو فناوری ۲

۱-۳ خصوصیات منحصر به فرد نانو ذرات ۳

۱- ۴ طبقه‌بندی نانو ذرات ۵

۱ـ۴ـ۱ طبقه‌بندی نانو ذرات از نقطه نظر نوع ذرات ۵

۱ـ۴ـ۲ طبقه‌بندی نانو مواد از نقطه نظر سایر ذرات ۵

۱ ـ۵ تعیین مشخصات ۶

۱-۶ کاربرد وسیع نانو ذرات ۷

۱ـ۷ روش‌های سنتز نانو ذرات ۸

۱ ـ۷ـ۱ روش‌های بالا به پایین ۸

۱ ـ۷ـ۲ روش‌های پایین به بالا ۸

۱ ـ۷ـ۱ـ۱ روش آماده سازی مکانیکی(مکانوسنتز) ۹

۱ ـ۷ـ۱ـ۲ روش گرمایی ۹

۱ ـ۷ـ۱ـ۳ روش انرژی بالا ۹

۱ـ۷ـ۱ـ۴ روش تهیه شیمیایی ۹

۱ ـ۷ـ۱ـ۵ روش لیتوگرافی قلم غوطه ور(DPL) ۱۰

۱-۷-۲-۱ روش های فاز گاز ۱۰

۱ ـ۷ـ۲ـ۱-۱ ته‌نشینی شیمیایی بخار(CVD) ۱۱

۱ ـ۷ـ۲ـ۱ـ۲ نشست لایه اتمیALD)) ۱۲

۱-۷-۲-۱-۳ روش القای یون ۱۲

۱-۷-۲-۱-۴ فرآیند احتراق ۱۳

۱-۷-۲-۲ روش های فاز محلول ۱۳

۱-۷-۲-۲-۱ روش هیدروترمال ۱۳

۱ ـ۷ـ۲ـ۲ـ۲ روش سل ـ ژل ۱۴

۱-۷-۲-۲-۲ فرآیند سل -ژل: ۱۴

۱-۷-۲-۲-۱ انواع ژل‌ها: ۱۵

۱-۷-۲-۲-۲ انواع فرایند سل ژل ۱۵

۱-۷-۲-۲-۳ مراحل فرایند سل-ژل ۱۷

۱-۷ سنتز نانوذرات فلز اکسید ۱۸

۱- ۸ سنتز نانو ذرات ZnO ۱۹

۲- ۸ـ۱ سنتز انتقال بخار ۱۹

۲ـ۸ـ۲ سایر روشها ۲۰

فصل دوم: اسیدهای آمینه و ثابت تشکیل کمپلکس آن‌ها

۲-۱ کمپلکس ۲۲

۲-۲ شیمی کئوردیناسیون ۲۳

۲-۳ فلزات ۲۳
۲-۳-۱ کبالت ۲۳
۲-۳-۲روی ۲۴
۲-۳-۳ وانادیوم ۲۵
۲-۴ لیگاند ۲۵
۲-۴-۱ انواع لیگاند ۲۶
۲-۵ ثابت پایداری کمپلکس ۲۶
۲- ۶ تاریخچه‌ی ثابت تشکیل کمپلکس ۲۶
۲-۷ روش‌های تجربی در اندازه گیری ثابت تشکیل ۲۹
۲-۸ تیتراسیون پتانسیومتری: ۳۰
۲-۸-۱ الکترود مرجع ۳۱
۲-۸-۲ سیستمهای سه الکترودی ۳۲
۲-۸-۳ اندازه گیری پتانسیل با الکترود شیشه**Error! Bookmark not defined.**
۲-۸-۳-۱ انواع خطاها در الکترود شیشه‌ای ۳۳
۲-۹ عوامل موثر بر ثابت پایداری کمپلکس ۳۴
۲-۹-۱عوامل مربوط به ماهیت فلز ۳۴
۲-۹-۲ عوامل مربوط به ماهیت لیگاند ۳۶
۲-۹-۳ مفهوم اسید و باز سخت و نرم(HSAB) ۳۷
۲-۹-۴ اثر آنتالپی و آنتروپی ۳۷
۲-۹-۵ اثر کیلیت ۳۸
۲ -۱۰ پروتئین ۳۹

۲-۱۱ اسیدهای آمینه: ۳۹
۲-۱۲ دسته بندی اسیدهای آمینه..... ۴۰
۲-۱۲-۱-۱ اسید های آمینه بازی ۴۱
۲-۱۲-۱-۲ اسیدهای آمینه اسیدی ..... ۴۲...
۲-۱۳ اسیدهای آمینه از نظر نوع ۴۲
۲-۱۳-۱ اسیدهای آمینه پروتئینی..... ۴۲
۲-۱۳-۲ اسیدهای آمینه غیر پروتئینی ۴۲
۲-۱۴ فنیل آلانین ۴۳
۲-۱۵ گلوتامیک اسید ۴۳
۲-۱۶ تیتراسیون اسیدهای آمینه..... ۴۴
۲-۱۷ نقطه‌ی ایزوالکتریک اسید آمینه ۴۵

فصل سوم: بخش تجربی

۳-۱ مقدمه ۵۲
۳-۱-۱ تعیین ثابت پایداری کمپلکس.. ..... ۵۲
۳-۱-۲ محاسبه توسط برنامه‌ی طراحی شده‌ی :GRCBeta ۵۸
۳-۱-۳ محاسبه‌ی ثابت پایداری یون‌های فلزی با اسید آمینه ۵۹
۳-۲ پارامترهای ترمودینامیکی ۶۲
۳-۲-۱ روش محاسبات: ۶۲
۳-۳ بخش آزمایشگاهی ۶۴

۳-۳-۱ مواد و دستگاههای مورد استفاده ۶۴

۳-۳-۱-۱ مواد و دستگاه های مورد استفاده در سنتز نانوذرات ZnO ..... **Error! Bookmark not defined.** ۶۴

۳-۳-۱-۱-۱ مواد استفاده شده ۶۴

۳-۳-۱-۱-۲ دستگاه های مورد استفاده ۶۴

۳-۳-۱-۲ مواد و دستگاه های مورد استفاده درتعیین ثابت‌های پایداری کمپلکس‌ها ۶۴

۳-۳-۱-۲-۱ مواد استفاده شده ۶۴

۳-۳-۱-۲-۲ دستگاه‌های مورد استفاده ۶۵

۳-۳-۴ روش کار ۶۵

۳-۴-۱ سنتز نانو ذرات روی اکسید (ZnO) ۶۵

۳-۴-۲ تعیین پتانسیو متری ثابت پایداری کمپلکس ۶۸

۳-۴-۲-۱ استاندارد کردن محلول‌های پرکلریک اسید وسدیم هیدروکسید ۶۸

۳-۴-۲-۲ تنظیم دستگاه pH متر ۶۸

۳-۴-۲-۳ تهیه‌ی محلول ۶۹

۳-۵ جداول و نمودارها ۷۰

۳-۵-۱ جداول و نمودارهای مربوط به تنظیمPH ۷۰

۳-۵-۲ جداول و نتایج مربوط به تیتراسیون ۷۳

۳-۴-۲ نمودارها ۷۵

فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری

۴-۱ بحث و نتیجه گیری ۸۶

۴- ۲بررسی داده‌ها ۸۸

۴-۲-۱ بررسی اثر دما..... ۸۸

۴-۲-۲ بررسی مقادیر kf مربوط به یونهای فلزی مختلف درکمپلکس‌های گلوتامیک اسید ۸۸

۴-۲-۲ بررسی مقادیر kf مربوط به یونهای فلزی مختلف درکمپلکس‌های گلوتامیک اسید ۹۰

۴-۳ بررسی کاربردهای بیولوژیکی واکنش تشکیل کمپلکس در نانوذرات..... ۹۲

۴-۳ محاسبه‌ی پارامترهای ترمودینامیکی ۹۳

۴-۳-۱ محاسبه‌ی تغییر انرژی آزاد گیبس واکنش و بررسی داده‌ها..... ۹۳

۴-۳-۲ محاسبه‌ی تغییرات آنتالپی(ΔH) و آنتروپی واکنش(ΔS) و بررسی داده‌ها..... ۹۵

۴- ۵ بررسی سینتیکی..... ۹۸

۴-۶ تفسیر طیف‌هایIR..... ۹۹

۴-۷ پیشنهادات برای گسترش این کار تحقیقاتی آینده..... ۱۰۰

پیوست..... ۱۰۲

منابع..... ۱۰۶

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول (۱-۱): بیان برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نانوذارت..... ۴

جدول ۲-۱ طبقه بندی و تمایل لیگاندها ۳۶

جدول(۲-۲) دسته‌بندی اسیدهای آمینه از نظرنقطه‌ی ایزوالکتریک ۴۶

جدول (۲-۳) ساختار و ویژگی اسید های آمینه..... ۴۶

جدول(۳-۱) جدول تصحیح بازی pH متر ۷۱

جدول(۳-۲) جدول تصحیح اسیدی pH متر ۷۲

جدول (۳-۳) نتایج تیتراسیون پتانسیومتری محلول Zn(II)-Phe در محلول آبی هیدروکسید استاندارد ۰/۰۹۸۶ مولار در دمای C 25˚ ۷۳

جدول (۳-۴) نتایج تیتراسیون محلول Zn(II)-Glu در محلول آبی هیدروکسید استاندارد۰/۰۹۸۶ مولار در دمای C 25˚ ۷۴

جدول (۴-۱) مقادیر ثابت‌های پایداری کمپلکس‌های فنیل آلانین در گستره‌ی دمایی c ۲۵-۴۰° ۸۷

جدول (۴-۲) مقادیر ثابت‌های پایداری کمپلکس‌های گلوتامیک اسید در گستره‌ی دمایی c ۲۵-۴۰° .. ۸۷

جدول (۴-۳) مقادیر ثابت‌های پایداری کمپلکس‌های نانو ذرات روی با گلوتامیک اسید و فنیل آلانین در گستره‌ی دمایی c ۲۵-۴۰° ۸۸

جدول (۴-۴) مقادیر انرژی آزاد گیبس واکنش تشکیل کمپلکس‌های فنیل آلانین در گستره دمایی c ° ۲۵-۴۰ ..... ۹۱

جدول (۴-۵) مقادیر انرژی آزاد گیبس واکنش تشکیل کمپلکس‌های گلوتامیک اسید در گستره‌ی دمایی c ۲۵-۴۰° ۹۱

جدول (۴-۶) مقادیر انرژی آنتالپی واکنش تشکیل کمپلکس‌های گلوتامیک اسید و فنیل آلانین در گستره ی دمایی c ۲۵-۴۰° ۹۴

جدول (۴-۷) مقادیر آنتروپی واکنش تشکیل کمپلکس‌های گلوتامیک اسید وفنیل آلانین در گستره‌ی دمایی c ۲۵-۴۰° ۹۴

فهرست نمودارها

عنوان صفحه

نمودار(۳-۱): نمودار تصحیح بازی pH متر ۷۱

نمودار (۳-۲): نمودار تصحیح اسیدی pH متر ۷۲

نمودار (۳-۳) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس روی- فنیل آلانین با سود ۷۵

نمودار (۳-۴) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس روی- فنیل آلانین با سود.....۷۵

نمودار (۳-۵) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس روی- فنیل آلانین با سود.....۷۵

نمودار (۳-۶) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس روی- گلوتامیک اسید با سود.....۷۶

نمودار (۳-۷) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس روی- گلوتامیک اسید با سود....۷۶

نمودار(۳-۸) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس روی- گلوتامیک اسید با سود.....۷۶

نمودار (۳-۹) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری نانو ذرات روی- فنیل آلانین با سود.....۷۷

نمودار (۳-۱۰) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری نانو ذرات روی - فنیل آلانین با سود.....۷۷

نمودار (۳-۱۱) منحنی‌مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری نانو ذرات روی - فنیل آلانین با سود.....۷۷

نمودار(۳-۱۲) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری نانو ذرات روی- گلوتامیک- اسید با سود.....۷۸

نمودار (۳-۱۳) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری نانو ذرات روی- گلوتامیک اسید با سود....۷۸

نمودار (۳-۱۴) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری نانو ذرات روی- گلوتامیک اسید با سود....۷۸

نمودار (۳-۱۵) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس کادمیوم- فنیل آلانین با سود.....۷۹

نمودار (۳-۱۶) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کادمیوم- فنیل آلانین با سود نمودار (۳-۱۷) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری کادمیوم- فنیل آلانین با سود.....۷۹

نمودار(۳-۱۸) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس کبالت- فنیل آلانین با سود.....۸۰

نمودار (۳-۱۹) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کبالت- فنیل آلانین با سود.....۸۰

نمودار (۳-۲۰) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری کبالت- فنیل آلانین با سود.....۸۰

نمودار(۳-۲۱):منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس وانادیوم- فنیل آلانین با سود.....۸۱

نمودار (۳-۲۲):منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری وانادیوم- فنیل آلانین با سود.....۸۱

نمودار (۳-۲۳):منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری وانادیوم- فنیل آلانین با سود.....۸۱

نمودار(۳-۲۴) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس کادمیوم-گلوتامیک اسید با سود.....۸۲

نمودار (۳-۲۵) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کادمیوم- گلوتامیک اسید با سود.....۸۲

نمودار (۳-۲۶) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری کادمیوم- گلوتامیک اسید با سود.....۸۲

نمودار (۳-۲۷) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس کبالت- گلوتامیک اسید با سود.....۸۳

نمودار (۳-۲۸) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کبالت- گلوتامیک اسید با سود.....۸۳

نمودار (۳-۲۹) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری کبالت- گلوتامیک اسید با سود.....۸۳

نمودار (۳-۳۰) منحنی تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس وانادیوم- گلوتامیک اسید با سود.....۸۴

نمودار(۳-۳۱) منحنی مشتق اول تیتراسیون پتانسیومتری کمپلکس وانادیوم-گلوتامیک اسید با سود.۸۴

نمودار (۳-۳۲) منحنی مشتق دوم تیتراسیون پتانسیومتری وانادیوم- گلوتامیک اسید با سود.....۸۴

نمودار(۴-۱) تغییرات ΔG بر حسب عدد اتمی مربوط به کمپلکس M(II)- GLU.....۹۲

نمودار (۴-۲) تغییرات $\log K_{f1}$ بر حسب $\frac{1}{T}$ مربوط به کمپلکس Zn(II)- GLU..... ۹۳

عنوان فهرست اشکال صفحه

شکل (۱-۱) شماتیکی از فرآیند های بالا به پایین و پایین به بالا ۸

شکل (۲-۱) اثر یان تلر در کمپلکس‌های هشت وجهی ۳۵

شکل (۲-۲) ساختار پروتئین ۳۹

شکل (۲-۳) ساختار معمول اسیدآمینه..... ۴۰

شکل (۲-۴) ساختار فنیل آلانین.....۴۳

شکل (۲-۵) ساختار گلوتامیک اسید.....۴۳

شکل(۲-۶) ساختار اسیداستیک.....۴۵

شکل(۲-۷) ساختارگلی سین

.....۴۵

شکل(۳-۱) فرم‌های متفاوت فنیل آلانین نیز در pH های مختلف ۶۱

شکل (۳-۲) الگوی XRD نانو ذراتZnO.....۶۷

شکل(۴ – ۱) تصویر TEM کمپلکس نانو ذرات ZnO با اسید آمینه ی گلوتامیک اسید ۹۱

شکل (۴-۲): طیف UV-Vis روی (a)، فنیل آلانین
(b)،کمپلکس(c).....۹۲

چکیده

مکانیسم انتقال یون‌های فلزی از غذا به بافت‌های سلولی، در بدن یک پدیده‌ی جالب است و به شدت مورد مطالعه قرار گرفته که در واقع پروتئین‌ها در این واکنش‌ها شرکت دارند. پروتئین‌ها خود از زنجیره-ای از اسیدهای آمینه تشکیل شده‌اند. یک روش بررسی رفتار آن‌ها تعیین ثابت‌های پایداری کمپلکس-های آن‌هاست.

در این پژوهش واکنش تشکیل کمپلکس بین اسیدهای آمینه‌ی فنیل آلانین و گلوتامیک اسید با یون‌های فلزی وانادیوم(IV)، کبالت(II)، روی(II) و کادمیوم(II) در محلول آبی در دماهای ۲۵ ،۳۰، ۳۵ و ۴۰درجه‌ی سانتیگراد به روش پتانسیو متری با استفاده از تکنیک ژروم و نرم افزار تغییر یافته‌ی BEST مطالعه شد. هدف تعین ثابت پایداری و ارزیابی پارامترهای ترمودینامیکی کمپلکس‌های تشکیل شده بود. از بین یون‌های فلزی نامبرده، روی به عنوان مدل انتخاب گردید، و نانو ذرات روی اکسید به روش هم-رسوبی در محیط آبی از روی استات در حضور سدیم هیدروکسید سنتز شد. نانو ذرات به روش‌های میکروسکوپی الکترون عبوری(TEM) و پراش اشعه‌ی ایکس(XRD) و FT-IR بررسی و واکنش آن با اسیدهای آمینه‌ی مذکور مورد مطالعه قرار گرفت. در ادامه واکنش تشکیل کمپلکس بین اسیدهای آمینه‌ی مذکور با نانو ذرات روی بررسی شد. نتایج حاصله نشان داد که ثابت‌های پایداری مربوط به کمپلکس نانو ذرات با اسید آمینه‌ی گلوتامیک اسید بزرگتر از نمونه‌های bulk هستند. علاوه بر این با انجام آزمایش در درجه حرارت‌های متفاوت مشخص شد که ثابت‌های تشکیل کمپلکس‌های مدل، با افزایش دما کاهش می‌یابند. روند تغییرات ثابت‌های تشکیل بر اساس میزان نسبت بار به شعاع یون‌های فلزی می‌باشد. بدین صورت که با افزایش نسبت بار به شعاع یون، میزان پایداری کمپلکس زیاد می‌شود. هم‌چنین این نتیجه به دست آمد که ثابت‌های پایداری کمپلکس‌های گلوتامیک اسید نسبت به فنیل آلانین بزرگتر می‌باشند. در ادامه کار، پارامترهای ترمودینامیکی ΔG، ΔH و ΔS نیز محاسبه شد. داده ها نشان می‌دهد که آنتالپی تشکیل کمپلکس‌های فوق منفی و بنابراین واکنش گرماده است. مقادیر انرژی آزاد گیبس نیز منفی به دست آمد که دلیلی بر خود به خودی بودن واکنش‌ها می‌باشد.

فصل اول

نانوذرات

۱- ۱ نانو ذرات

علم شامل تئوری و آزمایش است و حاصل آن منجر به ایجاد تکنولوژی می‌شود که پیشرفت‌ها و کاربردها را در بر دارد. هردوی آن‌ها روی هم تأثیر می‌گذارند. علم پایه تکنولوژی را شکل می‌دهد و از طریق تکنولوژی ما قادر خواهیم بود ابزارها و مواد بهتری را بسازیم یعنی در واقع علم را مجهز وکامل کنیم. علم نیازبه اندازه‌گیری دارد اندازه‌گیری زبان علم است و بدون اندازه‌گیری، رابطه‌ای بین تئوری و آزمایش وجود نخواهد داشت.

علم نانو یک مقیاس اندازه‌گیری را درسطوح نانومتر به کارمی‌برد. وجه تسمیه نانو از پیشوند « nonus» در زبان لاتین، و قبل ازآن از ریشه یونانی nan(n)os که به معنی کوتوله می باشد گرفته شده است. به طور ویژه به مفهوم یک بیلیونیوم می‌باشد و برای نشان دادن کوچکی فوق‌العاده به کار می‌رود. بنابراین نانوتکنولوژی، تکنولوژی است که برپایه نانومتر تعریف می‌شود. یک نانومتر یک بیلیونیوم متر می‌باشد [۱].

این تکنیک با رشد فزاینده‌ای و با پتانسیل‌های کاربردی بالایی در زمینه‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، الکترونیکی و بیولوژیکی و به وجود آمده است و روش‌های جدیدی را در جهت استفاده از اتم‌ها و مولکولهای تنها به کار برده است انجمن ملی علوم، نانوتکنولوژی را با عنوان کنترل جسم مورد نظر در ابعاد ۱۰۰nm ـ۱، برای ایجاد کاربردهای نو تعریف می‌کند[۲] .

در نانوتکنولوژی، یک ذره به عنوان یک شی کوچک رفتار می‌کند که از نظر ویژگی‌هایش همانند یک واحد کامل رفتار می‌کند. ذرات بر اساس اندازه یشان طبقه‌بندی می‌شوند. یک ذره ریز بین ۲۵۰۰nm ـ۱۰۰ و یک ذره خیلی ریز بین ۱۰۰ nm ـ۱ قطر دارد[۳]. نانو ذرات محصول نهایی یکسری از فرایندهای فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی کاملا جدید که اساسا با فرآیندهای معمولی متفاوت است، می‌باشند[۶-۴].

۱-۲ تاریخچه نانو فناوری

به نظر می‌رسد، تاریخچه نانو فناوری به قرن نوزدهم میلادی برمی‌گردد. چرا که در این زمان، نانو ذرات طلا و نقره توسط هنرمندان برای ایجاد اثر درخشان کنندگی به کار رفته است. اولین توصیف علمی از ویژگی نانوذرات در سال ۱۸۵۷ توسط مایکل فارادی[1] در مقاله مشهورش تحت عنوان « رابطه تجربی طلا و دیگر فلزات با نور » (فارادی ـ ۱۸۵۷) ارائه شد. سپس در سال ۱۹۵۹ ریچارد فایمن [2] در سخنرانی خود در گردهمایی انجمن فیزیک آمریکا تحت عنوان « فضای بسیاری در سطوح کوچک وجود دارد » راجع به ساخت ماشین‌های کوچکی با دقت اتمی صحبت کرد که در واقع اولین سخنرانی نانوتکنولوژی بود[۷]. در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ جهان به سوی استفاده از نانو ذرات در زمینه تحویل دارو متمرکز شد که یکی از پیشگامان این عرصه پروفسور پیترپائول اسپیشر[3] بود.

انقلاب نانو در قبل از دهه ۱۹۸۰ با اولین مقاله ، که توسط ک. اریک درکسلر[4] از آزمایشگاه سیستم‌های فضایی در انستیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT)[5] با عنوان « روش روبه پیشرفت در تغییرات مولکولی» منتشر شد، آغاز گردید [۸]. در سالهای اخیر ما توانسته‌ایم، اتم‌ها و مولکولها را مهار کرده و ابزارها و سیستم‌های نانو مقیاس تهیه کنیم. نانو تکنولوژی به مرحله‌ای رسیده است که آینده‌ی تمام تکنولوژی‌ها محسوب می‌شود.

---

1 Mikle Faradey

2 Richard Feynman

3 Pitter Spisher

4 K. Eric Drexler

5 Massachusetts Institute of Technology

۱ـ۳ خصوصیات منحصر به فرد نانو ذرات

نانو ذرات به طور موثری پلی بین مواد تودهای و ساختارهای اتمی / مولکولی می باشند. با گذر از میکرو ذرات به نانوذرات، با تغییر بر خی از خواص فیزیکی روبه رو می شویم که دو مورد مهم از آنها عبارتند از: افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم و ورود اندازه ذره به قلمرو اثرات کوانتومی .

مواد نانو ساختار به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاصی که دارند به شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند. به طور معمول این خصوصیات وابسته به اندازه و ساختار ذرات می‌باشد که شدیدا تحت تأثیر فرآیند سنتز قرار می‌گیرند[۹]. با کاهش اندازه‌ی ذرات سیستم، تغییراتی در آن ایجاد می‌شود. کاهش از سطوح ماکرو به میکرو تغییر مشخصی در سیستم ایجاد نمی کند، اما در مقیاس نانو تغییرات قابل ملاحظه‌ای رخ می‌دهد. همان طور که اشاره شد یکی از این تغییرات افزایش نسبت سطح به حجم ذرات می‌باشد که این امر موجب می‌گردد رفتار ذرات سطحی‌تر ماده نسبت به اتم‌های درونی‌تر غلبه کند و باعث تغییر رفتار مواد گردد.

در بعضی مواقع برای حفظ خواص مطلوب نانوذرات، جهت پیشگیری از واکنش بیشتر، یک پایدار کننده را بایستی به آنها اضافه کرد که آن‌ها را قادر می سازد تا در برابر سایش، فرسودگی و خوردگی مقاوم باشند. مساحت سطحی زیاد، عاملی کلیدی در کارکرد کاتالیزوها و ساختارهایی هم‌چون الکترودها می‌باشد. به عنوان مثال با استفاده از این خاصیت می توان کارایی کاتالیزورهای شیمیایی را به نحو مؤثری بهبود بخشید و یا در تولید نانوکامپوزیت ها با استفاده از این ذرات، پیوندهای شیمیایی قوی‌تری بین ماده زمینه و ذرات برقرار شده و استحکام آن به شدت افزایش می یابد.

به محض آن‌که ذرات به اندازه کافی کوچک شوند، رفتار مکانیک کوانتومی از خود بروز می‌دهند مانند نقاط کوانتومی. این نقاط کریستال‌هایی در اندازه نانو می‌باشند که از خود نور ساطع می‌کنند. انتشار نور توسط این نقاط در تشخیص پزشکی کاربرد های فراوانی دارد. این نقاط گاهی اتم‌های مصنوعی نامیده می‌شوند؛ چون الکترونهای آزاد آنها مشابه الکترونهای محبوس در اتم‌ها، حالات گسسته و مجازی انرژی را اشغال می‌کنند[۱۱-۱۰].

مواد در مقیاس نانو، رفتار کاملا متفاوت، نامنظم و کنترل نشده‌ای از خود بروز می‌دهند. با کوچکتر شدن ذرات خواص نیز تغییر خواهد کرد. مثلا فلزات، سخت تر و سرامیک نرم تر می‌شوند. بدین معنی که قابلیت چکش خواری و شکل‌پذیری نانو ذرات مس با اندازه‌ی کمتر از ۵۰ nm در مقایسه با ذرات بزرگتر کمتر است و یا نانو ذرات روی اکسید نسبت به نمونه بزرگتر قابلیت بیشتری برای بلوکه کردن پرتوهایUV دارند. یکی از ویژگی‌های روی اکسید جذب پرتوهای UV است[۱۲]. از آن‌جایی که در مواد توده‌ای درصد اتم‌های سطح نسبت به کل اتم‌ها ناچیز است، ویژگی‌های الکترونیکی، نوری، شیمیایی در ذرات بزرگتر و نانو کاملا متفاوت می‌شوند. بر خی از ویژگیهای نانوذرات در جدول(۱-۱) به طور خلاصه آمده است.

جدول۱-۱ بیان برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نانوذارت[۱۱-۱۰]

خصوصیات	مثال
کاتالیستی	اثر کاتالیستی بهتر، به دلیل نسبت سطح به حجم بالاتر
الکتریکی	افزایش هدایت الکتریکی در سرامیک ها، نانو کامپوزیت های مغناطیسی، افزایش مقاومت الکتریکی در فلزات
بیولوژیکی	افزایش نفوذ پذیری از بین حصارهای بیولوژیکی غشاء
نوری	خصوصیات فلوئورسنتی، افزایش اثر کوانتومی کریستال های نیمه هادی

۱ـ۴ طبقه‌بندی نانو ذرات

۱ـ۴ـ۱ طبقه‌بندی نانو ذرات از نقطه نظر نوع ذرات

به طور کلی نانو ذرات به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

۱ـ نانو ذرات آلی

۲ ـ نانو ذرات معدنی

نانو ذرات آلی شامل نانو ذرات کربن مثل فولرن‌ها و نانو ذرات معدنی شامل نانو ذرات مغناطیسی، فلزات نجیب مثل طلا و نقره و نیمه هادی‌ها از جمله تیتانیوم دی‌اکسید و روی‌اکسید می‌باشند. این نانو ذرات رشد قابل توجهی داشته‌اند زیرا کارایی زیادی دارند به طور مثال از آن‌ها به عنوان ابزاری قدرتمند در تصویر برداری‌های پزشکی در درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود و به دلیل ویژگی‌های خاصی که دارند از جمله در دسترس بودن، سازگاری خوب، قابلیت تحویل دارو به هدف، و رهاسازی کنترل شده دارو، در تحویل سلولی به کار می‌روند[۱۳].

۱ـ۴ـ۲ طبقه‌بندی نانو مواد از نقطه نظر اندازه‌ی ذرات

۱ـ مواد صفر بعدی: در این گروه موادی قرار می‌گیرند که در هیچ راستا اندازه آنها به واحد نمی‌رسد یعنی در تمام ابعاد نانومتری هستند مثل نقاط کوانتومی.

۲ـ مواد تک بعدی: در این گروه موادی قرار می‌گیرند که تنها در یک راستا دارای اندازه‌ای بزرگتر از واحد نانومتری می‌باشند. مانند فیبرهای نانومتری که فقط در راستای محور فیبر دارای طولی بیشتر از واحد نانومتر می‌باشند.

۳ـ مواد دو بعدی: در این گروه فیبرهای نانومتری که در دو راستا دارای طولی بزرگتر از واحد هستند جای می‌گیرند مانند هر ماده چند لایه‌ای که دارای لایه‌هایی با ضخامت نانومتری می‌باشند

۴ـ مواد سه بعدی: هر ماده چند لایه‌ای که در هر سه بعد دارای لایه‌هایی با ضخامت نانومتری می‌باشند[۱۳].

۱ـ۵ تعیین مشخصات

مشخصه سازی نانو ذرات برای فهم و کنترل سنتز آنها ضروری است و با تکنیک‌های متعددی انجام می‌شود. روش‌های معمول عبارتند از میکروسکوپی الکترونی عبوری (TEM)، میکروسکوپی نیروی اتمی (AFM)، اسپکتروسکوپی فوتوالکترون X-Ray (XPS)، تفرق اشعه ایکس ، اسپکتروسکوپیUV-Vis و رزونانس مغناطیسی هسته (NMR).

روشهای آنالیز نانو مواد را به صورت زیر می‌توان تقسیم بندی کرد

آنالیز میکروسکوپی

آنالیز ساختاری

آنالیز عنصری

آنالیز پیوندی

برای هر کدام از آنالیزهای فوق از دستگاههای مختلفی استفاده می‌شود که عبارتند از:

آنالیز میکروسکوپی : STM,TEM,SEM,AFM

آنالیز ساختاری: پراش اشعه X (XRD)، طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته (NMR)

آنالیز عنصری: طیف سنج جرمی، طیف سنجی الکترون اوژه، طیف‌سنجی کاهش انرژی الکترون.

روش‌های آنالیز پیوندی: طیف‌سنجی نور مرئی و فرابنفش ، طیف سنجی مادون قرمز، طیف سنجی رامان[۱۴].

۱-۶ کاربرد وسیع نانو ذرات

انواع متعددی از مواد که در حال حاضر می توان به شکل ذرات یا بلورهایی در مقیاس نانو ساخت، نه فقط شامل مثال های آشنایی چون باکی بال ها، نانولوله های کربنی، سلنید کادمیوم و نقاط