فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی **Journal of Educational Measurement & Evaluation Studies**
سال پنجم، شمارهٔ ۱۰، تابستان ۱۳۹٤، صص ۲۰۰- ۱۷۹ **Vol. 5, No. 10, summer 2015**

طراحی اهداف و محتوای چند درس اختیاری در فناوری نانو در مقطع کارشناسی برای دانشکده های فنی- مهندسی و علوم پایه

علیرضا کرمی گزافی*
زهرا نیکنام**
رویا مجیدی***

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۰٦/۳۱

چکیده

هدف پژوهش حاضر طراحی اهداف و محتوای چند درس اختیاری درباره فناوری نانو در مقطع کارشناسی برای دانشجویان فنی- مهندسی و علوم پایه بود. نوع تحقیق، کاربردی، توصیفی- پیمایشی و جامعه آماری آن، اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها، دانشجویان مقاطع دکتری و کارشناسی ارشد فعال در حوزه نانوفناوری در سال ۹۳-۱۳۹۲ بودند که ۲۰۲ نفر با روش نمونه‌گیری هدفمند و داوطلبانه انتخاب شدند. ابزار گردآوری، فرم نظرسنجی محقق‌ساخته بود که روایی محتوایی آن با استفاده از نظرات ده نفر از اساتید و متخصصان حوزه نانو بررسی شد و در پایان ۳٤ هدف و ۱٤۲ موضوع به‌عنوان سؤالات اصلی فرم نظرسنجی انتخاب شد. پایایی پرسشنامه با روش آلفای کرونباخ ۰/۹۸ بدست آمد. داده‌ها با آزمون‌های ناپارامتری رتبه‌ای علامت‌دار ویلککسون، نمونه‌های مستقل کروس- کالوالیس و نسبت دوجمله‌ای، تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد اهداف طراحی شده مهم و ضروری هستند و محتواها با اهداف مربوط، تطابق دارند.

واژه‌های کلیدی: نانو فناوری، علوم پایه و فنی-مهندسی، محتوا، دوره کارشناسی، طراحی.

* استادیار دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی (نویسنده مسئول arkaramigazafi@gmail.com)
**دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
*** استادیار دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۱- مقدمه

هر نانومتر یک میلیاردم متر است و موادی با ابعاد بین یک تا صد نانومتر به عنوان مواد نانو مقیاس شناخته می‌شوند. در مواد نانومقیاس به نظر می‌رسد که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی غیر عادی می‌شود و خواص نانومواد با خواص توده‌ای و حجیم متفاوت است (چن[1]،۲۰۱۰: ۳۰). در واقع فناوری نانو دستکاری عمدی ماده در مقیاس‌های کمتر از صد نانومتر است که در نتیجه آن مواد جدیدی ایجاد می‌شود (والدرون[2]، ۲۰۰٦: ۲). علم و فناوری نانو هم در زمینه هنرهای تزیینی (مثل جام لیکرگوس از دوران روم باستان) و هم در زمینه فناوری شیمیایی (مثل کلویید، کاتالیزور) وارد شده است (وانسوم[3]، ۲۰۰٦: ۲). "برای پیدایش فناوری نانو نمی‌توان تاریخچه قطعی و معینی را تعریف کرد. واقعیت این است که بشر از قرن‌ها پیش بدون اینکه درک درستی از حدود و مقیاس نانو داشته باشد دست به ابداعاتی زد که اتفاقا در قلمرو نانومتری جای گرفته است" (فعال پارسا، ۱۳۸٦: ۱۱). استفاده از نانو فناوری، جهانی را که در آن زندگی می‌کنیم، تحت تأثیر جدی قرار داده است از کالاهای مصرفی، الکترونیک، رایانه، اطلاعات و زیست‌شناسی ، هوا فضا، دفاع، انرژی، محیط زیست و پزشکی و همه بخش‌های اقتصادی عمیقا تحت تاثیر فناوری نانو هستند (آدین[4]،۲۰۰۱: ۱). اهمیت رو به رشد فناوری نانو در صنعت و جامعه با درک عموم مردم در این‌باره همراه نبوده است. بررسی ۱۵۰۰ نفر از افراد مختلف در سن شش تا ۷٤ سالگی نشان می‌دهد که مردم نسبت به فناوری نانو آشنا نیستند. به طور کلی به استثنای ۲۸-۱٤ ساله‌ها، بیش از شصت درصد پاسخ دهندگان تا به حال واژه فناوری نانو را نشنیده بودند. تحقیقی نیز صورت گرفته است که نشان می‌دهد فقط یک درصد از کل نمونه‌ها توانسته‌اند تعریف درستی از فناوری نانو بیان کنند (والدرون،۲۰۰٦: ۳). در ایالات متحده، اروپا، استرالیا و ژاپن چند طرح تحقیقاتی انجام شده است و هر دو بخش خصوصی و دولتی به شدت به تحقیق در زمینه نانو پرداخته‌اند و صدها میلیون دلار برای تحقیق و توسعه فناوری نانو اختصاص داده شده است. پیشرفت سریع در فناوری نانو چالش‌هایی را حتی در جامعه دانشگاهی ایجاد کرده است. ضروری است

1. Chen T. L.
2. Waldron A.
3. Wansom S.
4. Uddin M.

دانشجویان مهندسی، دانش ، درک و مهارت لازم دربارهٔ فناوری نانو کسب کنند. در حال حاضر تعدادی از دانشگاه‌ها در ایالت متحده امریکا ، اروپا، استرالیا و ژاپن شروع به تربیت دانشجو در زمینه فناوری نانو کرده‌اند (آدین،۲۰۰۱: ۱) تا در این زمینه دانشمندان و مهندسان ماهری برای طراحی و تجزیه و تحلیل و ساخت نانو ابزارها و نانو سیستم‌ها تربیت کنند (لی شوزکی[1]،۲۰۰٦: ۲). برای مطالعه خواص و رفتار مواد در مقیاس نانومتری باید بتوان دستگاه‌هایی کوچک که قابلیت اندازه‌گیری 10^{-9} متر را دارند طراحی کرد (کودوری[2]،۲۰۰۳: ۱۰۵-۱۰٤). ابزارهای علمی توانمندی برای توسعه علم و فناوری نانو مانند میکروسکوپ تونلی روبشی و میکروسکوپ نیروی اتمی ساخته شده‌اند. اختراعات ثبت شده در زمینه نانو نشان می‌دهد که افزایش بی‌سابقه‌ای در، درصد اختراعات ثبت شده در زمینه نانو در اواخر قرن بیست و اوایل قرن بیست و یک صورت گرفته است (وانسوم،۲۰۰٦: ۲). فناوری نانو باید با هر دو روش دانش محور و یادگیری محور در داخل و خارج از کلاس تدریس شود. از آنجایی که فناوری نانو موضوعی میان رشته‌ای است، اساتید و اعضای هیأت علمی در دانشگاه‌ها باید به منظور آموزش دانشجویان در زمینه نانوفناوری با یکدیگر و با صنعت همکاری کنند و دولت نیز باید برای توسعه دانشکده در این‌باره بودجه کافی را در نظر بگیرد. سازمان‌هایی مانند وزارت دفاع آمریکا، اعضای هیأت علمی در موسسات مختلف را برای ارائه دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد در علوم فناوری نانو حمایت می‌کنند (آدین، ۲۰۰۱: ۱). آموزش فناوری نانو باید به طور منطقی در جریان اصلی برنامه‌های آموزشی رشته‌های علوم و مهندسی در مقطع کارشناسی گنجانده شود (لی‌شوزکی، ۲۰۰٦: ۲). از سال ۲۰۰۰ دانشگاه‌ها در سراسر جهان تربیت کارشناس فناوری نانو را در دستور کار خود قرار داده‌اند. نگرانی که در این زمینه وجود دارد طراحی آموزش مربوط به توسعه فناوری نانو است (چن،۲۰۱۰: ۲۵). در واقع ارائه یک آموزش میان رشته‌ای به دانشجویان بر اساس برنامه درسی با ساختاری مناسب که بتواند جنبه‌های گسترده‌ای از علوم پایه و مهندسی را پوشش دهد یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در این زمینه است (کودوری، ۲۰۰۳: ۱۰۵-۱۰٤). پژوهش‌ها در زمینه نانوفناوری عمدتا در دانشگاه‌ها و به صورت پایان‌نامه‌های دکتری و کارشناسی ارشد در حال انجام هستند (پول، ۱۳۹۰) در

1. Lyshevski S.
2. Choudhury J.

سال ۲۰۰۳ دانشگاه لویال مری موند[1] از بنیاد ملی علوم[2] کمک مالی برای توسعه یک دوره جدید در مقطع کارشناسی، برای دانشجویان سال دوم، با عنوان"مقدمه‌ای بر فناوری نانو" دریافت کرد. هدف از این دوره، این بود که دیدگاهی توصیفی در مورد تأثیر فناوری نانو بر بدن انسان ارائه دهد. این دوره به مدت پانزده هفته برای دانشجوی رشته‌های مهندسی و علوم برگزار و از سه ابزار برای ارزیابی در این دوره استفاده شد ۱- پیش آزمون/ پس آزمون (که در شروع و پایان دوره انجام می‌شود و ما قادر خواهیم بود که بفهمیم تا چه اندازه دانشجویان درباره فناوری نانو آموزش دیده‌اند). ۲- ارزیابی تراکمی (که مشکلات یادگیری در کلاس را نشان می‌دهد). ۳- ارزیابی سازنده (که اجازه می‌دهد اقدامات اصلاحی را قبل از پایان ترم انجام دهیم)(مندلسون[3]،۲۰۰٤: ٦). جیاو[4] و همکاران در سال ۲۰۱۰ دورهٔ آموزشی ویژه‌ای با عنوان اصول فناوری نانو به صورت طرحی برای آموزش فناوری نانو و آگاهی در سطوح مختلف و برای کمک به تولید نیروی کار در این حوزه اجرا کردند. این دوره برای غلبه بر بسیاری از چالش های مربوط به آموزش فناوری نانو طراحی شده بود. به عنوان مثال یکی از چالش های اصلی نبود تجهیزات و امکانات به دلیل هزینهٔ بالا است که برای غلبه بر این مشکل فعالیت‌های مبتنی بر رایانه ارائه و اجرا شدند و نتایج حاصل از این ارائه برای بهبود طرح‌های بعدی مورد ارزیابی قرار گرفت (باراکات[5]،۲۰۱۱: ۱).

در سال ۲۰۰٦ یک دوره کوتاه مدت آموزشی فناوری نانو برای دانشجویان چند مقطع کارشناسی در تایوان اجرا شد. در این دوره طی چند ترم با معرفی فناوری نانو به دانشجویان رشته‌های مختلف، اصول فناوری نانو، وضعیت فعلی، برنامه‌های کاربردی و خطرات احتمالی این فناوری و رابطهٔ بین علم نانو و مهندسی و زندگی روزمره آموزش داده شد (وبگاه شبکه آموزش شهروندی در اروپا) بنیاد ملی علوم طرحی پژوهشی برای اصلاح برنامه درسی برخی رشته‌ها مانند مهندسی برق و فیزیک انجام داد. در این طرح دانشجویان سال دوم باید موضوعاتی مانند اصول و مفاهیم اساسی نانو، تمرکز بر نانوساختارها، طراحی نانوسیستم‌ها ، روش‌های سنتز بالا به پایین و پایین به بالا وچندین واحد آزمایشگاهی را بگذرانند. در آموزش این مفاهیم از روش‌های

1. Loyola Mary mount
3. National Science Foundation
3. MendelsonM.
4. Lihong Jiao
5. BarakatN.

سخنرانی، کارگاه‌های آموزشی و آزمایشگاه استفاده شد. در این دوره اهداف آموزشی زیر در نظر گرفته شد:

- ✓ ارتقاء علم مهندسی و دانش فنی
- ✓ توانایی برای توسعه مفهوم، طراحی، تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی دستگاه‌های اتمی و مولکولی
- ✓ فهمیدن و درک آزمایش‌ها، ویژگی‌ها و نحوه اندازه‌گیری‌ها در مقیاس نانو
- ✓ ارائه اصول سنتز، پردازش، ساخت پایین به بالا
- ✓ آماده سازی دانشجویان برای انجام تحقیقات (لی شوزکی[1]،۲۰۰۶: ۲)

درسال۲۰۰۹، آلیساوایس[2] در تحقیق خود، به این نتیجه رسید که آموزش نانو و کاربردهای آن، در کلاس‌های شیمی، زیست شناسی، فناوری زیستی و علوم زیست محیطی باعث پیشرفت تحصیل شده است. همچنین نتایج این پژوهش، نمایانگر افزایش انگیزهٔ دانشجویان به علوم بوده است (سجادی، ۱۳۹۰: ۵۰). با توجه به اهمیت روز افزون علم نانو و عدم آگاهی کافی افراد تحصیل کرده در این زمینه، به نظر می‌آید یک روش مناسب برای آشنا کردن افراد با علم نانو این باشد که در دوره تحصیلات دانشگاهی خود، چند درس بنیادی و مهم در زمینهٔ نانو به‌صورت درس‌هایی اختیاری تعریف شود تا در صورت تمایل با گذراندن این درس‌ها بتوانند با اصول این علم آشنا شوند. در این پژوهش نیز بر آن شدیم تا تعدادی درس دربارهٔ علم نانو که می‌تواند به بالا بردن سطح علمی دانشجویان کمک کند، طراحی کنیم.

۲-روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر نحوه گردآوری اطلاعات، توصیفی-پیمایشی است. در این تحقیق، جامعهٔ آماری شامل همهٔ اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها (استاد، دانشیارو استادیار)، دانشجویان دکتری، فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد و دانشجویان کارشناسی ارشدی است که در سال تحصیلی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در زمینه نانوفناوری به پژوهش مشغول بودند. با توجه به محدودیت‌های موجود در انتخاب نمونه، از روش نمونه‌گیری تصادفی و داوطلبانه استفاده شد. بدین منظور با مراجعه به دانشگاه‌های تهران، تربیت مدرس و شرکت در پانزدهمین همایش دانشجویی نانوفناوری در دانشگاه تربیت مدرس، پنجمین کنفرانس بین المللی نانوساختارها در

1. Lyshevski S.
2. Alissa

محل پردیس بین المللی دانشگاه صنعتی شریف واقع در جزیره کیش در مجموع تعداد ۲۰۲ نفر از اساتید، دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشدی که در حوزه نانوفناوری پژوهش انجام می دادند، به عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شدند. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسش‌نامهٔ محقق ساخته بود. در این پژوهش با مطالعه برنامه درسی بعضی از دانشگاه‌ها و مطالعه سایر اسناد، اهداف و محتوا در قالب یک پرسشنامه طراحی و پس از اصلاح، توسط ده نفر از اساتید تایید شد. مواردی که پرسشنامه، شامل هفت درس است: درس اول- اهداف و محتوای پیشنهادی برای درس روش‌های سنتز نانو مواد، درس دوم- اهداف و محتوای پیشنهادی برای درس اصول نانوفناوری، درس سوم- اهداف و محتوای پیشنهادی برای درس روش‌های اندازه‌گیری نانومواد، درس چهارم- اهداف و محتوای پیشنهادی برای درس نانوزیست فناوری، درس پنجم و ششم- اهداف و محتوای پیشنهادی برای درس کاربرد نانوفناوری (۱) و (۲) و درس هفتم- اهداف و محتوای پیشنهادی برای درس نانو ساختارها بود. منظور از اهداف، عناوین فصل‌ها و منظور از محتوا، عناوین فرعی موجود در هر فصل است که پاسخ دهندگان در مورد ضرورت ارائه هر محتوا و میزان تطابق آن با هدف مربوط در مقیاس چهار گزینه‌ای لیکرت (بسیار موافق، موافق، مخالف، بسیار مخالف) اظهار نظر کردند. برای تحلیل آماری، به آنها رتبه ۱،۲،۳،٤ اختصاص داده شد و میانگین چهار عدد ۲/۵ می‌شود. از آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلککسون برای مقایسه میانه محتواها با ۲/۵ استفاده شد همچنین از آزمون نمونه‌های مستقل کروسکال- والیس برای بیان معنی‌دار بودن یا نبودن تفاوت دیدگاه پاسخ‌دهندگان با سطح تحصیلات مختلف و برای بیان معنی‌دار بودن یا نبودن تفاوت دیدگاه اساتید با سوابق کاری مختلف استفاده شد. روایی پژوهش به صورت روایی محتوایی بررسی شد. ضریب آلفای کرونباخ برای این فرم نظرسنجی ۰/۹۸ به‌دست آمد که بیانگر پایایی عالی (بیش از ۰/۹) برای ابزار تحقیق است.

۳- نتایج

۳-۱-آمار توصیفی

جدول (۱) آمار توصیفی اهداف و محتواهای درس روش‌های سنتز نانومواد

هدف(شماره فصل)	شماره محتوا	میانه	تعداد کل	فراوانی					درصد				
				بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	اظهار نشده	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	اظهار نشده
۱	۱	٤	۱۰۳	٦۳	۳۷	۰	۱	۲	٦۱/۲	۳٥/۹	۰	۱	۱/۹
۲	۲	۳	۱۰۳	۲٥	٦۱	۹	۲	٦	۲٤/۳	٥۹/۲	۸/۷	۱/۹	٥/۸
	۳	۳	۱۰۳	۲۳	٥۸	۱۳	۲	۷	۲۲/۳	٥٦/۳	۱۲/٦	۱/۹	٦/۸
۳	٤	۳	۱۰۳	٤۱	٥٤	۲	۲	٤	۳۹/۸	٥۲/٤	۱/۹	۱/۹	۳/۹
	٥	۳	۱۰۳	۳۸	٥۲	٦	۲	٥	۳٦/۹	٥۰/٥	٥/۸	۱/۹	٤/۹
	٦	۳	۱۰۳	۳۱	٥۰	۱۱	۲	۹	۳۰/۱	٤۸/٥	۱۰/۷	۱/۹	۸/۷
	۷	۳	۱۰۳	۳۸	٤٦	۱۰	۲	۷	۳٦/۹	٤٤/۷	۹/۷	۱/۹	٦/۸
	۸	۳	۱۰۳	۳۸	٥۱	۸	۲	٤	۳٦/۹	٤۹/٥	۷/۸	۱/۹	۳/۹
٤	۹	٤	۱۰۳	٥۸	۳۸	۱	۲	٤	٥٦/۳	۳٦/۹	۱	۱/۹	۳/۹
	۱۰	٤	۱۰۳	٥۲	۳۸	٤	۲	۷	٥۰/٥	۳٦/۹	۳/۹	۱/۹	٦/۸
	۱۱	٤	۱۰۳	٥۲	۳۹	۳	۲	۷	٥۰/٥	۳۷/۹	۲/۹	۱/۹	٦/۸
	۱۲	۳	۱۰۳	٤٤	۳۹	۱۰	۲	۸	٤۲/۷	۳۷/۹	۹/۷	۱/۹	۷/۸
٥	۱۳	۳	۱۰۳	۳۸	٤۷	۱۱	۲	٥	۳٦/۹	٤٥/٦	۱۰/۷	۱/۹	٤/۹

جدول (۲) آمار توصیفی تعداد پاسخ‌دهندگان به هر سؤال (محتوا) در درس روش‌های سنتز نانومواد به تفکیک سطح تحصیلات

هدف(شماره فصل)	شماره محتوا	تعداد کل	هیأت علمی/ دکتری					دانشجوی دکتری					کارشناسی ارشد					دانشجوی ارشد				
			بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل
۱	۱	۱۰۱	۱۲	٥	۰	۰	۱۷	۱٤	۸	۰	۱	۲۳	۸	۲	۰	۰	۱۰	۲۹	۲۲	۰	۰	٥۱
۲	۲	۹۷	۹	۷	۱	۰	۱۷	٤	۱٤	۱	۱	۲۰	٥	۳	۱	۰	۹	۷	۳۷	٦	۱	٥۱
	۳	۹٦	٤	۱۰	۲	۰	۱٦	٦	۱۱	۲	۱	۲۰	٥	۳	۲	۰	۱۰	۸	۳٤	۷	۱	٥۰
۳	٤	۹۹	٦	۸	۰	۱	۱٥	۱۱	۱۰	۰	۱	۲۲	٦	٤	۰	۰	۱۰	۱۸	۳۲	۲	۰	٥۲
	٥	۹۸	۷	٦	۱	۱	۱٥	۱۰	۱۰	۰	۱	۲۱	٦	٤	۰	۰	۱۰	۱٥	۳۲	٥	۰	٥۲
	٦	۹٤	۷	۷	۰	۱	۱٥	٦	۹	۲	۱	۱۸	٥	٤	۱	۰	۱۰	۱۳	۳۰	۸	۰	٥۱
	۷	۹٦	۷	۷	۰	۱	۱٥	۱۰	٦	۳	۱	۲۰	۷	۲	۱	۰	۱۰	۱٤	۳۱	٦	۰	٥۱

هدف(شماره فصل)	شماره محتوا	تعداد کل	هیأت علمی/ دکتری					دانشجوی دکتری					کارشناسی ارشد					دانشجوی ارشد				
			بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل
	۸	۹۹	۸	٦	۱	۱	۱٦	۸	۹	۳	۱	۲۱	۷	۳	۰	۰	۱۰	۱۵	۳۳	٤	۰	۵۲
٤	۹	۹۹	۱۰	٤	۰	۱	۱۵	۱۲	۸	۱	۱	۲۲	۷	۳	۰	۰	۱۰	۲۹	۲۳	۰	۰	۵۲
	۱۰	۹٦	۹	۵	۰	۱	۱۵	۱۲	۷	۲	۱	۲۲	٦	۳	۱	۰	۱۰	۲۵	۲۳	۱	۰	٤۹
	۱۱	۹٦	۹	٦	۰	۱	۱٦	۱۱	۹	۰	۱	۲۱	٦	۳	۱	۰	۱۰	۲٦	۲۱	۲	۰	٤۹
	۱۲	۹۵	۷	۵	۲	۰	۱٤	۱۱	۸	۱	۲	۲۲	۷	۳	۰	۰	۱۰	۱۹	۲۳	۷	۰	٤۹
۵	۱۳	۹۸	٦	۸	۲	۰	۱٦	۱۰	۱۰	۱	۱	۲۲	٤	٤	۲	۰	۱۰	۱۸	۲۵	٦	۱	۵۰

جدول (۳) آمار توصیفی تعداد اساتید پاسخ‌دهنده به هر سؤال (محتوا) در درس روش‌های سنتز نانومواد به تفکیک سابقه کاری

هدف(شماره فصل)	شماره محتوا	تعداد کل	سنوات زیر ۱۰ سال					سنوات ۱۵-۱۰ سال					سنوات۲۰ -۱۵ سال					سنوات بالای ۲۰ سال				
			بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل	بسیار موافق	موافق	مخالف	بسیار مخالف	تعداد کل
۱	۱	۱۷	۸	۱	۰	۰	۹	۱	۱	۰	۰	۲	۲	۲	۰	۰	٤	۱	۱	۰	۰	۲
۲	۲	۱۷	۷	۲	۰	۰	۹	۰	۲	۰	۰	۲	۱	۲	۱	۰	٤	۱	۱	۰	۰	۲
	۳	۱٦	۳	٤	۱	۰	۸	۰	۲	۰	۰	۲	۰	۳	۱	۰	٤	۱	۱	۰	۰	۲
۳	٤	۱۵	٤	٤	۰	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۰	۳	۳	۰	٦	۰	۱	۰	۰	۱
	۵	۱۵	۵	۲	۱	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۰	۳	۳	۰	٦	۰	۱	۰	۰	۱
	٦	۱۵	۵	۳	۰	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۰	۳	۳	۰	٦	۰	۱	۰	۰	۱
	۷	۱۵	۵	۳	۰	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۰	۳	۳	۰	٦	۰	۱	۰	۰	۱
	۸	۱٦	۵	۲	۱	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۱	۳	۲	۰	٦	۰	۱	۰	۰	۱
٤	۹	۱۵	٦	۲	۰	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۲	۱	۱	۰	٤	۰	۱	۰	۰	۱
	۱۰	۱۵	۵	۳	۰	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۲	۱	۱	۰	٤	۰	۱	۰	۰	۱
	۱۱	۱٦	۵	۳	۰	۱	۹	۲	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۰	۰	٤	۰	۱	۰	۰	۱
	۱۲	۱٤	٤	۲	۲	۰	۸	۲	۰	۰	۰	۲	۱	۲	۰	۰	۳	۰	۱	۰	۰	۱
۵	۱۳	۱٦	٤	۵	۰	۰	۹	۱	۰	۱	۰	۲	۱	۲	۱	۰	٤	۰	۱	۰	۰	۱

۳-۲-آمار استنباطی

در قسمت استنباطی، از آزمون‌های آماری برای پاسخ به پرسش‌های پژوهشی و آزمون فرضیه استفاده شد.

آمار استنباطی مربوط به درس روش‌های سنتز نانومواد

- **فرضیه پژوهش:** در سطح اطمینان ۹۵ درصد، از دیدگاه پرسش شوندگان (اساتید و دانشجویان)، محتوای طراحی شده برای اهداف درس روش‌های سنتز نانومواد ضروری هستند و میانه هر محتوا از ۲/۵ بزرگ‌تر است.

فرض صفر: در سطح اطمینان ۹۵ درصد، از دیدگاه پرسش شوندگان (اساتید و دانشجویان)، محتوای طراحی شده برای درس روش‌های سنتز نانومواد از ۲/۵ بزرگ‌تر نیست.

جدول (٤) آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلککسون برای مقایسه میانه محتواها با ۲/۵
P=0.05,Test value =2.5

هدف	محتوا	میانه	سطح معنی‌داری	نتیجه
فصل اول	طبقه بندی روش‌های سنتز و مقدمه‌ای بر آن	٤	۰/۰۰۰ *	فرض صفر رد می‌شود
روش‌های مکانیکی	روش آلیاژسازی و آسیاکاری مکانیکی	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	روش تغییر شکل پلاستیکی شدید	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
روش‌های فیزیکی	نشست شیمیایی بخار	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	نشست فیزیکی بخار	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	روش کندوپاش	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	آئروسل	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	سایش لیزری	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
روش‌های شیمیایی	استفاده از فاز مایع (رسوب گیری، سل ژل و ....)	٤	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	استفاده از فاز غیر همگن (هیدروترمال، پیرولیز)	٤	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	استفاده از محیط واکنش به صورت قطره	٤	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
	استفاده از فاز بخار	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود
لیتوگرافی	لیتوگرافی	۳	۰/۰۰۰	فرض صفر رد می‌شود

سؤال اول: در سطح اطمینان ۹۵ درصد، آیا بین دیدگاه اساتید، دانشجویان دکتری و دانشجویان کارشناسی ارشد، درباره ضرورت ارائه محتوا و هماهنگی آن با اهداف طراحی شده برای درس روش‌های سنتز نانومواد تفاوت معنی داری وجود دارد؟

فرض صفر: در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بین دیدگاه اساتید، دانشجویان دکتری و دانشجویان کارشناسی ارشد، در زمینه ضرورت ارائه محتوا و هماهنگی آن با اهداف طراحی شده برای درس روش‌های سنتز نانومواد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول (۵) آزمون نمونه‌های مستقل کروسکال- والیس برای بررسی تفاوت دیدگاه پاسخ‌دهندگان با سطح تحصیلات مختلف

هدف	محتوا	سطح معنی‌داری	نتیجه
فصل اول	طبقه بندی روش‌های سنتز و مقدمه‌ای بر آن	۰/٤۸۰	فرض صفر پذیرفته است
روش‌های مکانیکی	روش آلیاژسازی و آسیاکاری مکانیکی	۰/۰۱	فرض صفر رد می‌شود
	روش تغییر شکل پلاستیکی شدید	۰/٤۵۰	فرض صفر پذیرفته است
روش‌های فیزیکی	نشست شیمیایی بخار	۰/۳۹۷	فرض صفر پذیرفته است
	نشست فیزیکی بخار	۰/۱۷۳	فرض صفر پذیرفته است
	روش کندوپاش	۰/۳۱۸	فرض صفر پذیرفته است
	آئروسل	۰/۱۵٤	فرض صفر پذیرفته است
	سایش لیزری	۰/۱۱۰	فرض صفر پذیرفته است
روش‌های شیمیایی	استفاده از فاز مایع(رسوب گیری، سل ژل و...)	۰/۷٤۲	فرض صفر پذیرفته است
	استفاده از فاز غیر همگن(هیدروترمال، پیرولیز)	۰/۹٦۱	فرض صفر پذیرفته است
	استفاده از محیط واکنش به صورت قطره	۰/۹۹٤	فرض صفر پذیرفته است
	استفاده از فاز بخار	۰/۳۰۰	فرض صفر پذیرفته است
لیتوگرافی	لیتوگرافی	۰/۸۸۱	فرض صفر پذیرفته است

سؤال دوم: در سطح اطمینان ۹۵درصد، آیا بین دیدگاه اساتید با سوابق کاری مختلف در زمینه ضرورت و اهمیت اهداف و محتوای طراحی شده برای درس روش‌های سنتز نانومواد تفاوت معنی داری وجود دارد؟

فرض صفر: در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بین دیدگاه اساتید با سوابق کاری مختلف دربارهٔ ضرورت ارائه و هماهنگی آنها با اهداف طراحی شده برای درس روش‌های سنتز نانومواد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول (٦) آزمون نمونه‌های مستقل کروسکال- والیس برای بیان معنی‌دار بودن یا نبودن تفاوت دیدگاه اساتید با سوابق کاری مختلف

هدف	محتوا	سطح معنی‌داری	نتیجه
فصل اول	طبقه بندی روش‌های سنتز و مقدمه‌ای بر آن	۰/٤۰۷	فرض صفر پذیرفته است
روش‌های مکانیکی	روش آلیاژسازی و آسیاکاری مکانیکی	۰/۱۳۲	فرض صفر پذیرفته است
	روش تغییر شکل پلاستیکی شدید	۰/٤۳۸	فرض صفر پذیرفته است
روش‌های فیزیکی	نشست شیمیایی بخار	۰/۲٤٤	فرض صفر پذیرفته است
	نشست فیزیکی بخار	۰/۳۳۰	فرض صفر پذیرفته است
	روش کندوپاش	۰/۲۲٥	فرض صفر پذیرفته است
	آئروسل	۰/۲۲٥	فرض صفر پذیرفته است
	سایش لیزری	۰/٤۷۰	فرض صفر پذیرفته است
روش‌های شیمیایی	استفاده از فاز مایع(رسوب گیری، سل ژل و ...)	۰/٤۹٤	فرض صفر پذیرفته است
	استفاده از فاز غیر همگن(هیدروترمال، پیرولیز)	۰/٤۸۰	فرض صفر پذیرفته است
	استفاده از محیط واکنش به صورت قطره	۰/٥۰۲	فرض صفر پذیرفته است
	استفاده از فاز بخار	۰/٥۲۳	فرض صفر پذیرفته است
لیتوگرافی	لیتوگرافی	۰/۷۰٦	فرض صفر پذیرفته است

اهداف و محتوای پیشنهادی درس‌های طراحی شده:

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده ها و بررسی فرضیه و سؤالات پژوهش اهداف و محتوای پیشنهادی از این قرار است:

نام درس : اصول فناوری نانو	تعداد واحد: ۳

فصل اول: تاریخچه کشف، سیر تحول فناوری نانو

فصل دوم: تعریف و مقیاس :تعاریف مختلف فناوری نانو، مبانی فناوری نانو، تعریف نانومتر، بیان سانتی، میلی، میکرو و نانو، مقایسه‌ای بین مقیاس‌های طولی گوناگون (صلواتی نیاسری و زینب، ۱۳۸۸: ٤٥-۲۲).

فصل سوم: خواص در مقیاس نانو:خاصیت مغناطیسی و منحنی هیستروزیس در مواد توده‌ای و مقایسه آن با نانومواد، خاصیت الکترونی در نانو مواد، خاصیت نوری در نانو مواد، خاصیت مکانیکی در نانو مواد، رسانایی حرارتی در نانو مواد، رسانایی الکتریکی (فلزات، نیمه رسانا و نانو مواد) و پدیده تونل زنی، گذار از توده تا مولکول و مفهوم

تراز و نوار ظرفیت و هدایت، تأثیر اندازه ذره بر سطح کل و سطح ویژه، عدد جادویی در نانو خوشه‌ها، تأثیر اندازه ذرات بر کاهش نقطه ذوب، فعالیت شیمیایی و واکنش پذیری.

فصل چهارم: دسته بندی نانومواد:نانو مواد صفر بعدی (فولرن‌ها، درخت سان‌ها، نانو پودرها،نانو نقاط کوانتومی)، نانو مواد یک بعدی (نانو سیم‌ها، نانو الیاف، نانو لوله‌ها)، نانو مواد دو بعدی (گرافن، نانو روکش‌ها، نانو لایه‌ها)، نانو مواد سه بعدی (مواد نانو حفره‌ای، نانو کامپوزیت‌ها) (سیم‌چی، ۱۳۸۷: ۹۰-٤۰).

نام درس: روش‌های سنتز نانو مواد	تعداد واحد: ۳

فصل اول: طبقه‌بندی روش‌های سنتز و مقدمه‌ای بر آن

فصل دوم: روش‌های مکانیکی: روش آلیاژسازی و آسیاکاری مکانیکی، روش تغییر شکل پلاستیکی شدید

فصل سوم: روش‌های فیزیکی: نشست شیمیایی بخار، نشست فیزیکی بخار، روش کندوپاش، آئروسل، سایش لیزری

فصل چهارم: روش‌های شیمیایی: استفاده از فاز مایع (رسوب گیری، سل ژل، همرسوبی)، استفاده از فاز غیر همگن (هیدروترمال، پیرولیز)، استفاده از محیط واکنش به صورت قطره (امولسیون‌ها، مایسل‌ها، میکروامولسیون‌ها، آئروسل)، استفاده از فاز بخار

فصل پنجم: لیتوگرافی (صلواتی نیاسری و زینب، ۱۳۸۸: ٤۰۰-۵۰).

نام درس: روش‌های اندازه گیری نانو مواد	تعداد واحد: ۳

فصل‌اول: میکروسکوپ‌ها: میکروسکوپ‌های نوری و ضعف‌های آن، میکروسکوپ‌های نوری پیشرفته، میکروسکوپ‌های نوری روبشی میدان نزدیک

فصل دوم: میکروسکوپ‌های الکترونی: میکروسکوپ الکترونی روبشی، میکروسکوپ الکترونی عبوری (اگرتون، ۲۰۰۵: ۲٤-۵).

فصل سوم: میکروسکوپ‌های پروبی روبشی: میکروسکوپ‌های نیروی اتمی، میکروسکوپ‌های تونلی- روبشی، میکروسکوپ‌های پروبی اتمی، میکروسکوپ میدان مغناطیسی (مایر و دیگران، ۱۹٦۲: ۱۸۰-۱۷۳).

فصل چهارم: اسپکتروسکوپی: رامان، لومینسانس و فوتولومینسانس، روش‌های مختلف آنالیز با اشعه ایکس (X)(اشعه ایکس پاشنده انرژی، نشر اوژه، آنالیز فلورسانس پرتو ایکس، آنالیز پراش پرتو ایکس، پراش الکترون‌های کم انرژی، پراش الکترون‌های پر انرژی انعکاسی، طیف سنجی فوتوالکترونی پرتو ایکس)

فصل پنجم: سایر تکنیک‌ها: اسپکتروسکوپی پراکندگی یونی و طیف سنجی برگشتی رادرفورد، اسپکتروسکوپی جرمی یون‌های ثانویه، رزونانس اسپین الکترون (باشگاه نانو ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۱).

نام درس: نانوساختارها	تعداد واحد: ۳

فصل اول: نقاط کوانتومی: تعریف و خواص نقاط کوانتومی، سنتز و شیمی سطح آن‌ها، سمیت، کاربرد نقاط کوانتومی

فصل دوم نانوساختارهای کربنی: فولرن یا باکی بال‌ها، نانو تیوب‌ها، نانو مخروط‌ها، گرافن، ساختارهای غیر نانو (کربن شیشه‌ای، کربن سیاه، کربن فعال و کربن آمورف)

فصل سوم: نانو ساختارهای معدنی: نانوکلاسترها، نانوتیوپ‌های معدنی، نانو پلیمرها، نانو فیلترها، روش سنتز نانومواد معدنی

فصل چهارم: نانو ساختارهای متخلخل: تعریف تخلخل و مواد نانو متخلخل، دسته بندی نانو متخلخل‌ها بر اساس اندازه حفره (میکرو، مزو، ماکرو)، دسته بندی نانو متخلخل‌ها بر اساس مواد تشکیل دهنده (آلی شامل: مواد کربنی و پلیمری- معدنی شامل: زئولیت‌ها، ام. اُ. اِف "MOF"، هیبریدهای آلی معدنی و سیلیکا)، دسته‌بندی نانو متخلخل‌ها بر اساس نظم ساختار (کریستالی و آمورف)، روش‌های سنتز عمومی (روش ریز موج وهیدروترمال، روش سنتز با استفاده از الگو)، روش‌های اندازه گیری تخلخل

فصل پنجم: درخت‌سان‌ها: انواع درخت‌سان‌ها، تاریخچه سنتز درخت‌سان‌ها، ساختار درخت سان‌ها، انواع روش‌های سنتز (واگرا، همگرا)

فصل ششم نانو الیاف‌ها: معرفی نانو الیاف، معرفی انواع روش‌های تولید نانو الیاف (کشش، تولید از قالب، جدایش فازی، خودآرایی و الکتروریسی)، الکتروریسی و پارامترهای مؤثر بر آن، کاربردهای نانو الیاف الکتروریسی شده

فصل هفتم: نانو کامپوزیت‌ها: خواص و ساختار نانو کامپوزیت‌های پایه سرامیکی، خواص و ساختار نانو کامپوزیت‌های پایه فلزی، خواص و ساختار نانو کامپوزیت‌های پایه پلیمری.

فصل هشتم سایرنانو ساختارها: نانوساختارهای خودآرا، لایه‌های نازک (وبگاه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۲).

نام درس: نانوزیست‌فناوری	تعداد واحد:۳

فصل اول: تعریف زیست‌فناوری، تعریف نانوزیست‌فناوری و مفاهیم پایه‌ای، تفاوت نانوزیست‌فناوری با زیست‌نانوفناوری، آشنایی با برخی از کاربردهای عمومی نانوزیست‌فناوری.

فصل دوم : مواد زیستی: اجزای موجود در سلول، عملکرد و اندازه آن‌ها، مواد زیستی نانومتر و میکرومتر (اسیدهای آمینه، نوکلئوئیدها، بیومولکول‌ها، پروتئین‌ها، ویروس‌ها، اجزای سلول و باکتری‌ها)، نانو سیم دوتایی DNA، کروموزوم و ژن، رمز ژنتیکی و سنتز پروتئین‌ها، نانو ذره پروتئینی، نانوسیم پلی پپتیدی (پی‌پول، فرانک اونسز، ۱۳۸۸: ٤٦٧-٤٣٧).

فصل سوم: نانوبیوحسگرها: مقدمه‌ای بر حسگرها، اجزا و نحوه عملکرد آنها، تعریف بیوسنسورها و اجزای آن (آنالیت، عناصر بیولوژیکی، مبدل، پردازشگر،نمایشگر)، انواع عناصر زیست‌شناختی در بیوسنسورها (آنزیم، آنتی بادی، اسید نوکلئیک، گیرنده)، روش‌های تثبیت اجزای زیست‌شناختی (جذب سطحی، ریز پوشینه‌سازی، محبوس سازی، پیوند عرضی، پیونو کوولانسی)، تقسیم بندی بیوسنسورها بر اساس مبدل زیستی (الکتروشیمیایی شامل آمپرومتری، پتانسیومتری؛ رسانایی سنجی؛ نوری؛ پیزوالکتریک و روش‌های گرمایی)، دسته بندی نانو حسگرها بر اساس نوع ساختارشان (نقاط کوانتومی؛ نانولوله‌های کربنی شامل حسگرهای شیمیایی، حسگرهای مکانیکی؛ استفاده از نانو ابزارها).

فصل چهارم: ساختارهای بزرگ مولکولی: نانو بلورهای آلی (سیستم‌های مزدوج دارو- پلیمر)، پلیمرهای رسانا و کوپلیمرهای دسته‌ای، ساختارهای بزرگ مولکولی (مولکول‌هایی با میانجی فلز واسطه، درخت سان منفرد، درخت سان چند مولکولی، مایسل‌ها، لیپوزوم، اتوزوم)(وبگاه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۲).

نام درس: کاربرد فناوری نانو۱	تعداد واحد: ۳

فصل اول: کاربردنانوفناوری در پزشکی: استفاده از مایسل‌ها، لیپوزوم‌ها، نانوپلیمرها، دندریمرها، اتوزم‌ها و نانوذرات مغناطیسی در دارورسانی، استفاده از نانو ذرات مغناطیسی در تصویر برداری پزشکی و در درمان سرطان.

فصل دوم: کاربرد نانوفناوری در کشاورزی: استفاده از نانوکپسول‌ها در تولید سموم و کودهای مؤثر و کم خطر، کاربرد فناوری نانو در اصلاح نباتات و گیاه پزشکی، ایجاد گلخانه‌های کم هزینه‌تر و تولید سیستم‌های آنالیز قابل حمل، کاربرد فناوری نانو در ساخت ماشین آلات کشاورزی و تصفیه آب.

فصل سوم: کاربرد نانوفناوری در کاتالیست‌ها: اصول عملکرد الکتروکاتالیست‌های نوری، کاربرد نانوذرات (TiO_2 در تجزیه آب و تولید هیدروژن ، تصفیه آلودگی‌های آلی خاک، رفع آلودگی‌های هواو تصفیه آب و پساب‌ها).

فصل چهارم: کاربرد نانو متخلخل‌ها: کاربرد آئروژل‌ها به عنوان عایق حرارتی و صوتی و الکترونیک، در جدا سازی و حذف آلاینده‌ها و تصفیه پساب‌ها، تولید و ذخیره انرژی، کاتالیست‌ها، حسگرها و مواد زیستی (وبگاه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۲).

نام درس: کاربرد فناوری نانو۲	تعداد واحد: ۳

فصل اول: کاربرد نانو فناوری در صنعت نفت: استفاده از نانو حسگرها در تعیین مکان دقیق مخازن و گازها در زیر زمین، لرزه نگارها و نمودارگیری دقیق از چاه، استفاده از نانو ذرات در جذب ذرات ریز سنگ‌های زیرزمینی، سیال‌های روان‌کننده و مشبک کردن کردن چاه‌های نفتی(مواد انفجاری)، استفاده از نانو ذرات و نانو پوشش‌های کامپوزیتی برای افزایش مقاومت مکانیکی و فیزیکی و افزایش مقاومت در برابر خوردگی و سایش، استفاده از نانو فیلترها در جذب سولفاتها و سایر یون‌ها از آب دریا و نمک از نفت، استفاده از نانوذرات در سیال حفاری بهبودیافته با ذرات نانو(NEDF) و استفاده از نانو رس در دوغاب سیمان حفاری، استفاده از نانوسورفکتانت‌ها برای بهبود عملیات استخراج و افزایش تولید نفت، استفاده از نانوژل‌های جاذب آب و نانوذرات مغناطیسی آب گریز برای جداسازی آب از نفت.

فصل دوم:کاربرد نانو فناوری در صنعت ساختمان: استفاده از نانوساختارهای کلسیم-هیدرات- سیلیکات (CHS) درسیمان، استفاده از نانو مواد، نانوکپسول‌ها در بتن برای

بهبود عملکرد آنها و استفاده از نانوپوشش‌ها در بتن، چوب و فولاد به عنوان عایق رطوبت، استفاده از نانوفوتوکاتالیست‌ها (TiO_2 در تصفیه‌کننده‌های هوا و سطوح آنتی باکتریال (کاشی و سرامیک) و شیشه‌های خودتمیزشونده (SCS)، کاربرد نانو ذرات در شیشه پنجره‌های هوشمند برای انعکاس امواج غیر مفید (تنظیم دمای منزل) و نانوسلول‌های خورشیدی نصب شده در سقف ساختمان برای تولید انرژی، استفاده از آیروژل‌ها در سقف و رنگ‌ها به عنوان عایق حرارت و رطوبت، استفاده از ذرات نانو رس به عنوان ضد آتش ، استفاده از نانو ذرات در تولید فولادهای مقاوم و پیچ و مهره‌های فولادی ضد سایش، استفاده از نانو روکش‌های مقاوم در برابر سایش و ترک خوردگی.

فصل سوم: کاربرد در صنعت خودرو: استفاده از نانو ذرات در لاستیک خودرو، روغن موتور و رنگ خودرو، استفاده از نانو روکش‌های ضد خراش و ضد خوردگی.

فصل چهارم: کاربرد نانوفناوری در برق، الکترونیک،کامپیوتر و انرژی: استفاده از نانوذرات و نانولوله‌ها در چاپگرها، نمایشگرهای نشر میدان، کوچک کردن ترانزیستورها (الکترونیک مولکولی)، کاربرد نانومواد در ماشین‌های نانوالکترومکانیکی (NEMSs)، کاربرد نانولوله‌ها در افزایش ظرفیت و سرعت شارژو دشارژ باتری، کاربرد نانو مواد در ذخیره سازی هیدروژن (پیل سوختی) و نیز تولید هیدروژن در پیل‌های فوتوالکتروشیمیایی، استفاده از نانو فناوری در تولید انواع حافظه (RAM, FLASH, CPU(CD، تراشه‌های خنک کننده و کامپیوترهای کوانتومی، استفاده از نانوذرات در آند باتری‌های قابل شارژ لیتیمی و نانولوله‌ها به عنوان جایگزین فیلامنت تنگستنی (لامپ‌های رشته‌ای)(وبگاه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۲).

نام درس: آزمایشگاه روش‌های سنتز نانو مواد	تعداد واحد: ۱

۱) ساخت نانومیله‌ها و نانو قرص‌های کبالت با استفاده از روش هیدروترمال .

۲) ساخت نانومیله‌ها و نانو قرص‌های کبالت در حضور سورفکتانت‌ها با استفاده از روش هیدروترمال.

۳) تهیه نانو اکسیدهای فلزی (روی، تیتانیوم، مس، آلومینیوم) با استفاده از روش هیدروترمال.

٤) رسم نمودارهای حلالیت مایسل‌ها بر حسب دما.

۵) تهیه میکروامولسیون‌های آب- روغن با سورفکتانت و بدون سورفکتانت.
٦) سنتز نانوذرات هالید نقره با استفاده از روش مایسل معکوس.
۷) تهیه نانوذرات آلیاژ فلزی $[Fe]^{2+}$ و $[Pt]^{2+}$با استفاده از احیاگر بور هیدرات در محیط مایسل معکوس.
۸) سنتز نانو اکسید فلزی (اکسید سیلیس، تیتانیوم، آلومینیوم) با روش سل- ژل با پیش ماده M(OR)m.
۹) سنتز نانوذرات فلزی (نیکل، مس، کبالت) با استفاده از احیا کننده هیدرازین یا بور هیدرات و روش رسوب‌گیری (صلواتی نیاسری و زینب ، ۱۳۸۸: ٤۰۰-۵۰).

نام درس: آزمایشگاه روش‌های اندازه گیری نانو مواد	تعداد واحد: ۱

دستگاه‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش در درس آزمایشگاه روش‌های اندازه‌گیری نانومواد عبارتند از:

X- ray, SEM, TEM, AFM, STM اما به دلیل گرانی و نبود امکانات در دانشگاه‌های کشور این آزمایش‌ها یا باید با مشارکت مراکز تحقیقاتی و استفاده از امکانات پیشرفته آنها انجام شود و یا باید آزمایش‌های جایگزینی طراحی شود مثلا آزمایش‌هایی با استفاده از دستگاه‌هایی مانند: UV-VIS, XRF, XRD, FTIR (مایرو دیگران، ۱۹٦۲: ۱۸۰-۱۷۳).

٤- بحث و نتیجه‌گیری:

پس از نظرسنجی در مورد درس‌های پیشنهادی، نتایج ذیل به‌دست آمد:

۱) همه محتواهای طراحی شده برای درس‌های روش‌های سنتز نانو مواد، اصول نانوفناوری، نانوزیست‌فناوری، روش‌های اندازه‌گیری نانومواد، کاربرد نانوفناوری (۱) و (۲) و نانوساختارها از دیدگاه پرسش شوندگان (اساتید و دانشجویان)، ضروری بودند و با اهداف پیشنهادی تطابق داشتند.

در این پژوهش در مرحله گردآوری اطلاعات و تنظیم اهداف و محتواهای درس‌های پیشنهادی برنامه درسی رشته نانوفناوری در چندین دانشگاه مورد بررسی

قرار گرفت. از جمله دانشگاه‌های: کپنهاگ[۱]، آمیتی[۲]، فلیندرز[۳]، لیدز[۴]، پریوال[۵]، صنعتی جواهر لعل نهرو[۶].

با توجه به برنامه‌های درسی رشته نانوفناوری در مقطع کارشناسی، در این دانشگاه‌ها به نظر می‌رسد قرار دادن درس‌هایی مانند: اصول نانوفناوری؛ روش‌های سنتز نانومواد؛ روش‌های اندازه گیری نانومواد؛ نانوساختارها؛ نانوزیست‌فناوری؛ آزمایشگاه سنتز؛ آزمایشگاه روش‌های اندازه‌گیری نانومواد (آزمایشگاه آنالیز) و کاربردهای نانوفناوری در مقطع کارشناسی مهم و مفید باشد.

در دانشگاه لیدز بعضی از محتواهایی که در برنامه درسی رشته فناوری نانو در مقطع کارشناسی ارائه شده، از این قرار است: تعریف فناوری نانو و اصول و مقدمات آن، خواص نانومواد و تأثیر اندازه بر این خواص، شرح کاربردهای مفید فناوری نانو، روش‌های ساخت نانومواد (سنتز) و توجه به مسائل اجتماعی و اخلاقی در فناوری نانو (وبگاه دانشگاه لیدز، ۲۰۱۳). با توجه به این عنوان‌ها، در این پژوهش نیز به اصول فناوری نانو، روش‌های سنتز ،کاربردهای نانوفناوری و نانوساختارها توجه شده است.

محبوب آدین راج در مقاله خود به ادغام فناوری نانو در برنامه درسی مهندسی در مقطع کارشناسی پرداخته و ارائه سه درس در دوره کارشناسی مهندسی را پیشنهاد کرده است (آدین،۲۰۰۱: ۳). وی در درس نانوفناوری (۱) که دوره‌ای مقدماتی است به نانو در جهان ماکروسکوپی و میکروسکوپی، خواص نانومواد و همچنین نانو در مباحث بیولوژیکی از جمله "DNA و RNA"، ژن، سلول، بیوسنسورها و مهندسی ژنتیک پرداخته است. با توجه به محتوای دوره فناوری نانو (۱)، ملاحظه می‌شود که درس اصول فناوری نانو و نانوزیست‌فناوری پیشنهادی در این پژوهش، مطابقت زیادی با این دوره دارد و در فناوری نانو (۲) به سنتز، پردازش و ساخت نانوساختارها و نانوسیستم‌ها و همچنین به سیستم‌های میکروالکترونیکی(MEMS) پرداخته شده است که محتوای درس پیشنهادی روش‌های سنتز نانومواد تطابق زیادی با این دوره دارد. در فناوری نانو (۳) به طراحی، آنالیز و شبیه سازی نانو ساختارها و نانوابزارها پرداخته است. محتوای

---

1. Copenhagen
2. Amity
3. Flinders
4. Leeds
5. Periyal
6. Jawahrlal Nehru Technological

درس پیشنهادی روش‌های اندازه‌گیری نانومواد، همخوانی زیادی با محتوای در نظر گرفته شده در این دوره دارد.

از سویی ملکی معتقد است که بعضی از مفاهیم، اساسی و مبنایی هستند و بعضی از آنها بر محور این مفاهیم اساسی شکل گرفته‌اند. برنامه درسی باید بتواند یادگیرندگان را با مفاهیم اساسی رشته علمی آشتی دهد (ملکی،۱۳۸٤: ۱۲٤). لذا قرار دادن درس‌های پایه‌ای مانند سنتز، آنالیز، اصول نانوفناوری و همچنین آزمایشگاه‌های سنتز و آنالیز مهم و ضروری است.

۲) بین دیدگاه اساتید، دانشجویان دکتری و دانشجویان کارشناسی ارشد، در ضرورت محتوای طراحی شده در تمامی اهداف درس‌های پیشنهادی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، به جز موارد زیر که دیدگاه متفاوت بود:

- روش آلیاژسازی و آسیاکاری مکانیکی از درس روش‌های سنتز نانو مواد.
- تاریخچه کشف، سیر تحول فناوری نانو، عدد جادویی در نانو خوشه‌ها و تأثیر اندازه ذرات بر کاهش نقطه ذوب از درس اصول نانوفناوری.
- میکروسکوپ‌های نوری پیشرفته از درس روش‌های اندازه‌گیری نانومواد.
- استفاده از مایسل‌ها، لیپوزوم‌ها، نانوپلیمرها، دندریمرها ، اتوزم‌ها و نانوذرات مغناطیسی در دارورسانی، استفاده از نانو ذرات مغناطیسی در تصویربرداری پزشکی و استفاده از نانو ذرات در درمان سرطان از درس کاربرد نانوفناوری (۱).
- استفاده از نانو حسگرها در تعیین مکان دقیق مخازن و گازها در زیر زمین، لرزه‌نگارها و نمودارگیری دقیق از چاه از درس کاربرد نانوفناوری (۲)
- نانوساختارهای خودآرا و لایه‌های نازک از درس نانوساختارها.

به عنوان مثال دربارهٔ روش آلیاژسازی و آسیاکاری مکانیکی از درس روش‌های سنتز نانو مواد نظر پاسخ‌دهندگان در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری با نظر اعضای هیأت علمی متفاوت بود. بیشتر پاسخ‌دهندگان در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری با بودن این محتوا موافق بودند اما اساتید، وجود این محتوا را بیشتر ضروری می‌دانستند. شاید به این دلیل که اساتید با دانش بالاتر، می‌دانند که این روش، از روش‌های رایج و کم هزینه است و بیشتر با موارد کاربرد این روش سنتز، در مقیاس صنعتی آشنا هستند و امکان جذب فارغ‌التحصیلان و اشتغال آنها در کارخانه‌ها بیشتر است. اما در نهایت همه

پاسخ‌دهندگان (اساتید، دکتری، کارشناسی ارشد) در مورد اهمیت این محتوا اتفاق نظر داشتند.

۳) بین دیدگاه اساتید با سوابق کاری مختلف در ضرورت محتوای طراحی شده برای اهداف درس‌های پیشنهادی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در مورد نانوساختارهای خودآرا، این تفاوت معنی‌دار بود.

به نظر می‌آید که مبحث خودآرایی در نانوساختارها برای دوره کارشناسی دشوار است لذا نظر اساتید با سابقه نسبت به اساتید با سابقه زیر ده سال تا حدودی متفاوت بود. تقریبا همهٔ اساتید با سابقهٔ زیر ده سال با بودن این مبحث بسیار موافق بودند، در حالی که اساتید با سابقه تدریس بالا موافقت کمتری داشتند. اساتید با سابقه تدریس بالا نگران سطح ورودی دانشجویان و دشواری محتوی ارائه شده بودند اما اساتید جوان تمایل داشتند که مطالب روزآمد و جدید به دانشجویان آموزش داده شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. اگرتون، ری (۲۰۰۵). *اصول فیزیکی میکروسکوپی الکترونی*؛ ترجمه محمدرضا اطمینان‌فر و محمود علی اف خضرایی، تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.

۲. پول، چارلز پی. و اونسز، فرانک جی. (۱۳۹۰). *مقدمه‌ای بر نانو فناوری*؛ ترجمه نیما تقوی نیا. تهران: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه شریف.

۳. سجادی، کبری (۱۳۹۰). *طراحی اهداف و محتوای آموزشی برنامه درسی نانوفناوری برای دوره کارشناسی شیمی و فیزیک*. پایان نامه کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

٤. سیم‌چی، عبدالرضا (۱۳۸۷). *آشنایی با نانو ذرات*. مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

۵. صلواتی نیاسری، مسعود و زینب فرشته (۱۳۸۸). *نانو شیمی*. ویرایش دوم. تهران: انتشارات سخنوران.

٦. فعال پارسا، علی (۱۳۸٦). *فناوری نانو چیست*. مشهد: بین النهرین.

۷. مایر، ارنست؛ هیوگ، هانس یوزف،و بئویتس، رولاند (۱۹٦۲). *میکروسکوپ پروبی رویشی*؛ ترجمه علیرضا ذوالفقاری (و دیگران). تهران: انتشارات پیک نور.

۸. ملکی، حسن (۱۳۸٤). *برنامه‌ریزی درسی: راهنمای عمل* (ویرایش هفتم). مشهد: انتشارات پیام اندیشه.

۹. نهاد ریاست جمهوری؛ ستاد ویژه فناوری نانو، http://edu.nano.ir، تاریخ دسترسی بهمن ماه ۱۳۹۲.

۱۰. وبگاه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو؛ باشگاه نانو (۱۳۹۱). *مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو*. تهران: انتشارات کوچک آموز.

11. Barakat, N. & Jiao. (2011). Nanotechnology Integration to enhance Undergraduate Engineering Education.*1st World Engineering Education Flash Week (WEE2011)*, (pp. 623-630). September 27-30, 2011, Lisbon, Portugal.

12. Chen, T. L.; Liu, Y. L.; Yueh, H. P. & Sheen, H. J. (2010). Identifying the Threshold Concept of Learning Nano-Science and Nano-Technology in Material Engineering by Curriculum Map. *International Journal of Technology and Engineering Education, 7 (3)*, 25-32.

13. Choudhury, J.; Rawat, K.; Seetharaman, G. & Massiha, G. (2003). Initiating a program in nanotechnology through a structured curriculum.*International Conference on MicroelectronicsSystems Education*, (pp. 104-105). 1-2 June 2003, Anaheim, California.

14. http://www.nece.ctc.pucrio.br/blog5/file.axd?file=2012%2F4%2FIJEE_paper_2011.pdf, accessed June 23, 2013.
15. Leeds University, www.engineering.leeds.ac.uk/undergraduate/nanotechnology. , accessed June, 22, 2013.
16. Lyshevski, S. E. et al (2006). Multidisciplinary undergraduate Nano-science, Engineering and Technology Coursein Nanotechnology, *IEEE-NANO 2006 Sixth IEEE Conference*,(pp. 399-402). 17-20 June, 2006, Ohio, USA.
17. Mendelson, M.; Kuleck, G.; Sanny, J.; Bulman, J.; Roe, J.; RafiqNoorani, N. & Stupar, J. (2004). Teaching and Evaluating a New Nanotechnology Undergraduate Course, *Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition .Session 1464*, (pp. 1-8).
18. Uddin, M. & Chowdhury, A. R. (2001). Integration of nanotechnology into the undergraduate engineering curriculum. *International Conference on Engineering Education, 8*, 6-9.
19. Waldron, A. M.; Spencer, D. & Batt, C. A. (2006). The current state of public understanding of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*. 8 (5) 569-575.
20. Wansom, S.; Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., & Bodner, G. (2009). A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education, 25* (3), 615.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی