

جایگاه کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی

صادق مطهر^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۶

DOI: 10.22047/ijee.2024.441441.2052

چکیده: این مقاله به بررسی نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی پرداخته است و بر اهمیت گنجاندن مهارت‌های کارآفرینی در برنامه درسی تأکید می‌کند. با توجه به چالش‌های جهانی مرتبط با انرژی پایدار، کارآفرینی به عنوان عاملی کلیدی در توسعه فناوری‌های نوآورانه در بخش انرژی شناخته می‌شود. این مقاله به موانع و چالش‌های ادغام کارآفرینی در برنامه‌های آموزشی مهندسی انرژی می‌پردازد و نیاز به اصلاحات در برنامه درسی، تقویت همکاری با صنعت و استفاده از منابع مناسب برای ترویج کارآفرینی را برجسته می‌کند. همچنین، مقاله بر اهمیت تعادل بین محتوای فنی و کارآفرینی در دوره‌های مهندسی انرژی و لزوم فراهم آوردن انگیزه‌ها و فرصت‌های مناسب برای مشارکت دانشجویان در فعالیت‌های کارآفرینانه تأکید دارد. تقاضای اجتماعی برای راه‌حل‌های انرژی پایدار و چالش‌های جهانی، نیاز به توسعه مهارت‌های کارآفرینی در دانشجویان مهندسی انرژی را تقویت می‌کند. این توسعه به عنوان یک راهبرد حیاتی برای پیشبرد رشد اقتصادی و تقویت نوآوری در صنعت انرژی مطرح می‌شود. در نتیجه، این مقاله استدلال می‌کند که ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی برای آماده‌سازی دانشجویان جهت مشارکت مؤثر در تحول بخش انرژی و پاسخگویی به نیاز به راه‌حل‌های پایدار و نوآورانه انرژی ضروری است.

واژگان کلیدی: کارآفرینی، مهندسی انرژی، آموزش، برنامه درسی

۱. مقدمه

امروزه، جامعه جهانی با چالش‌های مبرم تغییرات آب‌وهوایی، کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و نیاز به امنیت انرژی روبه‌رو است. برای کمک به حل این چالش‌ها، مهندسان انرژی در خط مقدم هستند و به سازمان‌های خود کمک می‌کنند تا با کاهش هزینه‌های عملیاتی، مزیت رقابتی کسب کنند. با ورود به انقلاب جهانی جدید برای سبز بودن و ایفای نقش حیاتی در کاهش خطر تغییرات آب‌وهوایی، مهندسی انرژی به عنوان یک زمینه مهم تحصیل، پژوهش و نوآوری ظاهر شده است (Thumann & Mehta, 2020). مهندسی انرژی، زمینه وسیعی از مهندسی است که با حوزه‌هایی مانند برداشت و ذخیره انرژی، تبدیل انرژی، مواد انرژی، سامانه‌سامانه‌های انرژی، بهره‌وری انرژی، خدمات انرژی، مدیریت تأسیسات، مهندسی نیروگاه، مدل‌سازی انرژی، انطباق با محیط‌زیست، انرژی پایدار و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر سروکار دارد (Wikipedia, 2024). در بطن آموزش مهندسی انرژی یک سؤال اساسی نهفته است و آن اینکه چگونه می‌توانیم نسل بعدی مهندسان انرژی را با دانش، مهارت و دیدگاه مورد نیاز برای حرکت در چشم‌انداز پیچیده و همیشه در حال تحول فناوری و سیاست انرژی مجهز کنیم؟ اگر چه پاسخ به این سؤال چندوجهی است اما ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر در گذار به انرژی پایدار مطرح شود.

آموزش کارآفرینی، یک مقدمه اساسی است که کشورهای پیشرفته در جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی به آن توجه جدی کرده‌اند و پرورش کارآفرینان را به عنوان یک اولویت در برنامه‌های توسعه خود قرار داده‌اند. اقدامی که به عنوان مهم‌ترین تلاش برای توسعه کارآفرینی در این کشورها مطرح می‌شود، آموزش کارآفرینی به جوانان و فارغ‌التحصیلان دانشگاهی است. در صورت ارائه آموزش‌های کارآفرینی، شاخص‌ها و گرایش‌های کارآفرینانه جامعه ارتقا می‌یابد و این آموزش‌ها می‌تواند به ایجاد شرایط یا محیط مناسب کارآفرینی در کشور کمک کند (Arasti & Saeidbanadaki, 2013). در تحلیل زیرساخت‌های کارآفرینی و نیز در سیاست‌گذاری‌های آموزشی و توسعه‌ای، توجه به کیفیت برنامه درسی دانشگاه‌ها از نظر ارتباط با صنعت و جامعه و نیز توسعه مهارت‌های کارآفرینانه در کنار آگاهی از پایه‌های فردی و محیطی، به منظور تبدیل شدن دانشجویان به فردی کارآفرین، باید مدنظر قرار گیرند (Khezrabadi et al., 2023). مطالعه تطبیقی برنامه آموزش کارآفرینی در برخی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی عالی جهان نشان می‌دهد آموزش کارآفرینی در کشورهای مورد مطالعه عمدتاً در نهادهای آموزشی صورت می‌گیرد تا در محیط کار. با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان مدل مناسبی برای آموزش کارآفرینی در ایران ارائه داد (Rahimi, 2021). بنابراین، با توجه به رسالت دانشگاه‌ها در تربیت منابع انسانی جامعه، انتظار می‌رود این نهاد علمی و آموزشی قابلیت‌های کارآفرینی را در دانش‌آموختگان ایجاد نماید و دانش‌آموختگان این قابلیت‌ها را در جامعه ترویج دهند. یک مطالعه موردی در یکی از دانشگاه‌های ایران روی کارآفرینان برتر، اساتید و دانش‌آموختگان نشان‌دهنده

وضعیت نامطلوب ویژگی‌های ارتقای مهارت‌های فردی، کاربردی ساختن محتوا، اصول فنی کارآفرینی و محتوای انعطاف‌پذیر برای محتوای آموزشی در آن دانشگاه بود (Kharazmi et al., 2020).

کارآفرینی که مدت‌هاست با حوزه‌های کسب‌وکار و نوآوری مرتبط است، اکنون به عنوان یکی از اجزای ضروری آموزش مهندسی شناخته می‌شود (Da Silva et al., 2015). این در حالی است که در ۵۰ سال گذشته، برنامه‌های آموزش مهندسی به طور قابل توجهی محتوای علمی، فنی و تحلیلی را افزایش داده‌اند تا پایه تحلیلی قوی‌تری برای دانش‌آموختگان مهندسی فراهم کنند. کارآفرین مهندسی (یا فناوری) کسی است که خطر خطر یک تجارت مهندسی (یا فناوری) را سازماندهی و مدیریت می‌کند و مسئولیت آن را بر عهده می‌گیرد. مطابق این تعریف، ممکن است در این تجارت نیاز به تحقیقات مهندسی، تجزیه و تحلیل، توسعه، طراحی و ارزیابی باشد که به طور منطقی می‌تواند در یک دانشکده مهندسی ارائه شود. همچنین، به طیف وسیعی از پیشینه نیاز است که در برنامه‌های درسی مهندسی معمول یافت نمی‌شود. بنابراین یک برنامه آموزش مهندسی باید مطالب خاصی را در حمایت از کسی که خطر یک تجارت یا شرکت مهندسی (یا فناوری) را سازماندهی و مدیریت می‌کند و مسئولیت آن را بر عهده می‌گیرد، ارائه دهد. به عبارت دیگر کارآفرینی مهندسی باید با مأموریت آموزشی یک دانشکده مهندسی، همخوانی داشته باشد (Nichols & Armstrong, 2001). نتایج پژوهش باربازسانچز و آتینزا ساهوکولیو (Bar-Sánchez & Atienza-Sahuquillo, 2018) در مورد آموزش دروس اختیاری، در زمینه‌های مدیریت کسب‌وکار و مهارت‌های کارآفرینی به ۴۲۳ دانشجوی مهندسی رایانه و صنایع نشان داد که با این آموزش تمایلات کارآفرینی در دانشجویان (به ویژه دانشجویان مهندسی رایانه) افزایش یافته است.

توکوناگا و همکاران (Tokunaga et al., 2019) اذعان کردند با استفاده از یادگیری فعال و درگیر شدن در نوآوری می‌توان ذهنیت کارآفرینی دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی انرژی را توسعه داد. بر این اساس، سفرهای نوآوری و کارآفرینی مسیرهای یادگیری را پیشنهاد می‌کند که زمینه واقعی کسب‌وکار، ابزارها و تخصص مورد نیاز در کارآفرینی انرژی را به تصویر می‌کشد. بنا بر پژوهش لیانگ و همکاران (Liang et al., 2021)، آموزش نوآوری و کارآفرینی برای رشته‌های انرژی پاک در دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها می‌تواند استعدادهای نوآورانه‌ای را برای صنعت انرژی پاک فراهم کند و همچنین می‌تواند مرجعی برای توسعه آموزش نوآوری و کارآفرینی برای سایر رشته‌ها باشد. آنها یک سامانه سامانه شاخص ارزیابی پایداری آموزش نوآوری و کارآفرینی برای رشته انرژی‌های پاک در دانشگاه‌ها طراحی کردند که از چهار جنبه محیطی، سرمایه‌گذاری، فرایند و نتایج آموزش نوآوری و کارآفرینی برای گرایش انرژی‌های پاک در کالج‌ها و دانشگاه‌ها ساخته شده است. استفاده از ابزارهای برخط، مانند دوره‌های برخط باز با تعداد زیادی از فراگیران (MOOC)^۱ دسترسی به آموزش‌های متنوع را در سال‌های اخیر متحول کرده است. این دوره‌ها می‌توانند برای آموزش مباحث کارآفرینی به فراگیران استفاده شوند. یک مطالعه در مورد

گنجانیدن شایستگی‌های کارآفرینی انرژی در دوره‌های باز برخط در مکزیک انجام شد. در این مطالعه دو دوره بازار کربن: راهی برای کاهش تغییرات آب‌وهوایی و فرصت‌های کسب‌وکار به صورت برخط ارائه شد. نتایج نشان داد که توسعه حرفه‌ای، فرصت‌های شغلی و ارتباطات حرفه‌ای فراگیران با این آموزش‌ها بهبود یافته است (Galindo et al., 2019).

این مقاله تلاش می‌کند تا وضعیت کارآفرینی را در حوزه آموزش مهندسی انرژی بررسی و روشن کند و یک مرور کلی از وضعیت فعلی امور و پیامدهای آن برای آینده ارائه دهد. این مقاله سه هدف را دنبال می‌کند. اول، به دنبال بررسی میزان گنجانیدن کارآفرینی در برنامه‌های درسی مهندسی انرژی در سراسر مؤسسات آموزشی نمونه در سراسر جهان است. دوم، هدف آن شناسایی مزایا و چالش‌های مرتبط با این ادغام است. در نهایت، تلاش می‌کند تا پیامدهای گسترده‌تر کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی، از جمله پتانسیل آن برای شکل‌دهی به آینده نوآوری انرژی پایدار و رسیدگی به نگرانی‌های جهانی انرژی را تحلیل کند. بدین منظور، ابتدا به ادبیات موجود در مورد کارآفرینی، آموزش مهندسی انرژی و تلاقی آنها پرداخته می‌شود. سپس، رویکردهای آموزشی و ابتکاراتی را که به دنبال تقویت تفکر کارآفرینی در بین دانشجویان مهندسی انرژی است، بررسی می‌شود. هدف این مقاله با بررسی وضعیت موجود و تشخیص روندهای نوظهور، ارائه تصویری جامع از جایگاه کارآفرینی در قلمرو آموزش مهندسی انرژی است که بینش‌های ارزشمندی را به مربیان، سیاست‌گذاران، صنعتگران و محققان ارائه می‌دهد.

۲. نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی

مهندسان انرژی در خط مقدم پرداختن به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی، یعنی گذار به منابع انرژی پایدار، فعالیت می‌کنند. با کاهش وابستگی جامعه به انرژی‌های متعارف، نیاز به راه‌حل‌های نوآورانه، فناوری‌های پاک و نیروی کار ماهر در بخش انرژی روبه‌روز بیشتر شده است. در این زمینه، کارآفرینی نقشی محوری در آموزش مهندسی انرژی ایفا می‌کند و به عنوان یک کاتالیزور برای نوآوری، پایداری و رشد اقتصادی عمل می‌کند (Ng et al., 2023). نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی شامل موارد زیر می‌تواند باشد:

الف) پرورش خلاقیت و نوآوری: آموزش کارآفرینی دانشجویان را تشویق می‌کند تا خلاقانه فکر کنند، مشکلات را شناسایی کنند و راه‌حل‌های نوآورانه را توسعه دهند (Mardanshahi & Aghajani, 2019). در مهندسی انرژی، این طرز فکر ضروری است، چرا که فناوری‌های نوظهوری مانند سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر، ذخیره‌سازی انرژی و شبکه‌های هوشمند صنعت را تغییر می‌دهند. کارآفرینان برای شناسایی شکاف‌ها در بازار و توسعه راه‌حل‌های جدید، موقعیت منحصر به فردی دارند.

ب) ابداع راه‌حل‌های پایدار: پایداری^۱ یک نگرانی اصلی در مهندسی انرژی است و کارآفرینی با

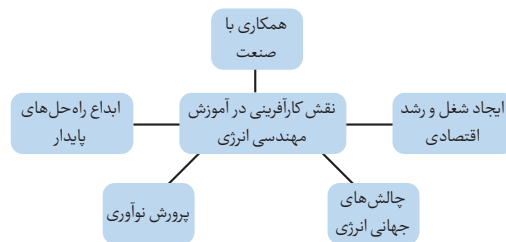
این هدف هماهنگ است. سرمایه‌گذاری‌های کارآفرینی، اغلب بر روی پایداری از طریق طراحی تمرکز می‌کنند و به دنبال راه‌حل‌های سازگار با محیط‌زیست هستند (Youssef et al., 2018). دانشجویان مهندسی انرژی که در معرض کارآفرینی قرار می‌گیرند، احتمالاً پایداری را در طرح‌های خود لحاظ می‌کنند که ممکن است در توسعه فناوری‌های کارآمد انرژی، نوآوری در جذب کربن یا پروژه‌های زیرساختی پایدار باشد.

پ) همکاری با صنعت: آموزش کارآفرینی اغلب بر تجربه دنیای واقعی و همکاری با صنایع تأکید دارد (Fatehrad, 2005). در مهندسی انرژی، دانشجویان می‌توانند با شرکت‌های انرژی، استارت‌آپ‌ها و مؤسسات تحقیقاتی تعامل داشته باشند و در مورد روندها، چالش‌ها و فرصت‌های موجود در صنعت اطلاعات کسب کنند. چنین همکاری‌هایی می‌تواند منجر به کارآموزی، پروژه‌های تحقیقاتی و حتی توسعه سرمایه‌گذاری‌های کارآفرینی شود.

ت) ایجاد شغل و رشد اقتصادی: بخش انرژی محرک قابل توجهی برای رشد اقتصادی است و کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی به ایجاد شغل و نشاط اقتصادی کمک می‌کند. دانش‌آموختگان با مهارت‌های کارآفرینی در موقعیت مناسبی برای راه‌اندازی کسب‌وکارهای مرتبط با انرژی خود هستند و باعث توسعه اقتصادی و نوآوری در جوامع خود می‌شوند.

ث) چالش‌های جهانی انرژی: چالش‌های جهانی مانند تغییرات آب‌وهوا و امنیت انرژی راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را می‌طلبد (Groenenberg et al., 2009). کارآفرینی، دانشجویان مهندسی انرژی را به ابزارهایی مجهز می‌کند تا به طور مستقیم به این چالش‌ها رسیدگی کنند.

در نتیجه، نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی محوری است. این آموزش‌ها ذهنیت نوآوری، پایداری و همکاری را پرورش می‌دهد و دانشجویان را برای ایجاد تغییرات مثبت در بخش انرژی آماده می‌کند. در حالی که جهان در حال انتقال به آینده انرژی پایدار است، تقویت کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی تنها سودمند نیست بلکه برای پرداختن به چالش‌های انرژی امروز و فردا ضروری است. نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی در شکل ۱ خلاصه شده است.



شکل ۱. کارآفرینی در آموزش مهندسی

۳. موانع و چالش‌ها

ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی، اگر چه یک تلاش ارزشمند است اما با مجموعه‌ای از چالش‌ها و موانع همراه خواهد بود. در اینجا برخی از موانع کلیدی که ممکن است مؤسسات آموزشی و اساتید در تلاش برای گنجاندن کارآفرینی در برنامه‌های آموزش مهندسی انرژی با آن مواجه شوند، آورده شده است:

الف) تأکید بر برنامه درسی سنتی: برنامه‌های آموزش مهندسی انرژی اغلب تمرکز زیادی بر دانش فنی و علمی دارند (Motahar & Alemrajabi, 2016). تغییر برنامه درسی به کارآفرینی ممکن است با مقاومت اعضای هیئت علمی و مدیرانی مواجه شود که دروس سنتی مهندسی را در اولویت قرار می‌دهند.

ب) عدم آگاهی: بسیاری از دانشجویان و اساتید مهندسی انرژی ممکن است به طور کامل درک نکنند که کارآفرینی، شامل چه چیزی یا ارتباط آن با رشته خود است. غلبه بر این فقدان آگاهی و تصورات نادرست یک چالش مهم است (Belwal et al., 2015).

پ) محدودیت‌های منابع: توسعه و اجرای برنامه‌های کارآفرینی به منابعی مانند هیئت علمی اختصاصی، بودجه برای انکوباتورها یا شتاب‌دهنده‌های استارت‌آپ و دسترسی به کارشناسان صنعت نیاز دارد. بسیاری از مؤسسات ممکن است فاقد منابع لازم برای حمایت از این طرح‌ها باشند.

ت) ماهیت بین‌رشته‌ای: کارآفرینی اغلب نیازمند یک رویکرد بین‌رشته‌ای است که شامل تجارت، امور مالی، بازاریابی و مهندسی می‌شود. هماهنگی تلاش‌ها بین بخش‌های مختلف می‌تواند چالش برانگیز باشد، زیرا هر کدام ممکن است اولویت‌ها و برنامه‌های خاص خود را داشته باشند (Farasatkah, 2013).

ث) سنجه و ارزشیابی: اندازه‌گیری اثربخشی آموزش کارآفرینی می‌تواند پیچیده باشد. روش‌های ارزشیابی سنتی ممکن است توسعه مهارت‌ها و طرز فکر کارآفرینی را به طور مؤثر نشان ندهند (Ghina, 2014).

ج) تعامل با صنعت و جامعه: همکاری با صنعت و جامعه برای برنامه‌های کارآفرینی بسیار مهم است اما ایجاد این روابط می‌تواند زمان‌بر باشد و ممکن است با مقاومت خود شرکای صنعتی مواجه شود.

چ) تغییر فرهنگی: ترویج فرهنگ کارآفرینی در یک گروه مهندسی یا مؤسسه می‌تواند فرایندی کند و چالش برانگیز باشد، به ویژه اگر مؤسسه دارای سابقه طولانی در رویکرد سنتی باشد (McInnis, 2001).

ح) انگیزه دانشجویان: همه دانشجویان مهندسی ممکن است به کارآفرینی علاقه نداشته باشند و ایجاد انگیزه در آنها برای شرکت در فعالیت‌های کارآفرینی می‌تواند مانعی برای آنها باشد (Yi & Duval-Couetil, 2018).

پرداختن به این چالش‌ها و موانع نیازمند رویکردی چندوجهی از جمله آموزش اساتید، توسعه برنامه درسی، سرمایه‌گذاری مالی و تعهد به پرورش ذهنیت کارآفرینی در سراسر بوم‌سازگان^۱ آموزش

مهندسی انرژی است. ادغام موفقیت‌آمیز کارآفرینی در نهایت به تعهد و همکاری مربیان، مدیران و ذی‌نفعان صنعت بستگی دارد.

۴. بررسی آموزش مهندسی انرژی و کارآفرینی در برخی از دانشگاه‌های جهان

برنامه‌های آموزش مهندسی انرژی به همراه آموزش کارآفرینی برنامه‌هایی منحصربه‌فرد، متمرکز بر دوگانه مهارت-دانش هستند که تولید ایده‌ها را توسعه می‌دهند و درک از دنیای تجاری را فراهم می‌کنند.

در ادامه جایگاه کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی در برخی از دانشگاه‌های جهان آورده شده است. این آموزش‌ها معمولاً در دانشکده‌های مهندسی و با همکاری دانشکده‌های مدیریت، اقتصاد و سایر دانشکده‌ها ارائه می‌شوند.

۴-۱. دانشگاه ناتینگهام^۱

دوره کارشناسی ارشد رشته انرژی پایدار و کارآفرینی در دانشگاه ناتینگهام انگلستان ارائه می‌شود. هدف این رشته تربیت دانش‌آموختگانی با مهارت در انرژی‌های تجدیدپذیر، کارایی انرژی و کسب‌وکار است. دانشجویان دانش‌آموخته کارشناسی مهندسی با پیش‌زمینه مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مهندسی برق، مهندسی انرژی و مهندسی عمران، دانش‌آموختگان رشته‌های علوم همچون فیزیک، شیمی و محیط‌زیست و همچنین دانش‌آموختگان کارشناسی اقتصاد می‌توانند در این رشته ادامه تحصیل دهند. هدف از طراحی این دوره پاسخ به تعهد جهانی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و همچنین توسعه اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر است. پس از اتمام موفقیت‌آمیز تحصیل در این دوره، برخی از دانش‌آموختگان کسب‌وکار خود را راه‌اندازی کرده است یا به عنوان مدیر سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر برای سازمان‌های بزرگ مشغول به کار شده‌اند. این دوره دانشجویان را با دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای مشارکت در اقتصاد حال رشد سریع انرژی‌های تجدیدپذیر مجهز می‌کند (University of Nottingham, 2024).

۴-۲. دانشگاه هریوت وات^۲

رشته انرژی با کارآفرینی در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه هریوت وات اسکاتلند تحصیلات مهندسی و کارآفرینی را ترکیب نموده است. این رشته در دانشکده مهندسی و علوم فیزیکی این دانشگاه و با همکاری دانشکده کسب‌وکار ادینبورگ^۳ ارائه می‌شود. در این دوره طیف گسترده‌ای از زیرشاخه‌های انرژی مرتبط

با منابع انرژی، تولید برق، مهندسی فرایند، قوانین زیست محیطی و ارزیابی اثرات زیست محیطی، انرژی در ساختمان‌ها و همچنین دوره‌های کسب‌وکار ارائه می‌شود. هدف این برنامه، تربیت دانش‌آموختگانی با ابزارهای لازم برای تأثیرگذاری بر سازمان خود است. این برنامه به توسعه راهبردهای کسب‌وکار جدید مرتبط با انرژی یا پاسخ به نیاز به آگاهی از قوانین محیط‌زیست می‌پردازد. دروس این برنامه توسط تأمین‌کنندگان صنعتی و کاربران انرژی که به سیاست محیط‌زیستی اخلاقی متعهد هستند، حمایت می‌شوند. همچنین، دانشجویان در این برنامه مهارت‌های لازم در مورد سرمایه‌گذاری، خلاقیت، کارآفرینی و آگاهی تجاری و برنامه‌ریزی در بخش‌های انرژی را یاد خواهند گرفت (Heriot watt University, 2024).

۳-۴. دانشگاه صنعتی کالزروهه^۱

دانش عمیق فناوری‌های انرژی نو، همراه با دانش مدیریت به‌روز، توسط یک برنامه مطالعاتی مهندسی و مدیریت انرژی در مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی کالزروهه آلمان ارائه شده است. پنج برنامه مطالعاتی مهندسی بر انرژی‌های تجدیدپذیر، تبدیل انرژی حرارتی، تولید برق و ذخیره انرژی، شبکه‌های هوشمند و توزیع انرژی و مدیریت انرژی تمرکز دارند. علاوه بر این، پنج برنامه مدیریتی، شامل مدیریت در امور مالی و حسابداری، مدیریت پروژه‌های بین‌المللی، نوآوری و کارآفرینی داخلی، مدیریت منابع انسانی و قانون قراردادها ارائه شده است. برنامه نوآوری و کارآفرینی داخلی در مدرسه بازرگانی ESADE در بارسلون اسپانیا برگزار خواهد شد. هدف این برنامه کارشناسی ارشد در مهندسی و مدیریت انرژی، درک جامعی از سامانه‌های انرژی فعلی و آینده، و تعاملات پیچیده عناصر آنها است. فارغ‌التحصیلان این رشته قادر به تجزیه و تحلیل و بهینه‌سازی بهره‌وری عملیاتی، دسترس‌پذیری و ایمنی سامانه‌های انرژی هستند (Karlsruhe Institute of Technology KIT, 2024).

۴-۴. دانشگاه متروپولیتن تورنتو^۲

دوره کارشناسی ارشد نوآوری مهندسی و کارآفرینی، شامل دروسی است بر تجاری‌سازی فناوری و عرضه به بازار تمرکز دارد. این برنامه برای دانشجویان مهندسی و علوم و متخصصان صنعت که علاقه‌مند به پیشرفت استارت‌آپ‌های مبتنی بر فناوری خود هستند، طراحی شده است. این برنامه بر مسیرهای مهندسی زیست‌پزشکی، فناوری نوظهور یا انرژی و نوآوری پایدار متمرکز است. در این دوره در مجموع هشت واحد درسی و دو واحد پروژه گذرانده می‌شود. با توجه به اینکه بخش انرژی به سوی آینده کم‌کربن به پیش می‌رود، موانع و پل‌های ارتباطی نوآوری، تجاری‌سازی، تأمین مالی و قوانین توسط اساتیدی از بخش کسب‌وکار تورنتو آموزش داده می‌شود (Toronto Metropolitan University, 2024).

۴-۵. دانشگاه علوم کاربردی وایهن اشتفان^۱

دوره کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار و کارآفرینی در *انرژی های تجدیدپذیر* نگاه جامع به گسترش انرژی های تجدیدپذیر، از منظر فنی، اقتصادی، حقوقی و سیاسی دارد. با آغاز گذار انرژی در آلمان، عظیم ترین تحولات در عرضه انرژی تا به امروز آغاز شده است. این گذار همچنین منجر به ایجاد فرصت های تجاری برای شرکت های نوآور در محیط های ملی، اروپایی و بین المللی می شود. برخی از این شرکت های جوان و پویا در این برنامه کارشناسی ارشد انرژی های تجدیدپذیر نیز مشارکت دارند. هدف از ارائه این مقطع کارشناسی ارشد در زمینه انرژی های تجدیدپذیر، توسعه مهارت های مدیریتی دانش آموختگان است که برای کار در این حرفه روبه رشد به آن نیاز دارند. علاوه بر تعمیق مهارت های موضوعی خاص در رابطه با تولید انرژی جایگزین، اساساً نیاز به یادگیری نحوه عمل، به عنوان یک کارآفرین و کسب صلاحیت های مدیریت و رهبری است. همچنین دانشجویان مهارت های بین فرهنگی و مهارت های زبان انگلیسی مناسب را یاد خواهند گرفت (University of Applied Sciences, Weihenstephan-Triesdorf, 2024).

۴-۶. دانشگاه کوئینزلند^۲

دوره کارشناسی ارشد *انرژی پایدار* در دانشگاه کوئینزلند استرالیا به گونه ای طراحی شده است تا دانشجویان را برای توسعه مسیرهای گذار که انرژی مقرون به صرفه، قابل اعتماد و پایدار ارائه می دهد، تجهیز کند. هدف این برنامه آن است که دانشجویان را با درک عمیق تری از سامانه های انرژی، شیوه های تجاری و راه های مقابله با تهدیدات افزایش دمای جهانی و تأثیرات تغییرات آب و هوایی آشنا کند. این دوره برای رسیدگی به مشکلات پیچیده در طیف وسیعی از رشته ها طراحی شده است و دانش آموختگان را برای پیشرفت به سمت های رهبری و مدیریت در این بخش مجهز می کند. دانش آموختگان پیچیده تولید، توزیع و عرضه انرژی را درک خواهند کرد و نقش های حیاتی مالی، فناوری و مقررات برای مدیریت پروژه های انرژی و توسعه کسب و کار و اهمیت حیاتی مجوز اجتماعی برای ارزیابی چشم انداز انرژی را درک می کنند. آنها درک عمیقی از خطر، نوآوری و پایداری خواهند داشت. دانشجویان این رشته مستقیماً از دانشگاهیان برجسته، محققان و نمایندگان صنعت یاد خواهند گرفت و برای ایجاد یک آینده انرژی بهتر کار خواهند کرد (The University of Queensland, 2024).

در جدول ۱ محتوای آموزش انرژی و کارآفرینی در برخی دانشگاه های کشورهای مختلف آورده شده است. این دوره ها در مقطع کارشناسی ارشد ارائه شده اند. همچنین، در بسیاری از دانشگاه های جهان دوره هایی با محتوای مشابه به عنوان دوره های آموزشی برای آمادگی ورود به بازار طراحی و اجرا می شوند.

جدول ۱. محتوای آموزش کارآفرینی در مهندسی انرژی در برخی دانشگاه‌های جهان

دوره کارشناسی ارشد انرژی پایدار و کارآفرینی در دانشگاه ناتینگهام انگلیس	
<ul style="list-style-type: none"> • اصول انرژی‌های تجدیدپذیر • طراحی و ارزیابی فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر • گذار فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر (پروژه) 	<ul style="list-style-type: none"> • خلاقیت کارآفرینی • راه‌اندازی کسب‌وکار جدید • مدیریت نوآوری در سازمان‌های کارآفرین • روش تحقیق
دوره کارشناسی ارشد انرژی با کارآفرینی در دانشگاه هریوت وات اسکاتلند	
<ul style="list-style-type: none"> • مبانی انرژی • فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر (اختیاری) • مدیریت تقاضا و ذخیره انرژی (اختیاری) • تغییر اقلیم، پایداری و سازگاری (اختیاری) • سامانه‌های برق قدرت (اختیاری) • مدیریت پروژه (اختیاری) • اقتصاد کسب‌وکار (اختیاری) 	<ul style="list-style-type: none"> • کارآفرینی و خلاقیت • آینده فناوری و راهبرد کسب‌وکار • تحلیل انتقادی و آماده‌سازی تحقیق • سرمایه‌گذاری در کارآفرینی • اصول اقتصاد محیط زیست و انرژی (اختیاری) • سیاست‌گذاری اقتصادی (اختیاری)
دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی و مدیریت دانشگاه صنعتی کالزروهه آلمان	
<ul style="list-style-type: none"> • انرژی‌های تجدیدپذیر • تبدیل انرژی حرارتی • تولید برق و ذخیره انرژی • شبکه‌های هوشمند و توزیع انرژی • اقتصاد انرژی 	<ul style="list-style-type: none"> • بازاریابی و اطلاعات • امور مالی و ارزش • تصمیمات و خطر • نوآوری شرکتی و کارآفرینی داخلی • راهبرد و افراد
دوره کارشناسی ارشد نوآوری و کارآفرینی در مهندسی دانشگاه متروپولیتن تورنتو کانادا	
<ul style="list-style-type: none"> • کارآفرینی پایدار • توسعه بازار سرمایه‌گذاری جدید و برنامه‌ریزی مالی • راهبرد و طرح کسب‌وکار جدید • تجاری‌سازی فناوری (پروژه) 	<ul style="list-style-type: none"> • نوآوری و کارآفرینی در انرژی • یافتن و ارزیابی فرصت‌های تجاری برای سرمایه‌گذاری جدید • رفتن به بازار (پروژه)
دوره کارشناسی ارشد مدیریت کسب‌وکار و کارآفرینی در انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه علوم کاربردی وایهین اشتفان آلمان	
<ul style="list-style-type: none"> • سامانه‌های اطلاعاتی و مدیریتی برای استارت‌آپ‌ها • پروژه طرح کسب‌وکار در انرژی • پروژه نوآوری و پژوهش • رهبری، انگیزش و مدیریت تعارض • بازاریابی کارآفرینی (با تمرکز بر انرژی‌های تجدیدپذیر) 	<ul style="list-style-type: none"> • راهبرد مدیریت و شرکت‌های استارت‌آپی در بخش انرژی • مفهوم نوآوری در انرژی و سامانه‌ها • مرور شرکت‌ها • قانون برای رهبران • سیاست‌گذاری آب‌وهوا و انرژی
دوره کارشناسی ارشد انرژی پایدار دانشگاه کوئینزلند استرالیا	
<ul style="list-style-type: none"> • سرمایه‌گذاری و تأمین مالی انرژی • بازارها، قوانین و سیاست انرژی • راهبرد، نوآوری و کارآفرینی در انرژی • گذار انرژی در فرایندهای صنعتی 	<ul style="list-style-type: none"> • فناوری‌های انرژی پایدار و سامانه‌های تأمین • مسیری‌های خالص صفر در کسب‌وکار • انرژی و توسعه

۵. مطالعه آموزش مهندسی انرژی و کارآفرینی در دانشگاه‌های ایران

رشته مهندسی انرژی در ایران، در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد آموزش داده می‌شود. هدف از ارائه برنامه کارشناسی مهندسی انرژی، تربیت مهندسانی کارآمد، جهت طراحی و به کارگیری خلاقانه سامانه‌های انرژی در کاربردهای مختلف در بخش‌های صنعت، حمل‌ونقل و ساختمان با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی می‌باشد. به طور کلی از مهم‌ترین اهداف این دوره موارد زیر ذکر شده است: کسب دانش حرفه‌ای، کسب مهارت و نوآوری، به کارگیری مهارت‌های آموخته در فعالیتهای حرفه‌ای و برقراری ارتباط با سایرین و انجام کار گروهی با افراد متخصص در سایر رشته‌ها (Amirkabir University of Technology, 2024). با توجه به حجم زیاد دروس مهندسی در مقطع کارشناسی به مباحث کارآفرینی در این رشته پرداخته نشده است. رشته مهندسی انرژی در مقطع کارشناسی در برخی دانشگاه‌های ایران از جمله دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه صنعتی قم، دانشگاه مهندسی فناوری‌های نوین قوچان، مرکز آموزش عالی لامرد، دانشگاه صنعتی کرمانشاه و چند دانشگاه غیرانتفاعی دائر است.

در مقطع کارشناسی ارشد تحت عنوان مهندسی سامانه‌های انرژی و با سه گرایش فناوری‌های انرژی، سامانه‌های انرژی و نیز انرژی و محیط‌زیست ارائه می‌شود. دروس آن مرکب از تعدادی دروس نظری، آزمایشگاهی و برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه مهندسی سامانه‌های انرژی است. هدف از این رشته بیشتر حل مشکلات جامعه و صنعت در زمینه انرژی و بهینه‌سازی قلمداد شده است و در سرفصل آن، درسی برای ورود به کسب‌وکار و کارآفرینی نمی‌توان یافت. البته در ایران، در مقطع کارشناسی ارشد رشته‌هایی مجزا، مانند کارآفرینی و طراحی کسب‌وکار وجود دارند که علاقه‌مندان با تخصص‌های گوناگون می‌توانند در این رشته‌ها ادامه تحصیل دهند (University of Tehran, 2024). بنا بر جستجوی اینترنتی نویسنده، به طور تخصصی آموزش دانشگاهی مبنی بر آمادگی مهندسان انرژی برای کارآفرینی تاکنون ارائه نشده است.

۶. پیشنهادهایی برای توسعه برنامه درسی مهندسی انرژی مبتنی بر کارآفرینی

پرورش مهارت‌های کارآفرینی در دانشجویان مهندسی انرژی نیازمند روش‌ها و رویکردهای آموزشی نوآورانه‌ای است که فراتر از سخنرانی‌های سنتی است. در اینجا چند روش و رویکرد مؤثر برای بررسی پیشنهاد شده است:

الف) آموزش مبتنی بر پروژه: PBL دانشجویان را درگیر حل مسئله در دنیای واقعی می‌کند (Santoso et al., 2023). بنابراین باید پروژه‌های مرتبط با انرژی به دانشجویان اختصاص داده شود تا فرصت‌ها را

شناسایی کنند، راه حل‌ها را توسعه دهند و ایده‌های خود را ارائه دهند. از دیگر مزایای PBL، تشویق همکاری و کار گروهی بین‌رشته‌ای، شبیه‌سازی محیط کاری استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های انرژی نوآور است. **ب) مطالعات موردی:** از مطالعات موردی صنعت انرژی در دنیای واقعی برای نشان دادن چالش‌ها و موفقیت‌های کارآفرینی می‌توان استفاده کرد. با تجزیه و تحلیل مواردی از استارت‌آپ‌های انرژی، پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، و ابتکارات بهره‌وری انرژی می‌توان به دانشجویان یاد داد که چگونه اصول کارآفرینی را در موقعیت‌های عملی به کار گیرند.

پ) کارگاه‌ها و سمینارهای کارآفرینی: از کارآفرینان موفق و کارشناسان صنعت می‌توان برای برگزاری کارگاه‌ها و سمینارها دعوت کرد. در این جلسات موضوعاتی، مانند برنامه‌ریزی کسب‌وکار، تجزیه و تحلیل بازار، گزینه‌های تأمین مالی، و مهارت‌های پیشنهادی می‌تواند پوشش داده شود و بینش‌های ارزشمند و فرصت‌های شبکه‌ای را در اختیار دانشجویان قرار دهد.

ت) برنامه‌های مربیگری: دانشجویان با مربیان با تجربه (منتورها) که تجربه کارآفرینی در بخش انرژی دارند، هماهنگ می‌شوند. مربیان می‌توانند راهنمایی کنند، دانش خود را به اشتراک بگذارند و به دانشجویان کمک کنند تا چالش‌های کارآفرینی را حل کنند (Pereyra Aboal & Rovira, 2021).

ث) شبیه‌سازی استارت‌آپ‌ها: از بازی‌ها یا نرم‌افزارهای شبیه‌سازی کسب‌وکار استفاده شود تا دانشجویان بتوانند یک استارت‌آپ مجازی انرژی را مدیریت کنند. شبیه‌سازی‌ها، تصمیم‌گیری، مدیریت خطر و مهارت‌های مالی را در یک محیط کنترل شده و بدون خطر آموزش می‌دهند (Sofiullah et al., 2023).

ج) تفکر طراحی: روش‌های تفکر طراحی را در برنامه درسی گنجانده شود. این رویکرد بر همدلی، ایده‌پردازی و نمونه‌سازی سریع تأکید می‌کند و دانشجویان را تشویق می‌کند تا راه‌حل‌های نوآورانه برای چالش‌های انرژی ارائه دهند (Daniel, 2016).

چ) مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌ها: می‌توان با مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌های محلی یا دانشگاهی که بر کارآفرینی به ویژه کارآفرینی در صنایع انرژی متمرکز هستند، همکاری کرد و به دانشجویان اجازه داد به منابع، راهنمایی و فرصت‌های تأمین مالی برای حمایت از سرمایه‌گذاری‌های استارت‌آپی خود دسترسی داشته باشند.

ح) سفرهای میدانی و بازدید از سایت: بردن دانشجویان به سفرهای میدانی و بازدید از تأسیسات انرژی، تأسیسات انرژی‌های تجدیدپذیر و مراکز رشد و استارت‌آپ‌ها، بینش عملی را در مورد صنعت انرژی به آنها ارائه می‌دهد و آنها را در معرض محیط‌های کارآفرینی قرار می‌دهد.

خ) منابع و بسترهای برخط: از منابع کارآفرینی برخط، مانند MOOC (دوره‌های برخط باز) و پلت‌فرم‌های کارآفرینی می‌توان برای تکمیل یادگیری در کلاس استفاده کرد. این منابع انعطاف‌پذیری و

دسترسی به طیف وسیعی از محتوای کارآفرینی را ارائه می‌دهند (Galindo et al., 2019).
د) رویدادهای شبکه‌سازی: سازماندهی رویدادهای شبکه‌سازی، کنفرانس‌ها، و بازدیدهای صنعتی که دانشجویان را با متخصصان در بخش انرژی مرتبط می‌کند، یک جنبه حیاتی از کارآفرینی است و می‌تواند به مشارکت‌ها و فرصت‌های ارزشمندی منجر شود.

ذ) ارائه درسی تحت عنوان کسب‌وکارها و ظرفیت‌های موجود جهت فعالیت در حوزه مهندسی انرژی:
 می‌توان با ارائه درسی با عنوان ذکرشده، به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های موجود در این حوزه پرداخت. معرفی کسب‌وکارهای موجود در حوزه انرژی، شامل شرکت‌های تولید و توزیع انرژی، شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای و مهندسی و استارت‌آپ‌ها، از جمله مواردی هستند که می‌توان به آنها پرداخت. در این درس، چالش‌ها و فرصت‌های این صنعت از جنبه‌های فنی، اقتصادی و قانونی تحلیل می‌شود و فرصت‌های شغلی و حرفه‌ای در این حوزه مشخص می‌گردد. با ارائه مطالعه موردی از پروژه‌های موفق انرژی، نمونه‌های عملی برای دانشجویان ارائه می‌شود. راهکارهای توسعه کسب‌وکار در مهندسی انرژی، شامل جذب سرمایه، راهبردهای بازاریابی و نقش آموزش و تحقیق و توسعه نیز مطرح می‌شود. در پایان، روندهای آینده مهندسی انرژی و تأثیرات اجتماعی و زیست‌محیطی آن بررسی شده و بر اهمیت نوآوری در این حوزه تأکید می‌شود.

با گنجاندن این روش‌ها و رویکردهای آموزشی در برنامه درسی مهندسی انرژی، مریبان می‌توانند به طور مؤثر مهارت‌های کارآفرینی را در دانشجویان پرورش دهند و آنها را برای نوآوری و کمک به صنعت انرژی آماده کنند.

۷. نتیجه‌گیری

کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. این نقش شامل چندین جنبه مهم می‌شود. اولاً، کارآفرینی به دانشجویان این امکان را می‌دهد که نوآوری‌ها را پرورش دهند و راه‌حل‌های نوآورانه برای چالش‌های انرژی مطرح کنند. دانشجویان با توجه به تغییرات در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و سامانه‌های هوشمند صنعتی، می‌توانند شکاف‌ها در بازار را شناسایی و راه‌حل‌های جدیدی ارائه دهند. ثانیاً، کارآفرینی به پایداری در مهندسی انرژی کمک می‌کند. این نوع آموزش باعث می‌شود که دانشجویان در تدوین راه‌حل‌های سازگار با محیط‌زیست و تجارت‌های پایدار تمرکز کنند. همچنین، کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی به دانشجویان فرصت همکاری با صنعت را می‌دهد و ممکن است به ایجاد فرصت‌های شغلی برای دانش‌آموختگان بخش انرژی کمک کند. با این وجود، ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی موانع و چالش‌های خود را دارد. این موانع شامل تأکید

بر برنامه درسی سنتی، عدم آگاهی دانشجویان و اساتید در مورد کارآفرینی، محدودیت منابع مالی، مقاومت در برابر تغییر و تعامل بین‌رشته‌ای می‌شوند. برای حل این موانع، نیاز به تغییر برنامه درسی، ارتقای آگاهی، تأمین منابع مالی و ایجاد همکاری با صنعت است. ادغام موفق کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی نیاز به تعهد و همکاری اساتید، مدیران، و صنعت دارد.

References

- Amirkabir University of Technology, (2024, May 22), <https://phec.aut.ac.ir/files/phec/files/BSc-Energy-Engineering.pdf>.
- Arasti, Z., & Saiedbanadaki, S. (2013). Evaluation of entrepreneurship education program in higher education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 15(57), 75–89. doi: 10.22047/ijee.2013.2964 [in Persian].
- Barba-Sánchez, V., & Atienza-Sahuquillo, C. (2018). Entrepreneurial intention among engineering students: The role of entrepreneurship education. *European Research on Management and Business Economics*, 24(1), 53–61.
- Beltrán Hernández de Galindo, M.d.J., Romero-Rodríguez, L.M., & Ramirez Montoya, M.S. (2019). Entrepreneurship competencies in energy sustainability MOOCs. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, 11(4), 598–616. <https://doi.org/10.1108/JEEE-03-2019-0034>.
- Belwal, R., Al Balushi, H., & Belwal, S. (2015). Students' perception of entrepreneurship and enterprise education in Oman. *Education+ Training*, 57(8/9), 924–947.
- Daniel, A. D. (2016). Fostering an entrepreneurial mindset by using a design thinking approach in entrepreneurship education. *Industry and Higher Education*, 30(3), 215–223.
- Da Silva, Glauco Barbosa, Helder Gomes Costa, and Marta Duearte De Barros. (2015). Entrepreneurship in engineering education: A literature review. *International Journal of Engineering Education* 31(6), 1701–1710.
- Farasatkah, M. (2013). Higher education planning and interdisciplinary challenges. *Journal of Educational Planning Studies*, 1(1), 54–89. [in Persian].
- Fatehrad, M. (2005). Knowledge-based development, Entrepreneur university and effective connection of university and industry. *Quarterly Journal of Industrial Technology Development*, 3(8), 70–81. [in Persian].
- Ghina, A. (2014). Effectiveness of entrepreneurship education in higher education institutions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 115, 332–345.
- Groenenberg, H., Ferioli, F., van den Heuvel, S. T. A., Kok, M. T. J., Manders, A. J. G., Slingerland, S., & Wetzelaer, B. J. H. W. (2009). *Climate, Energy Security and Innovation*. Petten: ECN.
- Heriot Watt University, (2024, May 22), <https://www.hw.ac.uk/study/postgraduate/energy-with-entrepreneurship.htm#overview>.
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, (2024, May 22), <https://www.hswt.de/studium/studienangebot/master/business-management-und-entrepreneuership-erneuerbare-energien#kurzprofil>.
- Karlsruhe Institut für Technologie, (2024, May 22), https://www.kit.edu/kit/english/pi_2011_7461.php.
- Khalili khezrabadi, M., Hassani, M., Mohajeran, B., & Fathi, R. (2023). Modeling the effect of curriculum quality on students' entrepreneurial intention: the mediating role of entrepreneurial inspiration and entrepreneurial creativity. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 29–53. doi: 10.22047/ijee.2023.392889.1972 [in Persian].
- Kharazmi, M., Zeinalipour, H., Zare, E. (2020). Explaining the features of instructional content with an emphasis on engineering students' entrepreneurship skills and comparing them with the current situation at Hormozgan University. *Technology Education Journal*, 14(1), 199–209. [in Persian].
- Liang, Y., Wang, H., & Hong, W.-C. (2021). Sustainable development evaluation of innovation and entrepreneurship education of clean energy major in colleges and universities based on SPA-VFS and GRNN optimized by chaos bat algorithm. *Sustainability*, 13(11), 5960.
- Mardanshahi, M.M., Aghajani, H. (2019). The role of entrepreneurship education on students' creativity. *Journal of*

Innovation and Value Creation, 8 (4), 33-42. [in Persian].

- McInnis, C. (2001). Promoting academic expertise and authority in an entrepreneurial culture. *Higher Education Management*. OECD, 13(2).
- Motahar, S., & Alemrajabi, A.A. (2016). Renewable energy education in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 18(69), 77-90. doi: 10.22047/ijee.2016.14608 [in Persian]
- Ng, C. F., Yii, K. J., Lau, L. S., & Go, Y. H. (2023). Unemployment rate, clean energy, and ecological footprint in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(15), 42863-42872.
- Nichols, S. P., & Armstrong, N. E. (2001). Engineering entrepreneurship: does entrepreneurship have a role in engineering education? *Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.
- Pereyra, M., Aboal, D., & Rovira, F. (2021). How effective are training and mentorship programs for entrepreneurs at promoting entrepreneurial activity? An impact evaluation. *SN Business & Economics*, 1(7), 97.
- Rahimi, H. (2021). Entrepreneurship education in higher education of selected countries. *Iranian Journal of Comparative Education*, 4(3), 1247-1261. doi: 10.22034/ijce.2021.137186 [in Persian].
- Santoso, R. Tri Priyono Budi; Priyanto, Sony Heru; Junaedi, I. Wayan Ruspendi; Santoso, Donald Samuel Slamet; Sunaryanto, Lasmono Tri (2023). Project-based entrepreneurial learning (PBEL): a blended model for startup creations at higher education institutions. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12, 18. <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00276-1>.
- Sofiullah, M., Gomes Vale, E., & Darr, D. (2023). Effectiveness of an interactive start-up simulation to foster entrepreneurial intentions among undergraduate university students: a quasi-experimental study. *Entrepreneurship Education*, 1-23.
- Thumann, A., & Mehta, D. P. (2020). *Handbook of energy engineering*. River Publishers.
- Toronto Metropolitan University, (2024, May 22), <https://www.torontomu.ca/master-engineering-innovation-entrepreneurship/>.
- The University of Queensland, (2024, May 22), <https://my.uq.edu.au/programs-courses/requirements/program/5684/2024>.
- Tokunaga, S., Martinez, M., & Crusat, X. (2019). Coopetition: industrial interplay to foster innovative entrepreneurship in energy engineering education. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 1063-1068. Dubai, United Arab Emirates.
- University of Nottingham, (2024, May 22), <https://www.nottingham.ac.uk/pgstudy/course/taught/sustainable-energy-and-entrepreneurship-msc>.
- University of Tehran, (2024, May 22), <https://ut.ac.ir>.
- Wikipedia, (2024, May 22), https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_engineering.
- Yi, S., & Duval-Couetil, N. (2018). What drives engineering students to be entrepreneurs? Evidence of validity for an entrepreneurial motivation scale. *Journal of Engineering Education*, 107(2), 291-317.
- Youssef, A. B., Boubaker, S., & Omri, A. (2018). Entrepreneurship and sustainability: The need for innovative and institutional solutions. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 232-241.



◀ **صادق مطهر:** دکتری مهندسی مکانیک از دانشگاه صنعتی اصفهان و عضو هیئت علمی دانشگاه اصفهان است. وی عضو پیوسته انجمن آموزش مهندسی ایران بوده و علاقه‌مند به مباحث این حوزه است. علائق آموزشی و پژوهشی ایشان، در زمینه انرژی و علوم حرارتی است.