



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

الکترونیک

عنوان:

نانو الکترونیک

استاد راهنما:

دکتر علیرضا شایسته فرد

هادی سهرابی

آبان ۱۳۹۶

۱	مقدمه
۴	فصل اول : نانو تکنولوژی
۴-۱-۱	تعریف فناوری نانو از منابع مختلف
۵-۱-۲	تاریخچه فناوری نانو
۸-۱-۳	تقسیم بندی نانو تکنولوژی
۸-۱-۳-۱	نانو تکنولوژی مرطوب
۸-۲-۳-۱	نانو تکنولوژی خشک
۸-۴-۱	نانو تکنولوژی در ایران
۹-۵-۱	اولین محصول نانو تکنولوژی ایران
۱۱	فصل دوم : نانو الکترونیک
۱۱-۱-۲	الکترونیک و کامپیوتر
۱۳-۲-۲	نانو الکترونیک
۱۵-۱-۲-۲	بررسی امکانات موجود
۱۵-۱-۲-۲	نانو لوله ها
۱۵-۲-۱-۲-۲	پلیمرها
۱۶-۳-۲	تکنولوژی نوین نانو الکترونیک و کامپیوتر
۱۶-۱-۳-۲	کشف ماده تک اتمی جدید؛ چشم اندازی نو در صنعت الکترونیک
۱۶-۲-۳-۲	ساخت تراشه رایانه ای کوانتومی مقایس پذیر
۱۷-۳-۳-۲	تقویت خاصیت ابررسانایی با ایجاد نقایص ساختاری نانومقیاس
۱۸-۴-۳-۲	ساخت رایانه های کوانتومی با به دام انداختن پالس نوری در بلورها
۲۰-۵-۳-۲	عدم استفاده میکروتراشه های جدید از ترانزیستورها
۲۲-۶-۳-۲	منابع انرژی کوچک شده
۲۲-۱-۶-۳-۲	طرح یک نانوباتری
۲۳-۲-۶-۳-۲	شروع به کار
۲۵-۷-۳-۲	نانوستاره ها؛ حسگرهای بسیار حساس
۲۶-۸-۳-۲	پیل های خورشیدی سیلیکونی دارای فیلتر برش ۳۵۰ نانومتری
۲۷-۹-۳-۲	متغیر مدول میدان با کاربردهای مغناطیسی در AFM
۲۷-۱۰-۳-۲	نانوسیمها به عنوان نانوزنراتور

- ۲-۳-۱۱- ساخت نخستین سویچ الکترونیک نانو کربنی ..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان
- ۲-۳-۱۲- حسگرهای مبتنی بر فناوری نانو؛ قابلیت‌ها، واقعیت‌ها، و کاربردها ..... ۲۹
- ۲-۳-۱۲-۱- قابلیت‌ها ..... ۳۰
- ۲-۳-۱۲-۲- واقعیت‌ها ..... ۳۲
- ۲-۳-۱۲-۳- کاربردها ..... ۳۳
- ۲-۳-۱۳- وارد کردن فلزات به درون نانولوله‌ها با استفاده از جریان الکتریکی ..... ۳۶
- ۲-۳-۱۴- تکنولوژی‌های لازم در فضا پیما ..... ۳۷
- ۲-۳-۱۴-۱- نانو الکترونیک ..... ۳۷
- ۲-۳-۱۴-۲- مواد نانو ساختاری ..... ۳۸
- ۲-۳-۱۴-۳- سیستم‌های مقلد از حیات ..... ۳۹
- ۲-۳-۱۵- ساخت سلیکون‌های مغناطیسی برای توسعه محاسبات مبتنی بر اسپین الکترونی ..... ۳۹
- ۲-۳-۱۶- تغییرات خاصیت فرومغناطیسی DMS در سه دمای مختلف ..... ۳۹
- ۲-۳-۱۷- تراشه CMOS ..... ۴۰
- ۲-۳-۱۸- مثالی از آینده نانو تکنولوژی ..... ۴۳
- فصل سوم: سلولهای خورشیدی ..... ۴۴
- ۳-۱- تاریخچه ..... ۴۴
- ۳-۲- انواع سلول‌های خورشیدی ..... ۴۴
- ۳-۳- سلول‌های خورشیدی متداول ..... ۴۵
- ۳-۴- تبدیل انرژی نور به برق در سلول خورشیدی ..... ۴۵
- ۳-۵- راندمان سلول خورشیدی ..... ۴۶
- ۳-۵-۱- استاندارد های راندمان تبدیل انرژی ..... ۴۷
- ۳-۶- شکل مداری سلول خورشیدی ..... ۴۷
- ۳-۶-۱- ولتاژ مدار باز ( $V_{oc}$ ) ..... ۴۷
- ۳-۶-۲- جریان اتصال کوتاه ( $I_{sc}$ ) ..... ۴۸
- ۳-۶-۳- معادلات مداری سلول خورشیدی ..... ۴۸
- ۳-۶-۴- ضریب مطلوبیت و تغییرات دمایی راندمان انرژی ..... ۴۹
- ۳-۷- اثرات اقلیمی بر روی پنل خورشیدی ..... ۵۰
- ۳-۸- بررسی تکنیک‌های تعقیب نقطه توان حداکثر (MPPT) در سلولهای خورشیدی ..... ۵۰

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان

فصل چهارم : کاربرد نانو تکنولوژی در سلول های خورشیدی ..... ۵۲

۴-۱: تاریخچه سلول های خورشیدی ..... ۵۲

۴-۲: فن آوری های ساخت سلولهای خورشیدی ..... ۵۴

۱- (سلولهای سیلیکون تک کریستالی) ..... ۵۵

۴-۲: سلول خورشیدی اکسیتونی و کاربرد نانو در آن ..... ۵۹

۴-۲-۱: برتری های سلول خورشیدی اکسیتونی ..... ۵۹

۴-۲-۲: معرفی سلول های خورشیدی اکسیتونی ..... ۶۰

۴-۲-۳: تاثیر فناوری نانو در فوتوآند ..... ۶۳

۴-۲-۴: تاثیر نانوفناوری بر حساس کننده ..... ۶۵

۴-۲-۵: تاثیرات نانوفناوری بر بهبود جذب نور ..... ۶۷

۴-۲-۶: کاهش انتقال های مضر ..... ۶۷

منابع ..... ۶۹

## مقدمه

نانوتکنولوژی یا به عبارتی فناوری مادون ریز در دو دهه اخیر پیشرفتهایی را در تکنولوژی وسایل و مواد با ابعاد بسیار کوچک به دست آورده است و به سوی تحولی فوق العاده که تمدن بشری را تا پایان این قرن دگرگون خواهد کرد، پیش می رود.

برای احساس اندازه های مادون ریز، قطر موی سر انسان را که یک دهم میلی متر است در نظر بگیرید، یک نانو متر ۱۰۰ هزار برابر کوچک تر است. تکنولوژی و مهندسی در قرن جدید با وسایل اندازه گیری و تولیداتی سر و کار خواهند داشت که چنین ابعاد مادون ریزی دارند.

در حال حاضر پروسه هایی در ابعاد چند مولکولی قابل طراحی و کنترل است. همچنین خواص مکانیکی، شیمیایی، الکتریکی، مغناطیسی، نوری و ... مواد در لایه ها در حدود ابعاد نانو متر قابل درک و تحلیل و سنجش است.

این تکنولوژی در قرن حاضر مسیری را طی می کند که در آن مواد مادون ریز را باید ترکیب کرد تا دانه های بزرگ تر و کارآمد به وجود آورد. درست همان روشی که در طبیعت برای تولید کردن حاکم است. مجموعه های طبیعی، ترکیبی از دانه های مادون ریز قابل تشخیص با خواص مشابه و یا متفاوت با اندازه های در حدود نانو است.

اکثر تحقیقات در فناوری های مادون ریز هم اکنون در درمان بیماری ها و یا دست یافتن به مواد جدید به ظهور رسیده است و موارد بسیاری در مرحله تحقیقات کاربردی و آزمایشی است. اکنون ساخت رایانه های بسیار کوچک تر و میلیون ها بار سریع تر در دستور کار شرکت های تحقیقاتی قرار دارد.

در بیانی کوتاه نانوتکنولوژی یک فرآیند تولید مولکولی است. همان طور که طبیعت مجموعه ها را به طور خودکار مولکول به مولکول ساخته و روی هم مونتاژ کرده است. ما هم باید برای تولید محصولات جدید با این اعتقاد که هر چه در طبیعت تولید شده، قابل تولید در آزمایشگاه نیز هست، نظیر طبیعت راهی پیدا کنیم. البته منظور این نیست که چند هسته از مواد را تولید کنیم و با رساندن انرژی و خوراک پس از چند سال یک نیروگاه از آن بسازیم که شهری را برق دهد. بلکه برای ترکیب و تکامل خودکار تولیدات مادون ریز که به نحوی در مجموعه های بزرگ تر مصرف دارد راهی بیابیم. در اندازه های مادون ریز روشها و ابزار آلات متعارف فیزیکی جوابگو نیستند. برای ساختن ماشینهای مولکولی باید روش پروسه های

طبیعی را دنبال کرد که بحث های مفصل و کارشناسانه ای را در پی دارد. نانوتکنولوژی یک فناوری عام و فراگیر می باشد که در بسیاری از فناوری های دیگر کاربرد داشته و در بعضی از آنها ایجاد تحول می کند. برخی از تأثیرات نانوتکنولوژی به اختصار در زیر آمده است:

- تأثیر زیاد نانوتکنولوژی در تولید خلاقیت و کارآفرینی

- تأثیر زیاد نانوتکنولوژی در رفاه و زندگی مردم
- تأثیر زیاد نانوتکنولوژی بر امنیت و دفاع ملی
- تأثیر نانوتکنولوژی در حفظ محیط زیست
- نانوتکنولوژی تمام دستاوردهای گذشته بشر را که در ماده تحقق یافته است، متحول می‌سازد.
- نانوتکنولوژی باعث همگرایی رشته‌های علمی و تخصص‌های مختلف می‌شود.
- نانوتکنولوژی رقیب سایر فناوریها نیست بلکه مکمل آنهاست.
- کاربردهای نانوتکنولوژی همه جا همراه با هزینه کمتر، دوام و عمر بیشتر، مصرف انرژی کمتر، هزینه نگهداری کمتر و خواص بهتر است.
- نانوتکنولوژی مولکولی، علمی است که ما را قادر به ساختن مواد از اتم‌ها می‌سازد و در این صورت ما توانایی آرایش دوباره مواد را با دقت اتمی خواهیم داشت.
- نانوتکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی واقعی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود.
- انقلابی که توسط نانوتکنولوژی در دهه‌های آینده به وجود خواهد آمد، پیشرفتهای غیرمنتظره‌ای را در عرصه‌های مختلف وعده می‌دهد. تحولات اقتصادی، صنعتی و روشهای مناسب حفظ سلامتی و ایجاد محیطی دلپذیر از پیامدهای این تکنولوژی است.
- به کمک نانوتکنولوژی در آینده‌ای نه چندان دور:
  - خانه‌هایی ساخته خواهد شد که آجرهای آن در صورت بروز هرگونه ترک خوردگی، خودشان را ترمیم و بازسازی می‌کنند.
  - اتومبیل‌ها با لایه‌ای نازک اما به استحکام الماس پوشانده می‌شود که در مقابل هرگونه خراش و سوراخ‌خوردگی محافظت می‌شوند.
  - پزشکان صدها نوع بیماری را تنها با قرار دادن یک قطره خون در یک دستگاه تشخیص داده و پس از چند ثانیه نتیجه را دریافت می‌کنند.
  - لباس‌هایی تولید می‌شود که در سرما و گرما دمای بدن را همواره در حالت تعادل نگه داشته و در تمام فصول قابل استفاده می‌باشند و به دلیل کیفیت بافت مولکولی کثیف نشده و نیازی به شستشو ندارند.
  - ظروف غذاخوری و لوازمی تولید می‌شود که برای تمیز کردن آنها نیاز به هیچ گونه ماده شوینده‌ای نیست و تنها با آب پاک می‌شوند.



کفش هایی تولید می شوند که با وجود صاف بودن کف آن هرگز بر روی یخ و برف نمی لغزند. دانشگاه زنجان

- با استفاده از نانوتکنولوژی قادر خواهیم بود یک گلوله کالیبر ۴۵ را با یک سطح نازک وسبک مثل ورق کاغذ متوقف کنیم. دانشگاه زنجان

- آسانسور فضایی از دیگر دستاوردهای نانوتکنولوژی است که انسان را از زمین به فضا می برد و از نظر تئوری می توان این آسانسور را با استفاده از CNT ساخت (CNT لوله های استوانه ای با ضخامت یک اتم هستند که دارای خاصیت فلزی یا نیمه فلزی هستند). دانشگاه زنجان

- به کمک نانوتکنولوژی می توان حدود ۲۵۰ میلیون حرف نانومتری را که معادل ۳۰۰ کتاب ۳۰۰ صفحه ای است. بر روی سطح مقطع یک موی انسان نوشت. دانشگاه زنجان

نانوتکنولوژی می تواند تغییرات اساسی در زمینه تولید، سلامتی بشر، ذخایر انرژی، پزشکی دارویی، حمل و نقل، کشاورزی، ارتش و ... ایجاد کند. بسیار مهم است که مردم برای پیشرفتی غیرمنتظره و تکنولوژیکی آماده شوند این موج به آرامی در راه است. دانشگاه زنجان

دانشمندان نیز به تازگی بر این باورند که دوره کشف علوم جدید به پایان رسیده است. شاید موقع آن فرا رسیده، تا از زاویه ای دیگر به علوم مختلف نگاه کنیم. آنها معتقدند ما می توانیم با تغییر در خواص مولکولی مواد کارایشان را بهبود دهیم. به همین دلیل از نانو بعنوان یک تکنولوژی و یا یک فن آوری نوین نام برده می شود، نه علمی که تازه بشر آنرا کشف کرده است. نانو تکنولوژی با نگاهی مجدد به وسایل، سیستم ها و موادی که تاکنون ساخته شده اند، سعی در برطرف کردن عیوب آنها دارد. دانشگاه زنجان

با توجه به مطالب بالا می توان گفت که نانو تکنولوژی مهمترین دغدغه بشر در قرن بیست و یکم خواهد بود. نانو تکنولوژی نگاهی تازه به علوم از زوایای مرموز طبیعت می باشد. این نگاه تازه به جهان هستی، تمدن بشر را متحول خواهد ساخت به طوریکه شاید بتوان "راه هزار ساله را یک شبه پیمود". دانشگاه زنجان

## فصل اول :

### نانو تکنولوژی

#### ۱-۱- تعریف فناوری نانو از منابع مختلف

یک نانومتر یک هزارم میکرون است و اگر بخواهیم احساس فیزیکی نسبت به آن داشته باشیم می توان گفت که یک نانومتر  $1/80000$  قطر موی انسان می باشد اما این تعریف مقیاس نانو، نمیتواند مقایسه درستی

باشد چرا که ضخامت موی انسان با توجه خصوصیات فردی هراسان از چند ده میکرو متر تا چند صد میکرومتر متغیر می باشد.

بنابراین نیاز به یک استاندارد برای بیان مفهوم مقیاس نانو وجود دارد. با ایجاد ارتباط میان اندازه اتم ها و

مقیاس نانو می توان یک نانومتر را راحت تر تصور کرد. یک نانومتر برابر قطر  $10$  اتم هیدروژن و یا  $5$  اتم

سیلیسیم می باشد. درک این موضوع برای افراد معمولی نیز راحت تر می باشد. علی رغم اینکه درک اندازه یک اتم برای افراد غیرعلمی ساده نمی باشد، با اینحال اندازه دقیق اتم برای فهماندن این مقیاس زیاد اهمیت

ندارد.

تعریف فناوری نانو: توسعه و استفاده از ادوات و قطعاتی که اندازه آنها تنها چند نانومتر است. تحقیق بر روی قطعات و ادوات بسیار کوچک که خواصشان به خواص الکترونیکی این قطعات وابسته است و خواص

الکتریکی آنها احتمالاً متأثر از حرکت تعداد معدودی الکترون در طی عملکرد قطعه می باشد. این ادوات،

سریع تر از ادوات بزرگتر عمل می کنند. مسأله قابل توجه این است که می توان چنین ساختارهای در ابعاد

مولکولی را به کمک انتخاب مناسب مراحل واکنش های شیمیایی تولید کرد. همچنین می توان چنین

ساختارهایی را از طریق دستکاری اتم ها روی سطح به وسیله میکروسکوپ های نیروی اتمی بدست آورد.

فناوری نانو که گاه به آن فناوری ساخت مولکولی نیز گفته می شود، شاخه ای از مهندسی است که با طراحی

و ساخت مدارات الکترونیکی و ادوات مکانیکی بسیار کوچک (در ابعاد مولکولی) سر و کار دارد. پژوهشگاه

فناوری نانو انگلستان تعریف فناوری نانو را بدین گونه بیان می کند: قلمرویی از علم و فناوری که به ابعاد و

تلورانس های  $0/1$  تا  $100$  نانو متری پردازد در جایی که این ابعاد و یا تلورانس ها بتواند نقش مهمی در

خواص قطعه ایفاء کند.



دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

بحث فناوری نانو اغلب مشابه بحث سیستم‌های میکرو مکانیکی - الکترونیکی می باشد (MEMS) در واقع دانشگاه زنجان

فناوری نانو زیر مجموعه MEMS است و MEMS به فناوری‌های بزرگتر از ابعاد مولکولی (ابعاد نانو) نیز می پردازد.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

نانو تکنولوژی چیست ؟

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

در حالی که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد ، NNI تعریفی را برای فناوری نانو ارائه میدهد که در برگزیده هر سه تعریف ذیل باشد.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

۱) توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی ، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ای ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

۲) خلق و استفاده از ساختارها و ابزار و سیستمهایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آنها، خواص عملکرد نوینی دارند.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

۳) توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

۲-۱- تاریخچه فناوری نانو

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

در طول تاریخ بشر از زمان یونان باستان، مردم و به خصوص دانشمندان آن دوره بر این باور بودند که مواد را می توان آنقدر به اجزاء کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خردناشدنی هستند و این ذرات بنیان مواد را تشکیل می دهند، شاید بتوان دموکریتوس 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.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

با تحقیقات و آزمایش‌های بسیار، دانشمندان تاکنون ۱۰۸ نوع اتم و تعداد زیادی ایزوتوپ کشف کرده‌اند.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

آنها همچنین پی برده اند که اتم‌ها از ذرات کوچکتری مانند کوارک‌ها و لپتون‌ها تشکیل شده‌اند. با این حال این کشف‌ها 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 نانو تکنولوژیست‌ها شیشه‌گران قرون وسطایی

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

بوده‌اند که از قالب‌های قدیمی (Medievalforges) برای شکل دادن شیشه‌هایشان استفاده می کرده‌اند.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

البته این شیشه‌گران نمی دانستند که چرا با اضافه کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می کند. در آن زمان

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

برای ساخت شیشه‌های کلیساهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری طلا استفاده می شده است و با این کار

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

شیشه‌های رنگی بسیار جذابی بدست می آمده است.

این قبیل شیشه‌ها هم‌اکنون در بین شیشه‌های بسیار قدیمی یافت می‌شوند. رنگ به وجود آمده در این شیشه‌ها برپایه این حقیقت استوار است که مواد با ابعاد نانو دارای همان خواص مواد با ابعاد میکرو نمی‌باشد. در واقع یافتن مثالهایی برای استفاده از نانو ذرات فلزی چندان سخت نیست. رنگدانه‌های تزئینی جام مشهور لیکرگوس در روم باستان ( قرن چهارم بعد از میلاد) نمونه‌ای از آنهاست. این جام هنوز در موزه بریتانیا قرار دارد و بسته به جهت نور تابیده به آن رنگهای متفاوتی دارد. نور انعکاس یافته از آن سبز است ولی اگر نوری از درون آن بتابد، به رنگ قرمز دیده می‌شود. آنالیز این شیشه حکایت از وجود مقادیر بسیار اندکی از بلورهای فلزی ریز ۷۰۰ (nm) دارد، که حاوی نقره و طلا با نسبت مولی تقریباً ۱۴ به ۱ است حضور این نانوبلورها باعث رنگ ویژه جام لیکرگوس گشته است.

شاید تاریخچه نانو به سال ۱۹۵۹ برمی‌گردد. زمانی که ریچارد فانیمن استاد دانشگاه کلتک با محاسباتش نشان داد که تمام اطلاعات دایره المعارف بریتانیا را می‌توان روی نوک یک سوزن جا داد. وی در همان سال جایزه‌ای هزار دلاری برای کسی که بتواند یک صفحه دایره المعارف را در حجمی به اندازه نوک سوزن جا دهد، تعیین کرد و این نقطه شروع نانو تکنولوژی بود؛ البته اولین کسی که نام نانو را به کار برد، اریک درکسلر بود که در تز دکترای خود در سال ۱۹۹۱ روی خواص مواد، هنگامی که مقیاس کوچک می‌شود کار کرد.

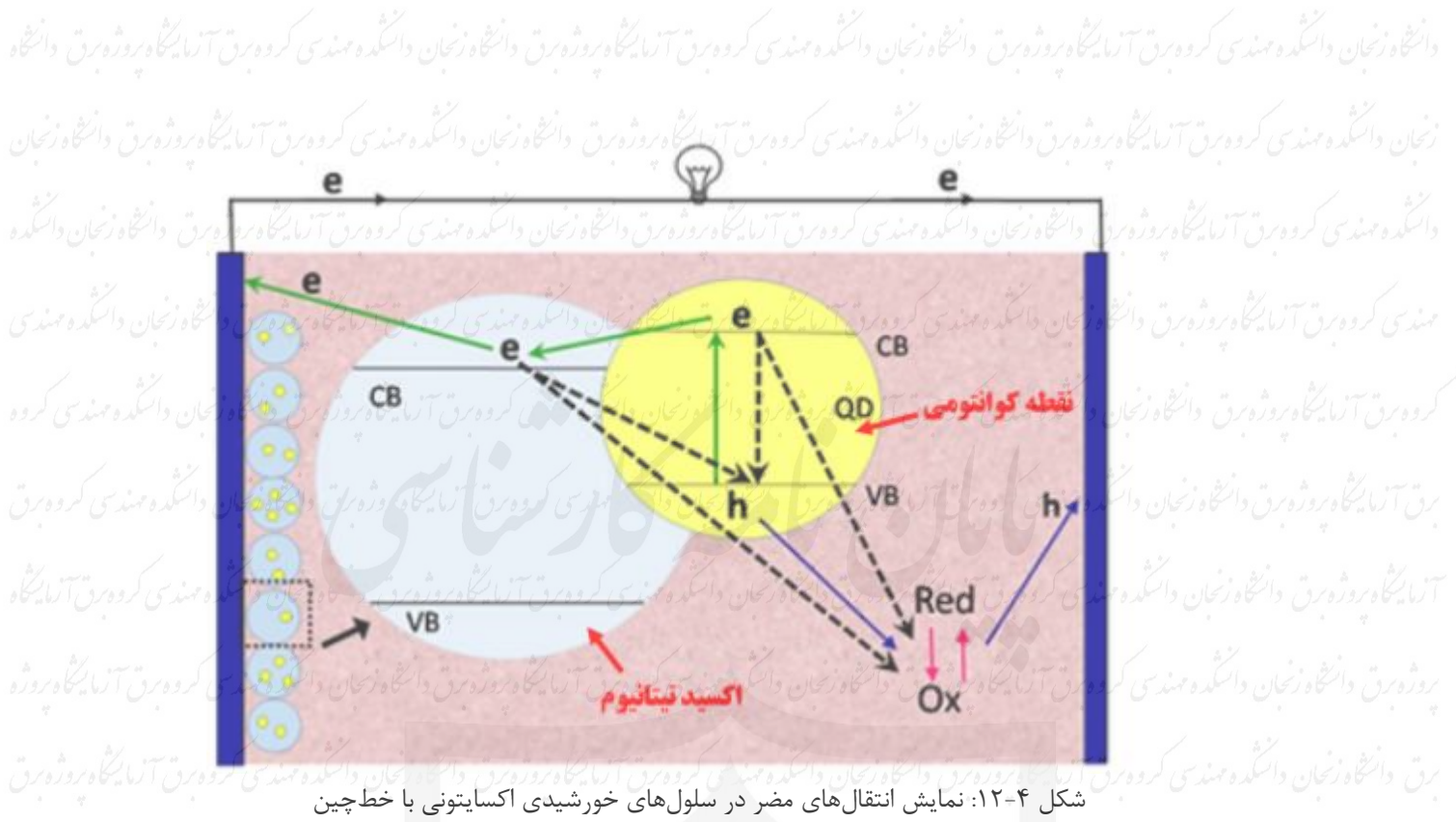
به فناوری استفاده از ساختارهای نانو متری ساخت ادوات مکانیکی اپتیکی و الکترونیکی نانو تکنولوژی می‌گویند. مواد در ابعادی به کوچکی نانو متر خواص جدیدی از خود نشان می‌دهند. مثلاً می‌توان شیشه‌ای ساخت که رسانا هم باشد؛ البته نانو تکنولوژی لزوماً ساخت قطعات فوق ریز نیست، بلکه می‌توان از این فناوری برای ساخت قطعات بزرگتر ( در حد میکرومتر) هم استفاده کرد. مثلاً در این روش برای ساخت یک قطعه آهنی، از فلز آهن استفاده نمی‌کنیم بلکه دانه دانه اتم‌های آهن را کنار هم می‌چینیم. ۶۴

سال پیش «Jon von neumann» حدس زد که روزی ساختن ماشینهایی که بتوانند خودشان را کپی کنند، ممکن خواهد شد. در سال ۱۹۹۱ دکتر «Eric Drexler» اولین دکترا در رشته نانو تکنولوژی را از دانشگاه «Mit» دریافت داشت و در سال ۱۹۹۶ مؤسسه «Foresight» که در حال حاضر یکی از مؤسسات به نام تحقیقات نانو تکنولوژی است، را پایه گذاری کرد.

هر چند آزمایش‌ها و تحقیقات پیرامون نانو تکنولوژی از ابتدای دهه ۸۰ قرن بیستم بطور جدی پیگیری شد، اما اثرات تحول آفرین، معجزه آسا و باورنکردنی نانو تکنولوژی در روند تحقیق و توسعه باعث گردید که نظر تمامی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب گردد و فناوری نانو را به عنوان یکی از مهمترین اولویتهای تحقیقاتی خویش طی دهه اول قرن بیست و یکم محسوب نمایند.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.



### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این بخش نحوه عملکرد سلول‌های خورشیدی اکسایشی مشخص شد. اثراتی که نانوفناوری در بهبود میزان جذب با کمک افزایش بارگذاری و تنظیم گاف انرژی ایجاد می‌کند مشخص شد. اثرات نانو پوشش‌ها بر روی کاهش انتقال‌های مضر شرح داده شد.

## منابع

[1] Fraas Lewis, Partain Larry, Solar Cells and Their Applications, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.,(2010).

[2] A.R. Jha, Solar Cell Technology and Applications, Auerbach Pub.Taylor & Francis Group, (2010).

[3].Brian, A. Gregg, "Excitonic Solar Cells", J. Phys. Chem. B 2003, 107, 4688-4698, (2003).

[4].Mims III, Forrest M., "Solar Cell Projects", Radio Shack Engineer's Mini Notebook, First Printing, USA, (1999).

[5] Hochbaum, I.Allon, Yang, Peidong, Semiconductor Nanowires for Energy Conversion, Chem. Rev., 110, 527–546,(2010).

[6] Hagfeldt, Anders, et al. "Dye-sensitized solar cells." Chemical reviews 110.11 (2010): 6595-6663.

[7] Nozik, A. J. "Quantum dot solar cells." Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures 14.1 (2002): 115-120.

[8] Semonin, Octavi E., Joseph M. Luther, and Matthew C. Beard. "Quantum dots for next-generation photovoltaics." Materials Today 15.11 (2012): 508-515.

[9] Kouhnavard, M., et al. "A review of semiconductor materials as sensitizers for quantum dot-sensitized solar cells." Renewable and Sustainable Energy Reviews 37 (2014): 397-407.

[10] Arjunan, a) TV, and T. S. Senthil. "Review: dye sensitised solar cells." Materials Technology 28.1-2 (2013): 9-14.

[11] [www.civilica.com](http://www.civilica.com)

[12] [www.nano.edu.ir](http://www.nano.edu.ir)