

عنوان آزمایشگاه تحقیقاتی: تشدید فرآیندها



## تشدید فرآیندها، اهداف و ضرورت‌ها

تشدید فرآیندها یک استراتژی جدید برای دستیابی به مزایای قابل توجه در فرآیندهای مختلف صنعتی است. اساس این استراتژی کاهش حجم تجهیزات و کوچک‌سازی فرآیندهای تولید و فراورش مواد در نتیجه‌ی استفاده از تکنولوژی‌های نوین می‌باشد. نتیجه این امر افزایش ایمنی، کاهش مصرف انرژی و به حداقل رساندن محصولات جانبی زائد است. در حقیقت تشدید فرآیندها با کاهش هزینه‌های فرآیندی، جلوگیری از واکنش‌های ناخواسته، انتقال بهتر جرم، حرارت و مومنتوم سبب پیشرفت در بازدهی فرآیند و سود دهی اقتصادی می‌گردد. استفاده از این استراتژی، منجر به فرآیندی ارزان‌تر می‌شود که ناشی از کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری به دلیل تجهیزات فشرده (کاهش لوله‌کشی، تجمع واحدهای فرآیندی)، کاهش مصرف مواد خام به دلیل افزایش بازده (گزینش پذیری)، کاهش هزینه‌های مربوط به واحدهای تامین انرژی صنایع به دلیل راندمان بالاتر انرژی و کاهش پساب‌های صنعتی به دلیل تولید مواد زائد کمتر در واحدهای فرآیندی می‌گردد. این مزایا می‌تواند فرصت‌های جدیدی را در اختیار سرمایه‌گذاران بخش‌های مختلف صنعتی قرار دهد. امروزه در اکثر شرکت‌های صنعتی، سرمایه‌گذاران علاوه بر تمایل به کاهش هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌گذاری به دنبال بهینه‌سازی فرآیندها برای برتری عملیاتی و تولید محصولات با کیفیت بالاتر جهت رقابت در بازارهای ملی و بین‌المللی هستند. استفاده از تشدید فرآیندها جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش راندمان راه مناسبی برای متقاعد کردن سرمایه‌گذاران است که با استفاده از تکنولوژی‌های نوین در زمینه تشدید فرآیندها، بتوانند رشد اقتصادی قابل ملاحظه‌ای داشته باشند. این امر با دستیابی به یک تکنولوژی پایدار و با صرفه و مدیریت هزینه‌ها میسر خواهد بود. وجود ذخایر عظیم ملی و منطقه‌ای در حوزه‌های نفت، گاز، معادن، منابع آب، کشاورزی و گیاهان دارویی ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین را جهت بهره‌برداری موثر و کارآمد به خوبی نشان می‌دهد. در بسیاری از صنایع استفاده از تکنولوژی‌های مرسوم و قدیمی نه تنها هزینه‌های زیادی را به واحدها تحمیل می‌کند بلکه این فرآیندهای متداول راندمان عملیاتی بالایی نداشته و عمدتاً منجر به هدر رفت مواد اولیه، مصرف انرژی بالا و تولید مواد زائد می‌شوند. با توجه به محدود بودن منابعی مانند نفت، گاز، آب و معادن، لزوم مدیریت تولید و فرآوری در این حوزه‌ها به شدت احساس می‌شود. لذا در صورت استفاده از فرآیندهای متداول و قدیمی اقتصاد ملی مورد تهدید واقع می‌گردد. زیرا از یکسو استخراج، تولید و فراورش این ذخایر ملی با هزینه‌های زیاد صورت می‌گیرد و از سوی دیگر روش‌های مرسوم قادر به تولید، تبدیل و فرآوری موثر و با کیفیت مواد مورد نظر نیستند. لذا بکارگیری فناوری‌های نوین در این زمینه می‌تواند نقش بسیار مهمی در افزایش راندمان عملیاتی، کاهش هزینه‌های تولیدی، افزایش تولید ملی و کاهش وابستگی به محصولات و تولیدات خارجی داشته باشد. تشدید فرآیندها می‌تواند در این زمینه مورد توجه قرار گیرد. زیرا اهداف اصلی تشدید فرآیندها استفاده از تکنولوژی‌های جدید به جای روش‌های متداول و قدیمی جهت افزایش بازدهی عملیاتی و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری جهت رسیدن به یک رشد اقتصادی موثر است. یکی از سطوح تشدید فرآیندها مربوط به طراحی تجهیزات است. این تجهیزات جهت تولید، اختلاط، افزایش نرخ انتقال حرارت و انتقال جرم مورد استفاده قرار می‌گیرند. طراحی این تجهیزات به گونه‌ای است که در مقایسه با دستگاه‌های متداول در صنعت، بسیار کوچک‌تر، فشرده‌تر، ایمن‌تر و دارای راندمان بالاتری هستند. از این تجهیزات می‌توان در بخش‌های مختلف صنایع استفاده کرد. در بخش‌های نفت، گاز و پتروشیمی می‌توان با طراحی کارآمدتر برج‌های تقطیر، ستون‌های جذب گاز و راکتورهای تولید مواد شیمیایی، راندمان واحدها را بسیار بالا برد. در زمینه‌های زیست محیطی نیز می‌توان با ساخت تجهیزاتی بر پایه فناوری‌های نوین فرآیندهای تصفیه هوا، آب و پساب و رفع آلودگی‌های خاک را تشدید کرد. همچنین می‌توان با طراحی خشک‌کن‌هایی که از طراحی‌های جدید و یا فناوری‌های پیشرفته بهره می‌برند در زمینه استخراج و بهره‌برداری از گیاهان دارویی استفاده کرد. از دیگر سطح‌های تشدید فرآیند، استفاده از روش‌های جدید در کنار طراحی تجهیزات است. استفاده از منابع انرژی جایگزین از جمله نور، اولتراسونیک و مایکروویو می‌تواند سبب تشدید فرآیندها شود. همچنین تشدید فرآیندها می‌تواند با بهره‌بردن از مزایای علوم جدید مانند فناوری‌های نانو تکنولوژی و بیوتکنولوژی سبب افزایش بازدهی یک واحد عملیاتی در مقیاس صنعتی شود. طراحی مبدل‌های حرارتی بر پایه نانو سیالات، مورد استفاده در کارخانجات و صنایع مختلف تولیدی از جمله این توانمندی‌ها است. استفاده از تجهیزاتی که بر اساس فناوری‌های نوین طراحی می‌شوند، سبب خواهد شد که فرآیند مربوطه با راندمان بسیار بالاتری نسبت به تجهیزات متداول عمل کند. وجود فرصت‌های سرمایه‌گذاری در کشور به دلیل دارا بودن ذخایر عظیم نفت و گاز، معادن، منابع آب و گیاهان

دارویی ضرورت استفاده از فناوری‌های جدید را جهت استفاده در این حوزه به خوبی نشان می‌دهد. از آن جا مبنای استفاده از یک روش یا طراحی جدید را مطالعات علمی ارزیابی می‌کند، لذا ایجاد یک مرکز مطالعاتی مانند راه‌اندازی آزمایشگاه در زمینه مربوطه، ضروری می‌باشد. این امر می‌تواند به افزایش راندمان اقتصادی و بازدهی عملیاتی و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و تولید کمک شایانی کند و تمایل سرمایه‌گذاران را به سرمایه‌گذاری در این بخش‌ها افزایش دهد. بنابراین آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها جهت مطالعه و تحقیق در مورد استفاده از فناوری‌ها و تجهیزات نوین در این زمینه بسیار حائز اهمیت خواهد بود و می‌تواند نقش مهمی در طراحی، بهره‌برداری و بهینه‌سازی فرآیندهای مختلف صنعتی ایفا کند.

**مدیر آزمایشگاه : دکتر محمود رضا رحیمی**

کلیه تجهیزات زیر در این آزمایشگاه طراحی و ساخته شده‌اند.

**تجهیزات آزمایشگاه:**

### **۱-راکتور فوتوکاتالیستی بستر چرخشی برای تصفیه پساب**

راکتور فوتوکاتالیستی بستر چرخشی یک ایده نوین می‌باشد که به عنوان یک راه حل جایگزین برای فرآیندهای متداول به ویژه در زمینه تصفیه پساب استفاده می‌شود. در این راکتور از تابش نور مرئی حاصل از LED آبی به عنوان منبع نور جهت فعال شدن کاتالیست استفاده می‌کند که بی خطر بوده، مصرف برق بسیار پایین و طول عمر بالایی دارد. در این راکتور، با چرخش یک بستر متخلخل، میدان گریز از مرکز بسیار قوی در راکتور تولید شده که سبب افزایش نرخ انتقال جرم و در نتیجه دست یافتن به راندمان حداکثری در تصفیه پساب می‌شود. در طراحی این راکتور نیاز به سیستم سرمایشی نبوده و لذا در هزینه‌های ساخت، تعمیر و نگهداری صرفه‌جویی زیادی می‌شود. با طراحی سیستم تامین نور LED به جای لامپ‌های فرابنفش متداول، علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، سازگاری زیست محیطی نیز حاصل می‌شود. نتیجه‌ی توزیع نور یکنواخت در کنار نرخ انتقال جرم بالا، رسیدن به یک راندمان حداکثری در تصفیه پساب است که راکتور فوتوکاتالیستی بستر چرخشی را نسبت به سایر تجهیزات مشابه متمایز می‌کند. استفاده از این راکتور سبب کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی شده و با راندمان بالایی که دارد، می‌تواند در فرآیندهای تصفیه پساب مورد استفاده قرار گیرد. در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیند از این راکتور به صورت موفقیت آمیزی در جهت پساب‌های حاوی سموم و رنگ‌ها استفاده شده است.



## ۲- راکتور فوتوکاتالیستی دیسک چرخشی برای تصفیه پساب دارویی

راندمان پایین راکتورهای فوتوکاتالیستی متداول در تصفیه پساب عموماً به دلیل عدم وجود نرخ انتقال جرم کافی بین ذرات فوتوکاتالیست و آلاینده‌ها و همچنین عدم توزیع نور کافی در راکتور جهت فعال شدن سطوح کاتالیست می‌باشد. این راکتورها از نور فرابنفش جهت فعالیت کاتالیست استفاده می‌کنند. نور فرابنفش قدرت زیادی داشته و لذا گرمای زیادی تولید می‌کند. لذا باید هزینه زیادی را جهت تأمین سیستم سرمایشی راکتور و دفع گرمای تولید شده صرف کرد. همچنین تولید نور فرابنفش به دلیل اثرات زیان‌باری که برای انسان و محیط زیست دارد، از لحاظ زیست‌محیطی قابل توجیه نیست. برای رفع این محدودیت‌ها یک راکتور فوتوکاتالیستی دیسک چرخشی بر مبنای تابش نور آبی LED طراحی و ساخته شده است که هم با بکارگیری میدان گریز از مرکز و افزایش نرخ انتقال جرم سبب بالارفتن راندمان تصفیه پساب می‌گردد و هم با جایگزینی نور LED به جای نور فرابنفش باعث صرفه جویی اقتصادی و کاهش خطرات زیست‌محیطی می‌شود. انتخاب یک بستر مناسب با محل‌های اتصال واقع در سطح ماتریس کاتالیزور برای واکنش فوتوکاتالیستی بسیار مهم است. بنابراین در طراحی این راکتور دیسک چرخشی از جنس سرامیک انتخاب شده است. در آزمایشگاه تحقیقاتی شدید فرآیند از این راکتور به صورت موفقیت آمیزی در جهت پساب‌های دارویی استفاده شده است.





### ۳- دستگاه بستر آکنده دوار برای حذف دی اکسید کربن و ترکیبات آلی فرار

با استفاده از این دستگاه می توان با مصرف کمتر ماده اولیه جاذب، دی اکسید کربن و ترکیبات آلی فرار را با راندمان بسیار بالایی حذف کرد. با اعمال یک میدان گریز از مرکز که توسط چرخش بستر حاصل می گردد، فرآیند اختلاط و انتقال جرم تشدید شده و سبب حذف حداکثری دی اکسید کربن می شود. این دستگاه با توجه به اندازه و حجم کوچک و وزن بسیار کمتری که نسبت به سایر تجهیزات متداول در صنعت دارد، از نظر هزینه سرمایه گذاری و هزینه های عملیاتی بسیار مقرون به صرفه می باشد و با توجه به بکارگیری نیروی گریز از مرکز در عملیات جداسازی، راندمان بالاتری نسبت به تجهیزات پیشین دارد.



### ۴- دستگاه حذف دی اکسید کربن با استفاده از نانو ذرات

نانو سیالات کلاس جدیدی از سیالات هستند که با پراکنده ساختن مواد در مقیاس نانومتر (نانوذره، نانو فیبر، نانو لوله، نانو صفحه و یا قطرات) در یک سیال پایه ساخته می شوند. در روش جذب توسط حلال معمولاً از محلول های آمین جهت جذب دی اکسید کربن استفاده می شود. این محلول ها دارای ظرفیت خاصی در جذب دی اکسید کربن هستند. با اضافه کردن ذرات نانو به حلال پایه و تولید نانوسیال می توان ظرفیت جذب مورد را افزایش داد. در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها با ساخت نانوسیالات مناسب و استفاده از آن ها در یک برج جذب پر شده، فرآیند جذب دی اکسید کربن با راندمان بسیار بالایی صورت پذیرفته است. بخشی از دستگاه در شکل زیر نمایش داده شده است.



#### ۵- دستگاه مبادله گر (مبدل) حرارتی بر پایه نانوسیالات

مبدل‌های حرارتی کاربرد وسیعی در صنایع مختلفی از جمله صنایع هسته‌ای، تولید بخار، سیستم‌های بازیافت گرما، صنایع غذایی و سیستم‌های خنک‌کننده در فرآیندهای نفت و گاز دارند. برای افزایش راندمان و کاهش هزینه‌های عملیاتی، طراحی و ساخت این تجهیزات بر پایه استفاده از نانو ذرات در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها صورت گرفته است که نتایج حاصله نشان از توان مناسب این تجهیزات برای جایگزینی با دستگاه‌های متداول و کم بازده دارد که این امر به دلیل استفاده از نانوذرات است که سبب تشدید فرآیند انتقال حرارت می‌شود.



## ۶- خشک کن بستر سیال ارتعاشی

خشک کن‌ها از جمله تجهیزات مهم و بنیادی در بسیاری از صنایع از جمله صنایع غذایی، دارویی و کشاورزی هستند. در بسیاری از فرآیندها مانند تولید گیاهان دارویی، کیفیت خشک کردن بر روی کارایی دارو اهمیت بسیاری دارد. در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها با طراحی و ساخت خشک کن بستر سیال ارتعاشی، فرآیند خشک کردن گیاهان دارویی به صورتی کارآمد انجام شده است.



## ۷- دستگاه بستر سیال با توزیع کننده دوار

یکی از تجهیزاتی که طی آن ذرات جامد جهت انجام فعل و انفعالات شیمیایی یا فیزیکی در داخل جریانی از سیال تحت فشار قرار می‌گیرد دستگاه بستر سیال است که در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها طراحی و ساخته شده است. در این دستگاه با طراحی صفحات توزیع کننده با آرایش‌های گوناگون به مطالعه تاثیر نوع آرایش سوراخ‌های صفحه توزیع کننده دوار و هیدرودینامیک جریان جامد و هوا درون بستر سیال شده تحت تاثیر دوران صفحه توزیع کننده هوا پرداخته شده است که دستگاه عملکرد مناسبی از خود نشان داده است.



## ۸- تجهیزات جانبی

تجهیزات و دستگاههای مورد نیاز شامل حمام آب، ترازوی دیجیتال با دقت ۰,۰۰۱ گرم، حمام التراسونیک و ترازو رطوبت سنج در آزمایشگاه وجود دارد.

**قابلیتها و پتانسیلهای آزمایشگاه در انجام پروژه های تحقیقاتی و اجرایی:**

### چشم انداز توسعه

آزمایشگاه تشدید فرآیندها، با بکارگیری فناوریهای نوین می تواند برای نوسازی و رفع ایرادات عملیاتی، افزایش راندمان و کاهش هزینه های فرآیندهای مختلف و به حداقل رساندن ضایعات و پسماندها بکار گرفته شود. چشم انداز توسعه آزمایشگاه تشدید فرآیندها برای فرآیندهای مهم و متنوع به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

### ۱- فعالیت در حوزه نفت و گاز

ذخایر نفت و گاز به دلیل استفاده های فراوان در صنایع مختلف به عنوان سوخت و یا ماده اولیه در بخش های مختلف تولیدی، این منابع را به عنوان یک منابع استراتژیک در سطح ملی و بین المللی مطرح کرده است. تولید و بهره برداری موثر و بهینه از این منابع نقش مهمی در مدیریت کلان کشوری دارد. استفاده از فناوری های نوین در حوزه استخراج، بهره برداری و فراورش می تواند از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت باشد.



آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها با پژوهش‌های مختلف می‌تواند اقداماتی را در این راستا به انجام برساند که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

- ۱- مطالعه و طراحی راکتورها و برج‌های جذب پالایشگاهی با حجم و اندازه کوچک‌تر و راندمان بالاتر
- ۲- طراحی و ساخت مبدل‌های حرارتی مورد استفاده در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
- ۳- مطالعات در مورد بکارگیری فناوری نانو جهت تشدید فرآیندهای مختلف در صنایع نفت و گاز
- ۴- مطالعات کاهش اندازه و هزینه‌های عملیاتی، بهبود راندمان و کاهش پسماند فرآیندها

## ۲- فعالیت در حوزه آب و پساب

آب از مهم‌ترین عوامل توسعه انسانی و اقتصادی یک سرزمین به شمار می‌رود. تنها دو درصد از کل آب موجود جهان به عنوان منابع آب شیرین به حساب می‌آید. بنابراین ضرورت استفاده صحیح از آب و جلوگیری از ورود پساب‌های مختلف صنعتی امری انکار نشدنی است. به دلیل وجود برخی از واحدهای صنعتی، پساب‌های مختلفی به منابع آب سطحی و زیر زمینی وارد شده که این پساب‌ها سبب ایجاد خطرات زیست محیطی زیادی می‌شوند. تصفیه این پساب‌ها می‌تواند بسیار مورد توجه قرار گیرد. در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها، می‌توان با استفاده از فرآیندهای نوین در این زمینه اقداماتی را انجام داد، به عنوان مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- مطالعه موردی در مورد منابع آلاینده و تلاش در جهت ارائه راهکارهای مناسب با منبع آلودگی
- ۲- آنالیز مواد مختلف آلاینده و تعیین مقدار و درصد هریک از ترکیبات آلاینده
- ۳- ارائه روش‌های کارآمد جهت تصفیه آب و پساب
- ۴- طراحی و ساخت تجهیزات مختلف بر پایه فناوری‌های نوین جهت تصفیه پساب

## ۳- فعالیت در حوزه زیست محیطی

امروزه با گسترش صنایع مختلف، آلاینده‌های متنوعی به محیط نشر پیدا می‌کند. برخی از این آلاینده‌ها مانند دی‌اکسید کربن به اتمسفر انتشار یافته و موجب گرم شدن کره زمین و خطرات زیست محیطی می‌شود. نمونه‌ای دیگر از آلاینده‌ها از نوع مایع یا جامد بوده که به سادگی تخریب نمی‌شوند. این ترکیبات با ورود به محیط، خطرات زیادی را به همراه دارند. ارائه یک راهکار مناسب جهت حذف این ترکیبات پیش از انتشار به محیط می‌تواند کمک بزرگی به محیط زیست نماید. در آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها این مساله می‌تواند با انجام پژوهش‌های زیر مورد مطالعه قرار گیرد.

- ۱- طراحی و ساخت فیلترهای مختلف جهت حذف گازهای خروجی از کارخانجات صنعتی
- ۲- حذف دی‌اکسید کربن از فرآیندهای شیرین‌سازی گاز
- ۳- مطالعه در مورد آلاینده‌های خاک و ارائه راهکارهای موثر در این زمینه

## ۴- فعالیت در حوزه گیاهان دارویی

با توجه به وجود گونه‌های متنوع دارویی در کشور، آب و هوا و بهره برداری اقتصادی از این گیاهان ارزشمند بسیار ضروری است. تولید داروهای گیاهی در مقیاس صنعتی نیازمند مطالعه و ساخت تجهیزاتی است که بتواند تولید این داروها را از نظر اقتصادی توجیه کند. در آزمایشگاه

تحقیقاتی تشدید فرآیندها، می‌توان با آنالیز، استخراج و شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان دارویی مختلف و همچنین طراحی و ساخت تجهیزاتی جهت انجام عملیاتی مانند خشک کردن و پیش فرآوری، در این زمینه پژوهش‌های کارآمدی را به انجام رساند. این تحقیقات می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱. طراحی و ساخت تجهیزات خشک کردن و پیش فرآوری مواد دارویی
۲. طراحی و ساخت تجهیزات نوین بر پایه ی تکنولوژی های موجود و جدید
۳. به حداقل رساندن چرخه ی تولید محصول (از ایده تا محصول نهایی)

#### ۵- فعالیت در حوزه انرژی‌های نو

استفاده از منابع انرژی جایگزین یکی از ضروریات جهان امروز می‌باشد. کاهش سوخت‌های فسیلی از یکسو و پدیده گرم شدن زمین ناشی از مصارف این سوخت‌ها از سوی دیگر، زندگی بشر را با یک تهدید جدی مواجه کرده است. شناسایی و استفاده از منابع انرژی جایگزین راه حل کاهش این نگرانی‌ها می‌باشد. انرژی‌های پاک مانند نور خورشید، باد و انرژی حاصل از امواج نمونه‌ای از فعالیت‌های بشر در این راستا می‌باشد. آزمایشگاه تحقیقاتی تشدید فرآیندها می‌تواند در این زمینه فرصت مطالعاتی مناسبی را به صورت فعالیت‌های زیر ایجاد کند:

- ۱- طراحی و ساخت سلول‌های خورشیدی بر پایه فناوری نانو
- ۲- مطالعه برای تولید سوخت‌های زیستی
- ۳- پژوهش در زمینه پیل‌های سوختی سازگار با محیط زیست
- ۴- مطالعه کاربرد انرژی های نو در صنایع بر پایه ی تشدید عملیات مربوطه

پروژه های انجام شده در این آزمایشگاه:

### عنوان و مشخصات پروژه و پایان نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری، و تجهیزات مربوطه

(تحت راهنمایی جناب آقای دکتر محمود رضا رحیمی)

#### الف: مقطع دکتری

ردیف	نام و نام خانوادگی	عنوان پایان نامه	عنوان دستگاه	استاد مشاور
۱	سلیمان مصلح	تشدید فرآیند تخریب فوتوکاتالیستی در تصفیه پساب با استفاده از بستر آکنده دوآر	راکتور فوتوکاتالیستی بستر آکنده دوآر	دکتر مهرآورنگ قایدی، دکتر شاکر حاجتی
۲	سحر زمانی	تشدید فرآیند تخریب فوتوکاتالیستی تصفیه پساب بیمارستانی با استفاده از راکتور فوتوکاتالیستی دیسک چرخشی	راکتور فوتوکاتالیستی دیسک چرخشی	دکتر مهرآورنگ قایدی

دکتر کریمی	خشک کن پاششی	یک روش جدید جهت خالص سازی آب دفعی حاصل از کارخانجات نمک زدایی نفت خام با استفاده از خشک کن پاششی	محمد رزاقیان	۳
دکتر مهرورنگ قایدی	غشاء	مطالعه تجربی و تیوری کنترل رهایش دارو و مواد شیمیایی کشاورزی از اکسید آلومینیوم آندی	روح الله فضلی	۴

### ب: مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام و نام خانوادگی	عنوان پایان نامه	عنوان دستگاه	استاد مشاور
۱	سلیمان مصلح	مطالعه تجربی و شبیه سازی فرآیند جذب دی اکسید کربن با استفاده از بستر آکنده دوآر	دستگاه بستر آکنده دوآر	دکتر هجیر کریمی
۲	فریبا زارعی	مطالعه تجربی ضریب انتقال جرم، افت فشار فاز گاز و سطح موثر انتقال جرم در برج های آکنده دوآر و معمولی با استفاده از آکنه های مختلف	دستگاه بستر آکنده دوآر	دکتر مهرورنگ قایدی
۳	رقیه زمانی	بررسی تجربی خشک کردن برخی گیاهان دارویی در خشک کن بستر سیال ارتعاشی	خشک کن ارتعاشی	دکتر اصغر لشنی زادگان
۴	مسعود نیکبخت	مطالعه آزمایشگاهی احتراق زغال سنگ در کوره بستر سیال حبابی	کوره بستر سیال حبابی	دکتر هجیر کریمی
۵	مهرداد کیانی	مطالعه تجربی جداسازی و اختلاط ذرات جامد در بستر سیال شده	دستگاه بستر سیال شده	دکتر سید حسین حسینی
۶	بهنام جعفری	حذف دی اکسید کربن با استفاده از نانوسیالات در بستر آکنده دوآر	دستگاه بستر آکنده دوآر	دکتر مهرورنگ قایدی
۷	مهوش ابوالحسن بیگی	بررسی کارایی نانو ذرات فلزی در عملیات متناوب گرمایش و سرمایش	دستگاه مبدل حرارتی	دکتر هجیر کریمی
۸	سمانه جلالی	بررسی تجربی فرآیند جذب سطحی و تخریب فوتوکاتالیستی در حذف رنگ ها	-	دکتر مهرورنگ قایدی
۹	مریم جعفری	ساخت برج جذب سطحی در مقیاس پایلوت برای حذف آلودگی های رنگی و سموم	برج جذب سطحی	دکتر مهرورنگ قایدی

دکتر وحید مددی	خشک کن بستر سیال	مطالعه‌ی تجربی و مدل‌سازی چروکیدگی زئالک در یک خشک کن بستر سیال	الهام فرزبان	۱۰
دکتر هجیر کریمی	بستر سیال حبابی	مطالعه تجربی بستر سیال حبابی با صفحه توزیع کننده دوار	زهرا ضرغامی	۱۱
دکتر هجیر کریمی	کوره بستر سیال حبابی	مطالعه‌ی آزمایشگاهی و شبیه‌سازی محفظه‌ی احتراق زغال سنگ با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی و موازنه‌ی جمعیت	جواد صفایی	۱۲
دکتر وحید مددی	دیش خورشیدی	طراحی ساخت و تحلیل اگزوزی یک سامانه هوا گرمکن غیر مستقیم با استفاده از یک جمع کننده ی متمرکز کننده دیش خورشیدی	فهیمة کنعانی	۱۳

لیست دانش آموختگان ممتاز و سرآمد از نظر علمی و صنعتی

- ۱- سلیمان مصلح، دانشجوی دکتری فارغ التحصیل سال ۱۳۹۶
- ۲- فضل اله زارعی کردشولی، دانشجوی دکتری فارغ التحصیل سال ۱۳۹۷
- ۳- نرجس ستوده، دانشجوی دکتری فارغ التحصیل سال ۱۳۹۸
- ۴- سید جلیل پورمحمدیان، دانشجوی دکتری فارغ التحصیل سال ۱۳۹۸