



دانشگاه بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

عنوان:

مطالعه نیروهای وارد بر نانوذرات در نانو سیال و بررسی اثر این نیروها در کلوخه شدگی با هدف پایداری نانوسیال

استاد راهنما:

دکتر امین بهزاد مهر

استاد مشاور:

دکتر عبدالرضا صمیمی

تحقیق و نگارش:

حامد فرزانه

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

خرداد ۱۳۸۹

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان "مطالعه نیروهای وارد بر نانوذرات در نانو سیال و بررسی اثر این نیروها در کلوخه شدگی با هدف پایداری نانوسیال" قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد روزانه توسط دانشجو حامد فرزانه تحت راهنمایی استاد پایان نامه آقای دکتر امین بهزادمهر تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

حامد فرزانه

این پایان نامه واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی

استاد راهنما:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات تکمیلی:



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب حامد فرزانه تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: حامد فرزانه

امضاء

تقدیم به:

بزرگترین نعمت خدای مهربان ، همسر عزیزتر از جانم

سپاسگزاری

از آنجا که "هرکس بنده ی خداوند را سپاس نگوید، خداوند را ناسپاسی کرده" لازم است از زحمات بی دریغ و راهنمایی های مشفقانه استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر بهزاد مهر تقدیر و تشکر نمایم و از خداوند مهربان برای ایشان طول عمر و توفیق روزافزون مسئلت می نمایم. همچنین از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر صمیمی و دوست عزیزم آقای مهندس جواد اکبری نیز کمال تشکر را دارم.

چکیده:

پایداری نانو سیال ها یکی از مهمترین مسائلی است که کاربرد گسترده از آنها را در صنعت با مشکل مواجه ساخته است. نانو ذرات در یک محیط سیال مایع تحت تاثیر نیرو هایی که از جمله مهمترین آنها می توان به نیروی برونین، نیروی ترمو فورز، نیروی درگ و نیروهای سطحی DLVO اشاره کرد، قرار دارند. این پروژه در صدد است با حل تحلیلی نیرو های وارد بر نانو ذرات در اینچنین محیطی به بررسی انرژی جنبشی این نانو ذرات و همچنین انرژی ناشی از بار های سطحی DLVO بر روی کلوخه شدن نانو ذرات پرداخته و تاثیر آنها بر روی پایداری نانو سیالها را بطور کیفی نمایش دهد. اثر پارامتر هایی نظیر دمای نانو سیال و گرادیان دمایی موجود در جریان سیال بر روی پایداری و یا کلوخه شدن نانو ذرات مورد مطالعه قرار می گیرد. همچنین اثر قطر نانو ذرات در پایداری نانوسیال نشان داده می شود. در ادامه دیاگرام پایداری را برای نانوسیال های متفاوت و براساس تحلیل های گوناگون ترسیم خواهیم کرد. در انتها به بررسی اثر افزایش جاذب های سطحی پلیمری به نانوسیال پرداخته و مزایا و معایب استفاده از آنها را بیان مینماییم. در نهایت دیاگرام پایداری را برای شرایط گوناگون ترسیم خواهیم نمود. محدوده ی پایداری نمایش داده شده در این نمودارها در حقیقت محدوده ای است که اگر نانوسیال مربوطه در این محدوده قرار داشته باشد برای همیشه پایدار خواهد ماند و در طول زمان دچار کلوخه شدگی نخواهد شد.

کلمات کلیدی: کلوخه شدگی، نانوسیال، پایداری، نیروی میان ذره ای، جاذب سطحی پلیمری، DLVO

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه.....
۳	۱-۱- تاریخچه نانوتکنولوژی.....
۴	۲-۱- نانوتکنولوژی چیست؟.....
۵	۳-۱- کاربرد نانوتکنولوژی.....
۶	۴-۱- زیر ساختارها.....
۸	۵-۱- نانوسیال.....
۱۰	۶-۱- پایداری نانوسیال.....
۱۰	۷-۱- سیر تاریخی.....
۱۴	فصل دوم: پایداری در نانوسیال.....
۱۵	۱-۲- شیوه حل مسئله (تئوری تقابل حوزه های انرژی).....
۱۸	۲-۲- نیروهای موثر وارد بر نانوذرات.....
۱۸	۱-۲-۲- نیروی درگ.....
۱۹	۲-۲-۲- نیروی براونی.....
۱۹	۳-۲-۲- نیروی ترموفورز.....
۲۱	۳-۲- فرمول بندی مسئله.....
۲۷	۴-۲- بررسی شیوه های متفاوت تحلیل مسئله.....
۲۷	۱-۴-۲- تحلیل ذره ۲ ذره ای.....
۲۷	۲-۴-۲- تحلیل ذره ۳ ذره ای.....
۲۸	۳-۴-۲- تحلیل چند ذره ای (سه بعدی).....
۳۱	۱-۳-۴-۲- روش اول.....
۳۲	۲-۳-۴-۲- روش دوم.....
۳۶	۳-۳-۴-۲- روش سوم.....
۳۶	۴-۳-۴-۲- روش چهارم.....
۳۹	۵-۳-۴-۲- جمع بندی.....
۴۰	۵-۲- جاذب های سطحی پلیمری.....
۴۰	۱-۵-۲- پلیمر.....
۴۱	۲-۵-۲- شیوه جذب سطحی.....
۴۴	۳-۵-۲- تحلیل برخورد ذرات پوشیده شده توسط پلیمر ها.....
۴۵	۴-۵-۲- فرمول بندی مسئله (نیروی استریک).....

۴۸	.....۲-۵-۵- مشکلات و مسائل مربوط به استفاده از جاذب های سطحی پلیمری.....
۴۹	.....۲-۶- نحوه ی ترسیم دیاگرام پایداری.....
۵۴	..... فصل سوم: بحث و نتایج.....
۵۵	.....۳-۱- مقایسه میان دو حالت خواص ثابت و متغیر.....
۵۶	.....۳-۲- بررسی اثر تغییر گرادیان دما در نانو سیال.....
۵۷	.....۳-۳- بررسی اثر تغییر دما.....
۵۸	.....۳-۴- بررسی اثر تغییر قطر نانوذره.....
۵۹	.....۳-۵- بررسی اثر تغییر نوع نانوذره و سیال پایه.....
۶۰	.....۳-۶- بررسی اثر افزایش جاذب های سطحی پلیمری.....
۶۲	.....۳-۷- پاسخ به یک سوال.....
۶۳	.....۳-۸- اثر PH.....
۶۵	..... فصل چهارم : نتیجه گیری.....
۶۷	..... مراجع
۶۹	..... پیوست ها
	پیوست (الف) - رابطه میان کسر حجمی (ϕ) و فاصله اولیه میان سطوح نانوذرات در
۷۰	..... نانوسیال (L)

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۱۵	شکل ۲-۱. نمایش نانوذرات در سیال پایه در لحظه $t=0$
۱۶	شکل ۲-۲. تحلیل ذره ۲ ای
۲۰	شکل ۲-۳. نمایش ذره غوطه ور در سیال دارای گرادیان دمایی مشخص
۲۲	شکل ۲-۴. نمایش تلاقی نمودارهای انرژی جنبشی نانوذره و انرژی پتانسیل DLVO بدون در نظر گرفتن تلفات در انرژی جنبشی
۲۳	شکل ۲-۵. نمایش تلاقی نمودارهای انرژی جنبشی نانوذره و انرژی پتانسیل DLVO با در نظر گرفتن تلفات در انرژی جنبشی
۲۸	شکل ۲-۶. نمایش برخورد نانوذرات براساس تحلیل ذره ۳ ای
۲۸	شکل ۲-۷. سیستم ذرات شامل ۷ ذره را در فضای سه بعدی
۲۹	شکل ۲-۸. تحلیل چند ذره ای (سه بعدی)
۲۹	شکل ۲-۹. دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر ذره شماره ۱
۳۰	شکل ۲-۱۰. نمایش زاویه α
۳۱	شکل ۲-۱۱. تحلیل چند ذره ای (سه بعدی)- روش اول
۳۲	شکل ۲-۱۲. تحلیل چند ذره ای (سه بعدی)- روش دوم
۳۴	شکل ۲-۱۳. (الف). حرکت مستقیم الخط ذره a به طرف ذره b (ب). حرکت زاویه دار ذره a به طرف ذره b
۳۶	شکل ۲-۱۴. تحلیل چند ذره ای (سه بعدی)- روش سوم
۳۷	شکل ۲-۱۵. تحلیل چند ذره ای (سه بعدی)- روش چهارم
۳۷	شکل ۲-۱۶. دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر ذره شماره ۲

- شکل ۲-۱۷. نمایش گام های زمانی حرکت ذره شماره ۲
 ۳۸
- شکل ۲-۱۸. دیاگرام پایداری برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم با کسر حجمی
 ۳۹ $\varphi = 0.01$ ، گرادیان دمای $\left(\frac{K}{m}\right) = 0$ و $\frac{dT}{dx} = 0$ و $PH = 7$ براساس تحلیل های متفاوت
- شکل ۲-۱۹. نمایش نیروی استریک میان دو ذره برای دو حالت حلال خوب ($T > \theta$) و حلال
 ۴۲ ضعیف ($T < \theta$)
- شکل ۲-۲۰. نمایش نیروی استریک میان ذرات برای حالتی که پلیمر با سطح ذره پیوند
 شیمیایی (GRAFTED) یا فیزیکی (ADSORBED) ، در تراکم بالا یا پایین، برقرار
 ۴۳ نماید.
- شکل ۲-۲۱. نمایش انواع برخورد دودره پوشیده شده با جاذب های سطحی پلیمری
 ۴۴
- شکل ۲-۲۲. نمایش ذره پوشیده شده با جاذب های سطحی پلیمری
 ۴۵
- شکل ۲-۲۳. نمایش نواحی متفاوت در مسیر برخورد دودره پوشیده شده با جاذب های
 ۴۶ سطحی پلیمری
- شکل ۲-۲۴. تقابل انرژی جنبشی نانوذره و انرژی پتانسیل DLVO برای دماهای متفاوت
 ۴۹
- شکل ۲-۲۵. تقابل انرژی جنبشی نانوذره و انرژی پتانسیل DLVO برای گرادیان دمایی متفاوت
 ۵۰
- شکل ۲-۲۶. تقابل انرژی جنبشی نانوذره و انرژی پتانسیل DLVO برای قطر متفاوت نانوذره
 ۵۰
- شکل ۲-۲۷. نمایش تغییر فاصله اولیه میان نانوذرات به ازای قطرهای متفاوت نانوذره
 ۵۱
- شکل ۲-۲۸. دیاگرام پایداری برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم با کسر حجمی
 ۵۲ $\varphi = 0.01$ ، گرادیان دمای $\left(\frac{K}{m}\right) = 0$ و $\frac{dT}{dx} = 0$ و $PH = 7$ براساس تحلیل ۲ ذره ای
- شکل ۲-۲۹. نمایش سه بعدی دیاگرام پایداری برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم با کسر
 ۵۳ حجمی $\varphi = 0.01$ و $PH = 7$ براساس تحلیل ۲ ذره ای
- شکل ۲-۳۰. نمایش سه بعدی دیاگرام پایداری برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم با کسر
 ۵۳ حجمی $\varphi = 0.01$ و $PH = 7$ براساس تحلیل ۳ ذره ای
- شکل ۳-۱. نمایش اثر گرادیان دما در محدوده پایداری، برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم
 ۵۵ در دو حالت خواص ثابت و متغیر
- شکل ۳-۲. نمایش اثر گرادیان دما در محدوده پایداری، برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم
 ۵۶

- شکل ۳-۳. دیاگرام پایداری برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم با کسر حجمی $\varphi = 0.01$
- ۵۷ و $PH = 7$ برای دماهای متفاوت براساس تحلیل ذره ای
- شکل ۳-۴. دیاگرام پایداری برای نانوسیال آب-اکسید آلومینیوم با کسر حجمی $\varphi = 0.01$
- ۵۸ و $PH = 7$ برای قطرهای متفاوت براساس تحلیل ذره ای
- شکل ۳-۵. دیاگرام پایداری برای نانوسیال با سیال پایه اتیلن گلیکول و نانوذرات متفاوت با
- ۵۹ $\frac{dT}{dx} = 0 \left(\frac{K}{m} \right)$ گرادیان دمایی
- شکل ۳-۶. دیاگرام پایداری برای نانوسیال با سیال پایه آب و نانوذرات متفاوت با گرادیان
- ۶۰ $\frac{dT}{dx} = 0 \left(\frac{K}{m} \right)$ دمایی
- شکل ۳-۷. دیاگرام پایداری در گرادیان های دمایی متفاوت برای جاذب سطحی PMAA
- ۶۱
- شکل ۳-۸. دیاگرام پایداری در گرادیان های دمایی متفاوت برای جاذب سطحی PAA
- ۶۱
- شکل ۳-۹. نمایش تغییرات نیروی DLVO برحسب فاصله دودره برای مقادیر PH متفاوت
- ۶۴

فهرست علائم

نشانه	علامت
طول مشخصه مولکول آب	$a(m)$
ثابت همکر	$A(J)$
ضریب درگ	C_D
ضریب تصحیح کانینگهام	C_C
ضریب لغزش سرعت	C_m
ضریب خزش حرارتی	C_{tc}
ضریب جهش حرارتی	C_t
قطر نانوذره	$d_p(m)$
انرژی پتانسیل DLVO	$E_{DLVO}(J)$
انرژی ناشی از تداخل لایه های پلیمری	$E_{mix}(J)$
انرژی ناشی از برخورد الاستیک لایه های پلیمری با سطوح ذرات مقابل	$E_{el}(J)$
انرژی پتانسیل مجموع	$E_t(J)$
نیروی درگ	$F_D(N)$
نیروی براونی	$F_B(N)$
نیروی ترموفورز	$F_T(N)$
نیروی DLVO	$F_{DLVO}(N)$
ثابت بولتز من	$k_B(J/K)$
ضریب هدایت حرارتی سیال پایه	$k_f(w/mK)$
ضریب هدایت حرارتی نانوذره	$k_p(w/mK)$

عدد نودسن	k_n
انرژی جنبشی نانوذره	$K(J)$
Inverse Debye length	$k (m^{-1})$
مسافت آزاد مولکولی است	$l(m)$
فاصله اولیه میان نانوذرات	$L(m)$
قطر لایه پلیمری	$L_s (m)$
جرم نانوذره می باشد	$m_p (kg)$
جرم مولکولی پلیمر	$M_w (kg)$
عدد رینولدز	Re
زمان	$t(s)$
دمای نانوسیال	$T(K)$
زمان شروع تداخل لایه های پلیمری در اطراف نانو ذرات	$t_{s1}(s)$
زمان لحظه ی برخورد لایه ی پلیمری اطراف ذره ۱ با سطح ذره ۲	$t_{s2}(s)$
سرعت اولیه نانوذرات	$u_0 (m / s)$
سرعت جریان سیال	$V_1 (m / s)$
سرعت نانوذره متحرک درون سیال	$V_p (m / s)$
حجم نانوذره	$V_{np} (m^3)$
کسر حجمی میانگین مربوط به مونومرها در لایه پلیمری اطراف نانوذره	V_f
حجم مولکولی سیال پایه	$v (m^3)$
سرعت متوسط ذره در حرکت براونی	$\bar{v} (m / s)$
مسافت طی شده توسط نانوذره	$x(m)$
زاویه میان راستای اتصال نانوذرات	$\alpha(Rad)$
زاویه میان راستای اتصال نانوذرات	$\beta(Rad)$
چگالی سیال	$\rho(kg / m^3)$
چگالی نانوذره	$\rho_p (kg / m^3)$

چگالی پلیمر	$\rho_{poly} (kg / m^3)$
ویسکوزیته سینماتیکی سیال	$\nu (m^2 / s)$
ویسکوزیته سیال پایه	$\mu (pa.s)$
مسافت میانگین آزاد مولکولی می باشد	$\lambda (m)$
نفوذ پذیری الکتریکی محیط	$\epsilon (\frac{c^2}{J / m})$
نفوذ پذیری خلا	$\epsilon_0 (\frac{c^2}{J / m})$
کسر حجمی	ϕ
پتانسیل سطحی ذرات	$\psi_0 (V)$
پارامتر فلوری - هاگینز	χ
عدد تصادفی گاوسی میان صفر و یک	ζ

فصل ۱

مقدمه

امروزه نانوتکنولوژی^۱ به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان است. در سال های اخیر ابعاد محصولات برای مواد پیشرفته به شکل بسیار چشمگیری کوچک شده است که در بعضی اوقات به محدوده ابعاد نانو می رسد. لذا استفاده از نانوتکنولوژی در رسیدن به این هدف بسیار مفید و کارا خواهد بود. در نانوتکنولوژی شما قادر به ایجاد ساختارهایی از مواد خواهید بود که در طبیعت موجود نبوده و شیمی مرسوم نیز قادر به ایجاد آن نمی باشد. تعریف نانوتکنولوژی عبارت است از:

- توسعه علمی و تحقیقاتی در سطوح اتمی، مولکولی یا ماکرومولکولی، در محدوده اندازه های طولی از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.
- ساخت و کاربرد ساختارها، تجهیزات و سیستم هایی که به علت ابعاد کوچک و یا متوسط خود دارای ویژگی ها و کارکردهای نوین و منحصر به فردی هستند.
- توانایی کنترل و اداره کردن (مواد و فرآیندها) در ابعاد اتمی.

نانوتکنولوژی اشاره به تحقیقات و توسعه صنعتی در سطوح اتمی، مولکولی و ماکرومولکولی دارد. این تحقیقات با هدف ایجاد و بهره برداری از ساختارها و سیستم هایی صورت می گیرند که به واسطه اندازه کوچک خود دارای خواص و کاربردهای منحصر به فردی باشند.

تفاوت اصلی نانوتکنولوژی با تکنولوژی های دیگر در مقیاس مواد و ساختارهایی است که در این تکنولوژی مورد استفاده قرار می گیرند. در حقیقت اگر بخواهیم تفاوت این تکنولوژی را با تکنولوژی های دیگر به صورت قابل ارزیابی بیان نماییم، می توانیم وجود عناصر پایه را به عنوان یک معیار ذکر کنیم. عناصر پایه در حقیقت همان عناصر نانومقیاسی هستند که خواص آنها در حالت نانومقیاس با خواصشان در مقیاس بزرگتر متفاوت است. به علت توسعه خواص پودرهای بسیار ریز نظیر شیمی سطح، خواص تراکم، مقاومت، خواص نوری و واکنش های سینتیکی و همچنین افزایش تقاضا برای پودرهای ریز در صنایع، خردایش^۲ (یک فرآیند منحصر به فردی است که در محدوده وسیعی از کاربردهای صنعتی جهت تولید ذرات ریز کاربرد دارد) بسیار ریزتر در بسیاری از رشته ها مانند کانی ها، مواد سرامیکی، رنگدانه ها، محصولات شیمیایی، میکروارگانیزم ها، داروشناسی و کاغذسازی مورد توجه می باشد. به عنوان مثال، پودر سنگ آهک به عنوان پرکننده در پلاستیک ها جهت بهبود مقاومت در برابر گرما، سختی، استحکام رنگ و

^۱ - nanotechnology

^۲ - comminution/crushing

پایداری مواد به کار گرفته می شود. این ماده همچنین در کاغذسازی به عنوان پوشش و پرکننده جهت تولید کاغذهای روشن با مقاومت مناسب در برابر زردی و کهنگی و همچنین به صورت سنگ آهک با قابلیت چاپ، پذیرش جوهر و صافی و همواری کاغذ کاربرد فراوانی دارد. لذا خردایش بسیار ریز پودر سنگ آهک، به شکل وسیعی در نقاشی، رنگدانه‌ها، مواد غذایی، پلاستیک‌ها و صنایع داروشناسی، به عنوان مواد پرکننده کاربرد دارد.

۱-۱ تاریخچه نانوتکنولوژی

در طول تاریخ، از زمان یونان باستان مردم و به خصوص دانشمندان بر این باور بودند که مواد را می توان آنقدر به اجزای کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خردناشدنی هستند و این ذرات بنیان مواد را تشکیل می دهند. شاید بتوان دموکریتوس^۲ فیلسوف یونانی را پدر فناوری و علوم نانو دانست چرا که در حدود ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح او اولین کسی بود که واژه اتم را که به معنی تقسیم نشدنی در زبان یونانی است برای توصیف ذرات سازنده مواد به کار برد.

با تحقیقات و آزمایش های بسیار، دانشمندان تاکنون ۱۰۸ نوع اتم و تعداد زیادی ایزوتوپ کشف کرده اند. آنها همچنین پی برده اند که اتم ها از ذرات کوچکتری مانند کوآرک ها^۴ و لپتون ها^۵ تشکیل شده اند. با این حال این کشف ها در تاریخ پیدایش این فناوری پیچیده زیاد مهم نیست.

نقطه شروع و توسعه اولیه فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. شاید بتوان گفت که اولین نانوتکنولوژیستها شیشه گران قرون وسطایی بوده اند که از قالب های قدیمی برای شکل دادن شیشه هایشان استفاده می کرده اند. البته این شیشه گران نمی دانستند که چرا با اضافه کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می کند. در آن زمان برای ساخت شیشه های کلیساهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری طلا استفاده می شده است و با این کار شیشه های رنگی بسیار جذابی به دست می آمده است. این قبیل شیشه ها هم اکنون در بین شیشه های بسیار قدیمی یافت می شوند. رنگ به وجود آمده در این شیشه ها بر پایه این حقیقت استوار است که مواد با ابعاد نانو دارای همان خواص مواد با ابعاد میکرو نمی باشند.

در واقع یافتن مثال هایی برای استفاده از نانو ذرات فلزی چندان سخت نیست. رنگدانه های تزئینی جام مشهور لیکرگوس^۶ در روم باستان (قرن چهارم بعد از میلاد) نمونه ای از آنها ست. این جام هنوز در موزه بریتانیا قرار دارد و

^۲ - Democritose
^۴ - quark
^۵ - lepton

بسته به جهت نور تابیده به آن رنگ های متفاوتی دارد. نور انعکاس یافته از آن سبز است ولی اگر نوری از درون آن بتابد، به رنگ قرمز دیده می شود. آنالیز این شیشه حکایت از وجود مقادیر بسیار اندکی از بلورهای فلزی ریز ۷۰۰ نانومتری دارد، که حاوی نقره و طلا با نسبت مولی تقریباً ۱۴ به ۱ است حضور این نانوبلورها باعث رنگ ویژه جام لیکرگوس گشته است.

در سال ۱۹۵۹ ریچارد فاینمن^۶ مقاله ای را درباره قابلیت های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. با وجود موقعیت هایی که توسط بسیاری تا آن زمان کسب شده بود، ریچارد فاینمن را به عنوان پایه گذار این علم می شناسند. فاینمن که بعدها جایزه نوبل را در فیزیک دریافت کرد در آن سال در یک مهمانی شام که توسط انجمن فیزیک آمریکا برگزار شده بود، سخنرانی کرد و ایده فناوری نانو را برای عموم مردم آشکار ساخت. عنوان سخنرانی وی «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد»^۸ بود. سخنرانی او شامل این مطلب بود که می توان تمام دایره المعارف بریتانیا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد. یعنی ابعاد آن به اندازه ۱/۲۵۰۰۰ ابعاد واقعی کوچک می شود. او همچنین از دوتایی کردن اتم ها برای کاهش ابعاد کامپیوترها سخن گفت (در آن زمان ابعاد کامپیوترها بسیار بزرگتر از ابعاد کنونی بودند) اما او احتمال می داد که ابعاد آنها را بتوان حتی از ابعاد کامپیوترهای کنونی نیز کوچکتر کرد. او همچنین در آن سخنرانی توسعه بیشتر فناوری نانو را پیش بینی کرد.

۱-۲ نانو تکنولوژی چیست؟

نانو تکنولوژی مولکولی نامی است که به یک فناوری تولیدی اطلاق می شود و عبارت است از توانایی کار کردن در سطوح اتمی، مولکولی و فراتر از مولکولی، در ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتم ها یا مولکول ها، با استفاده از مواد، وسایل و سیستم هایی با توانایی های جدید و اعمال تازه که ناشی از ابعاد کوچک ساختارشان می باشد. فرض اصلی در نانو تکنولوژی این است که تقریباً همه ساختارهای با ثبات شیمیایی که از نظر قوانین فیزیک رد نمی شوند را می توان ساخت. همان طور که وسایل مکانیکی به ما اجازه می دهند چیزی فراتر از نیروی فیزیکی خود به دست آوریم، تولید در مقیاس نانو هم سبب می شود بتوانیم پا را فراتر از محدودیت های اندازه ای که به طور طبیعی موجود است بگذاریم و درست روی واحدهای ساختاری مواد کار کنیم. جایی که خواص مواد مشخص می شود و با تغییر در آن واحدها می توان تغییرات خواص را ایجاد کرد.

^۶ - Licker Gouse

^۷ - Richard Feynman

^۸ - there is plenty of room in the bottom

۱-۳ کاربرد نانو تکنولوژی

نانو تکنولوژی به سه زیر شاخه بالا به پایین، پایین به بالا (روش های ساخت) و نانو محاسبات (روش های مدل سازی و شبیه سازی) تقسیم بندی می شوند که هر کدام از این روش ها نیز به شاخه های گوناگون تقسیم می شوند. کاهش اندازه میکرو ساختاری مواد موجود می تواند تاثیرات بزرگی را به وجود آورد. مثلاً همان طور که اندازه دانه یا کریستال در یک فلز به سمت نانو مقیاس حرکت می کند، کسری از اتم ها که بر روی مرزهای دانه های این جسم جامد قرار دارند افزایش می یابد و از طرفی رفتار آنها کاملاً متفاوت از اتم هایی است که روی مرز نیستند. رفتار آنها رفتار ماده را تحت تاثیر قرار می دهد و در نتیجه در فلزات، افزایش استحکام، سختی، مقاومت الکتریکی، ظرفیت حرارتی ویژه، بهبود انبساط حرارتی و خواص مغناطیسی و کاهش رسانایی حرارتی دیده می شود. در فرایند تولید اولیه نانو امولسیون ها^۹، از انواع همزن های دور بالا، همگن سازها، آسیاب های کلوییدی و غیره می توان برای تهیه قطرات ریز یک مایع در مایع دیگر (نانو کپسول ها) سود جست. البته عوامل فعال سطحی (خودآرایی) نقش کلیدی در ایجاد و پایداری این نانو امولسیون ها دارد.

در روش استفاده از آسیاب گلوله ای، با آسیا و یا پودر کردن می توان برای ایجاد نانو ذرات استفاده کرد. خواص نانو ذرات حاصل تحت تاثیر نوع ماده آسیاکنده، زمان آسیا و محیط اتمسفری آن قرار می گیرد. از این روش می توان برای تولید نانو ذراتی از مواد استفاده کرد که با روش های دیگر به آسانی تولید نمی شوند. البته آلودگی حاصل از مواد محیط آسیاب کننده هم می تواند مشکل ساز باشد.

نانو ذرات در حال حاضر از طیف وسیعی از مواد ساخته می شوند. معمول ترین آنها نانو ذرات سرامیکی بوده که به بخش سرامیک های اکسید فلزی نظیر اکسیدهای تیتانیوم، روی، آلومینیوم و آهن و نانو ذرات سیلیکاتی (عموماً به شکل ذرات نانو مقیاسی رس) تقسیم می شود. طبق تعریف حداقل باید یکی از ابعاد آنها کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد. نانو ذرات سرامیکی فلزی یا اکسید فلزی معمولاً اندازه یکسانی از دو یا سه نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر در هر سه بعد دارند. شاید شما انتظار دارید که چنین ذرات کوچکی در هوا معلق بمانند اما در واقع آنها به وسیله نیروهای الکترواستاتیک به یکدیگر چسبیده و به شکل پودر بسیار ریزی رسوب می کنند. کاربردهای بازارپسند این نانو مواد بسیار زیاد است.

^۹ - nanoemulsion

بسیار مشکل است که توسط خردایش، ذرات را به سایز بسیار ریز تبدیل کنیم و علاوه بر این، خردایش بسیار ریز به علت ظرفیت پایین آسیا و مصرف انرژی بالا، بسیار گران است. بنابراین افزایش در کارایی خردایش، تاثیر مفید اساسی بر روی مصرف انرژی خردایش و هزینه خواهد داشت. برای رسیدن به این هدف، انتخاب آسیای مناسب و عملیات در شرایط بهینه آسیا کردن لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در این جهت از آسیای سانتریفیوژ استفاده می‌شود که، یک آسیای با قدرت بالا بوده و می‌تواند جهت خردایش بسیار ریز مواد مورد استفاده قرار گیرد. این آسیا با به کارگیری نیروهای گریز از مرکز تولید شده توسط دوران محور لوله آسیا در یک چرخه فعالیت می‌کند.

۴-۱ زیر ساختارها

یکی از پیشوندهای مقیاس اندازه گیری در سیستم SI، نانو است که به معنی یک میلیاردم واحد آن مقیاس است. با توجه به اینکه یک سلول بدن بیش از صدها نانومتر است می‌توان به کوچکی این مقیاس پی برد. از آنجایی که علوم نانو بخش وسیعی برگرفته از مباحث شیمی، فیزیک، بیولوژی، پزشکی، مهندسی و الکترونیک را در بر می‌گیرد، گروه بندی آن بسیار پیچیده است.

دانشمندان، علوم نانو را به چهار گروه شامل مواد (گروه اول)، مقیاس ها (گروه دوم)، تکنولوژی الکترونیک، اپتوالکترونیک^{۱۰}، اطلاعات و ارتباطات (گروه سوم) و بیولوژی و پزشکی (گروه چهارم) طبقه بندی کرده اند. این طبقه بندی باعث سهولت در بررسی این علوم شده است البته تداخل برخی از بخش ها در یکدیگر طبیعی است. برنامه های توسعه این تکنولوژی به سه بخش کوتاه مدت (کمتر از پنج سال)، میان مدت (بین ۵ تا ۱۵ سال) و بلند مدت (بیش از ۲۰ سال) تقسیم بندی شده است. مواد نانو^{۱۱} قابلیت کنترل ساختار تشکیل دهنده مواد پیشرفته (از فولادهای ساخته شده در اوایل قرن ۱۹ تا انواع بسیار پیشرفته امروزی) در ابعاد کوچک و کوچکتر، در اندازه های میکرو و نانو بوده است. هر قدر بتوانیم این مواد را در ابعاد ریزتر و کنترل شده ای تولید کنیم خواهیم توانست مواد جدیدی را با قابلیت و عملکردهای بسیار عالی به دست آوریم. تاکنون تعاریف متعددی از مواد نانو ارائه شده است اما در یک تعریف جامع می‌توان گفت موادی در این گروه قرار می‌گیرند که یکی از ابعاد اضلاع آنها از ۱۰۰ نانومتر کوچکتر باشد. یکی از این گروهها لایه ها است. لایه ها یک بعدی هستند که در دو بُعد دیگر توسعه می‌یابند این مواد شامل فیلم های بسیار نازک و سطوح مهندسی است و در ساخت ابزار الکتریکی و شیمیایی و مدارهای الکترونیکی

^{۱۰} - optoelectronic

^{۱۱} - nanomaterials