مدل یکپارچه آموزش، پژوهش و نوآوری در تعامل دانشگاه نسل سوم با صنعت

رضا آذین[۱]

(دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۵/۱۹)، (پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۷/۲۸)

DOI: 10.22047/ijee.2018.143792.1567

چکیده: آموزش‌های مهندسی صنعتی از دیرباز یکی از ابزارهای انتقال تجربه مهندسی به دانشگاه و به‌کارگیری آن در بهبود کیفیت آموزش‌های مهندسی در دانشگاه مبتنی بر تجربیات صنعتی به شمار می‌رود. این مقاله به معرفی یک مدل یکپارچه تعامل دانشگاه نسل سوم و دانشگاه کارآفرین با صنعت پرداخته است. مدل پیشنهادی ارائه‌شده در این مقاله مشتمل بر بازدیدهای صنعتی، جلسات تخصصی، آموزش مهندسی صنعتی، تعریف مسئله پژوهش، خلق ایده و نوآوری است. ارکان این مدل شامل شبکه‌ای از استادان دانشگاه، دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، دانش‌آموختگان، پژوهشگران پسادکتری، متخصصان صنعتی و دانشگاهی ایرانی/خارجی شاغل در داخل/خارج از کشور هستند. فعالیت‌های این مدل تا حدی در هم ادغام شده و هر فعالیت بر سایر فعالیت‌ها اثر گذاشته و از سایرین تأثیر می‌پذیرد. نتایج پیاده‌سازی این مدل به‌صورت یک مطالعه موردی در یک بازه زمانی سه‌ساله در یکی از صنایع بزرگ پالایش گاز ارائه و تحلیل شده است. یافته‌ها حاکی از یادگیری بهتر مفاهیم، تحول در سرفصل محتوای دوره آموزش صنعتی، ارتباط مؤثرتر میان متخصصان صنعت و دانشگاه، خلق ایده‌های نوآورانه بیشتر، و انتقال مؤثرتر تجربیات فراگیران صنعتی در پلتفرم یکپارچه آموزش مهندسی، پژوهش و نوآوری است.

واژه های کلیدی: آموزش مهندسی، دانشگاه نسل سوم، مدل یکپارچه، نوآوری، صنعتی گاز

۱- دانشیار دانشگاه خلیج فارس، دانشکده مهندسی نفت، گاز و پتروشیمی، گروه مهندسی نفت، بوشهر، ایران. reza.azin@pgu.ac.ir

۱. مقدمه

در دهه اخیر، مفهوم دانشگاه نسل سوم با مأموریت‌هایی متفاوت از دانشگاه‌های نسل اول و دوم، مفاهیم کلاسیک آموزش و پژوهش و مأموریت‌های دانشگاه‌ها را دستخوش تغییراتی شگرف ساخته است. رشد منابع، امکانات و فرصت‌های آموزشی به‌ویژه بر بستر فناوری اطلاعات، مرزهای یادگیری را فراتر از دیوارهای فیزیکی کلاس درس تعریف می‌کند و استاد و فراگیر به یک اندازه از فرصت یادگیری بهره‌مند می‌شوند.

اگر دانشگاه نسل اول بر پایه آموزش و دانشگاه‌های نسل دوم بر پایه آموزش و پژوهش تعریف می‌شد، دانشگاه نسل سوم مأموریت سومی فراتر از آموزش و پژوهش دارد. این مأموریت سوم، نقش مشارکتی دانشگاه در توسعه اقتصادی .اجتماعی جامعه، نوآوری و انتقال فناوری، آشکارسازی نتایج دانش و خلق ثروت را ترسیم می‌کند (نبی‌پور، ۱۳۹۷). مفهوم دانشگاه نسل سوم بر سکوی اقتصاد دانایی‌محور استوار است که فراتر از منابع طبیعی، مواد خام و ماشین‌ها بر عنصر دانش تکیه دارد و با خلق ایده‌ها، افکار، فرایندها و محصولات جدید و تبدیل آنها به ثروت اقتصادی ظهور می‌یابد (همان، ۱۳۸۷). اقتصاد دانایی‌محور عبارت است از خلق و پرورش ایده‌ها، افکار، فرایندها و محصولات جدید و تبدیل آنها به ثروت اقتصادی. این اقتصاد بر پایه زیرساخت‌های خلاقیت و نوآوری، شبکه‌های ارتباطی دانایی، آموزش و سرمایه انسانی استوار است. دانایی، مهارت‌ها و یادگیری مستمر از مفاهیم بنیادی اقتصاد دانایی‌محور به شمار می‌روند. نیروی کار ماهر در کنار سرمایه، مهم‌ترین موتور محرکه اقتصاد کلاسیک است، لیکن در اقتصاد دانایی‌محور کارگر ماهری که دارای مهارت یادگیری دائم و پیوسته است، اهمیت بسیار بالایی دارد. به عبارت دیگر، کارگران ماهر در اقتصاد دانایی‌محور در حال یادگیری پیوسته و نیازمند مهارت‌های خلق، تجزیه‌وتحلیل، تبادل اطلاعات و همکاری مؤثر با سایر همکاران هستند. همچنین، این اقتصاد متشکل از سلسله‌مراتبی از شبکه‌ها است که حیات آنها با شتاب در میزان تغییر و یادگیری مشخص می‌شود. ازاین‌رو، آموزش و یادگیری یک فعالیت مادام‌العمر است (همان).

در این پارادایم جدید، دانشگاه‌ها با دو رویکرد کارآفرینی آکادمیک مبتنی بر تجاری‌سازی دانش و یافته‌های پژوهشی و آموزش‌های کارآفرینانه در پرتو نوآوری‌های حاصل از پژوهش در تعامل با دنیای پیرامون خود به ایفای نقش مأموریت دانشگاه‌های نسل سوم می‌پردازند. مفاهیم و مبانی رویکردهای دانشگاه‌های نسل سوم و دانشگاه‌های کارآفرین به تفصیل توسط دکتر نبی‌پور (۱۳۹۷ و ۱۳۹۵) تشریح شده است. دانشگاه نسل سوم بر روی آموزش، پژوهش و بهره‌برداری از دانش، خلق ارزش به شیوه دانش مدرن و میان‌رشته‌ای، تربیت پیشه‌ور و حرفه‌ای، دانشمند و کارآفرین در یک بازار رقابتی با مقیاس جهانی هدف‌گذاری می‌کند. این دانشگاه‌ها با شبکه‌ای از صنعت، پژوهش و

توسعه بخش خصوصی، سرمایه‌گذاران، ارائه‌دهندگان خدمات حرفه‌ای و دانشگاه‌های دیگر از طریق گردونه دانش خود همکاری می‌کنند. همچنین، دانشگاه‌های نسل سوم با شیوه‌های گوناگونی از جمله ثبت دانش فنی[1] و حق امتیاز[2] دانش، مشاوره صنعتی، ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان، آموزش کارآفرینی در سطح بالا برای نیروی کار، و فراهم‌آوری زمینه‌های پژوهش و توسعه[3] در توسعه صنعت فعالیت می‌کنند (نبی‌پور، ۱۳۹۵). در عصر دانایی و در شهرهایی که صنایع دانش‌بنیان ایجاد و گسترش یافته است، دانشگاه‌های نسل سوم اهمیت و کارکرد متفاوت و مؤثرتری نسبت به دانشگاه‌های کلاسیک دارند و مأموریت‌های بزرگی برای خلق ثروت از دانش برای خود تعریف می‌کنند (همان، ۱۳۹۲). این دانشگاه‌ها با تعریف مأموریت‌هایی فراتر از آموزش و پژوهش، مرزهای میان خود با جامعه را برمی‌دارند و با ورود به عرصه‌های کارآفرینی و اقتصاد دانش‌بنیان همگام با پارک‌های علم و فناوری به رشد منطقه‌ای و جامعه پیرامون پیوند می‌خورند (آذین، ۱۳۹۵). دانشگاه‌ها برای ورود به نسل سوم و پذیرش و پیاده‌سازی مفاهیمی همچون کارآفرینی، ایده‌پردازی و خلاقیت نیازمند گذار از نسل دوم، بازنگری و نوآوری در برخی سرفصل‌های درسی و افزودن درس‌های جدید در تقویم برنامه‌های آموزشی خود می‌باشند (بختیاری‌نژاد و شیخان، ۱۳۹۵). همچنین، راهبری دانشگاهی به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در خلق، انتقال و مدیریت دانش در یک محیط آموزشی مستلزم شناخت و پیاده‌سازی مدیریت دانش در دانشگاه است. دانشگاه دانش‌آفرین و یادگیرنده برای هماهنگ کردن فعالیت‌ها نیازمند تدوین راهبرد دانش‌آفرین است که در دانشگاه و دانشکده‌ها با مشارکت اعضای هیأت‌علمی که ضرورت تدوین راهبردهای دانش‌آفرینی از سوی مدیران دانشگاه را درک کرده و چالش‌های فرهنگی فراروی مدیریت دانش در دانشگاه یادگیرنده پشتِ‌سر گذاشته‌اند، قابلیت پیاده‌سازی خواهد داشت (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). علاوه بر این، چنانچه دانشگاه با پذیرش پارادایم نسل سوم به دنبال ایجاد ارتباط مؤثر بر پایه دانش و فناوری با صنعت به‌عنوان یکی از مخاطبان کلیدی جامعه پیرامون خود باشد، باید شناخت کافی از این مخاطب به دست آورد. یکی از دریچه‌های رسیدن به این شناخت ورود به حوزه دوره‌های آموزش مهندسی صنعتی توسط استادان دانشگاه و متخصصان صنعتی است. این دوره‌ها زمینه مناسبی برای شناخت بهتر استادان از صنعت و دریافت تجربیات عملی مهندسی ایجاد می‌کند تا با کالبدشکافی مسئله‌های مهندسی و رسیدن به زیرمسئله‌هایی که راه‌حل‌های نوآورانه و خلاقانه دارند، زمینه‌ساز پژوهش‌های مبتنی بر آموزش و یادگیری مهندسی باشد. حل این مسئله‌ها به خلق فرایندها و محصولات با ارزش افزوده بالاتر می‌انجامد که می‌تواند در صنعت به‌عنوان یک بازار مهم فناوری به کار گرفته شود. از این منظر، دوره‌های آموزشی صنعتی به ابزار

1- Patent 2- License 3- R&D

دانشگاه نسل سوم در ایجاد پل ارتباطی میان دانشگاه و صنعت و شکل‌دهی تفکر خلاقانه بر پایه دانش کلاسیک و تجربه مهندسی، گسترش کارآفرینی و خلق ثروت بر پایه دانش و فناوری تبدیل می‌شود. در این فرایند، سرفصل و محتوای دوره‌های آموزشی در صنعت و واحدهای آموزشی در دانشگاه می‌تواند متناسب با رهیافت‌های پویای تبادل دانش و تجربه، تولید و به‌کارگیری دانش، نوآوری و خلق ثروت بر پایه دانش تغییر کند و تقویت شود. از این منظر، می‌توان تعریف مسئله مهندسی را از این دوره‌های آموزشی آغاز کرد. لیکن در عصر دانایی، آموزش از «یادگیری چگونگی انجام دادن»[1] به «چه اندیشیدن»[2] و تأکید بر «آموختن یادگیری»[3] و «چگونگی اندیشیدن»[4] تغییر ماهیت می‌یابد (نبی‌پور، ۱۳۸۷). این دگردیسی در آموزش مهندسی نیز کارکرد دارد و تحول آموزش مهندسی می‌تواند زمینه‌ساز خلق ایده و نوآوری باشد. به‌طور متقابل، دستاوردهای پژوهش و فناوری و نوآوری‌های حاصل از تعامل دانشگاه نسل سوم با صنعت می‌تواند در تقویت و به‌روزرسانی محتوای آموزش‌های مهندسی صنعتی و دانشگاهی به کار رود. در اقتصاد دانایی‌محور، یادگیری و آموزش به شیوه‌های متنوع «یادگیری با به‌کارگیری»[5]، «یادگیری با انجام دادن»[6]، و «یادگیری با به‌اشتراک‌گذاری»[7] صورت می‌پذیرد (همان). این امر مستلزم تعریف مدل یکپارچه تعامل دانشگاه با صنعت است، به‌طوری که فعالیت‌های به‌ظاهر مجزای دانشی در یک ساختار یکپارچه با یکدیگر برهم‌کنش داشته باشد و سرانجام ارتباط صنعت با دانشگاه را نیز متحول سازد.

پیشینه مدل‌های ارتباط صنعت با دانشگاه و تعریف مسئله توسط استادان دانشگاه و گروه‌های دانشگاهی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به طرح‌های کارآموزی[8] و تعریف و اجرای طرح‌های پژوهشی دانشگاهی در صنعت برمی‌گردد. بنابر متن آیین‌نامه کارآموزی شرکت ملی گاز ایران، این مدل برگرفته از مدل‌های مشابه جهان مانند مؤسسه فناوری ماساچوست[9]، دانشگاه کالیفرنیای لس‌آنجلس[10] و دانشگاه بریتیش کلمبیا کانادا است (شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۸۶). در این طرح، یک گروه متشکل از استاد دانشگاه به همراه تعدادی از دانشجویان برای مدت مشخصی در یک واحد صنعتی به مطالعه و بررسی یکی از مسئله‌های پیش‌روی واحد می‌پرداختند. در پایان دوره، انتظار می‌رفت که بیان شفاف و روشنی از صورت مسئله به همراه مروری بر پیشینه موضوع در قالب گزارش تهیه و به کارفرما ارائه شود. نکته حائز اهمیت در برنامه‌های کارآموزی، ابهام در سرنوشت طرح‌های مطالعه‌شده و نقش هسته مطالعاتی آن در ادامه فرایند اجرای مطالعه تا رسیدن به خروجی مدنظر صنعت است. به عبارت دیگر، این طرح پس از تحویل گزارش اولیه گروه به کارخانه ضمانت اجرایی

1- Learning to do
2- What to Think
3- Learning to Learn
4- How to Think
5- Learning by Using
6- Learning by Doing
7- Learning by Sharing
8- Internship
9- MIT
10- UCLA

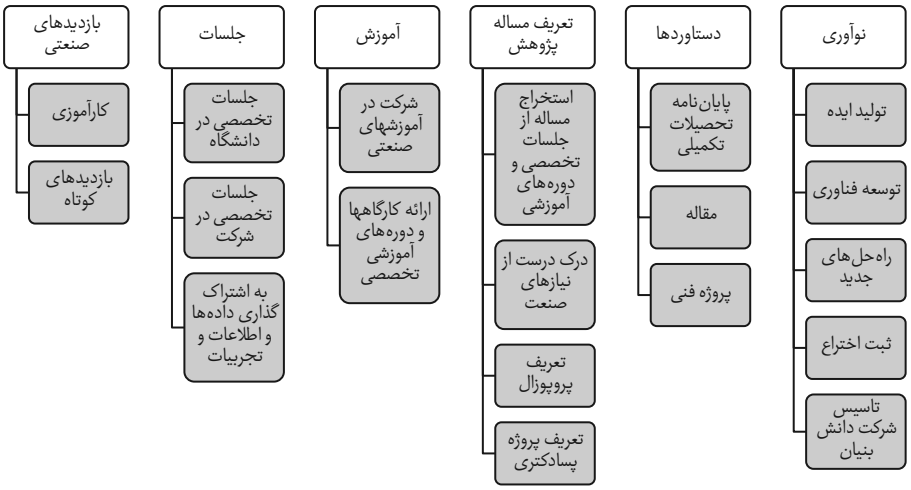
نداشت و در بیشتر موارد رها می‌شد، بی‌آنکه تأثیر مشخصی در سیاست‌ها، برنامه‌ها و اقدامات شرکت بر جای گذارد. این فرایند نقش ناچیزی در حل مسائل اولویت‌دار صنعت بر جای می‌گذاشت و در عین حال رویکرد انتقادی صنعت در خصوص توان دانشگاه به تمرکز و حل موضوعات صنعتی را تشدید می‌کرد. وجود حلقه‌های مکمل پیش و پس از شناخت و تعریف مسئله برای رسیدن به راه‌حل‌های مهندسی و پاسخ به نیازهای فناورانه صنعت اهمیت اساسی دارد. بازنگری در نحوه تفکر و برنامه‌ریزی، توجه ویژه به نقش آموزش مهندسی به‌عنوان نخستین حلقه در ارتباط با صنعت در یک دانشگاه نسل سوم و نگرش جامع و یکپارچه به آموزش مهندسی، پژوهش مهندسی، خلاقیت و نوآوری در حل مسئله‌های مهندسی صنعت می‌تواند زمینه‌ساز ایفای نقش دانشگاه نسل سوم باشد. این نگرش یکپارچه می‌تواند برخی از چالش‌های جاری علم و فناوری کشور در ارتباط با صنعت شامل مشتری محصولات پژوهشی پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری، انطباق دانش و معلومات دانش‌آموختگان مقطع دکتری با نیازهای روز صنعت، به‌روزرسانی محتویات آموزشی درس‌ها و رشته‌های تحصیلی با نیازهای صنعت را مرتفع سازد (اشرفی‌زاده، ۱۳۹۴). در پژوهش انجام‌شده توسط توفیقی و نورشاهی (۱۳۹۱) توسعه ارتباط دانشگاه و صنعت در ایران باتوجه‌به مؤلفه‌های دانایی از جمله تربیت افراد با روحیه جست‌وجوگری، خلاقیت، کارافرینی، کار گروهی، بهره‌گیری از تجربه متخصصان صنعتی و مشارکت در طراحی برنامه‌های درسی با مبادله کادر علمی و تحقیقاتی با اهداف توسعه منابع انسانی، انتقال و انتشار فناوری، کارافرینی و تولید خدمات پیشنهاد شده است.

در این مقاله، یک مدل تعاملی دانشگاه نسل سوم با صنعت ارائه و تشریح می‌شود. از ویژگی‌های این مدل می‌توان به پویایی و به‌روزرسانی مستمر آن برمبنای دستاوردها اشاره کرد. مؤلفه‌ها و ویژگی‌های مدل، ارکان و بازیگران کلیدی مدل و دستاوردهای خروجی آن به‌تفصیل مورد بحث قرار می‌گیرد. در ادامه به یک نمونه اجراشده این مدل در صنعت گاز پرداخته می‌شود.

تشریح مدل:

مدل پیشنهادی تعامل یک دانشگاه نسل سوم با صنعت در شکل ۱ نشان داده شده است. فعالیت‌های این مدل شامل گام‌های زیر است:

- بازدیدهای صنعتی
- جلسه‌های تخصصی
- آموزش مهندسی
- تعریف مسئله
- محصولات خروجی
- نوآوری



شکل ۱: مدل تعاملی یک دانشگاه نسل سوم با صنعت

۲. ارکان مدل

ارکان مدل پیشنهادی تعامل دانشگاه با صنعت در شکل ۲ نشان داده شده است و شامل شبکه‌ای از استادان دانشگاه، دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، دانش‌آموختگان، پژوهشگران پسا دکتری، متخصصان صنعتی و دانشگاهی ایرانی/خارجی شاغل در داخل/خارج از کشور هستند. در مرکز این مدل، یک هسته پژوهش و فناوری مصوب دانشگاه قرار دارد که با برنامه مدون پنج‌ساله در دانشگاه فعالیت می‌کند. این هسته با مسئولیت یکی از استادان دانشگاه و با مشارکت یک یا چند استاد و دانشجوی تحصیلات تکمیلی شکل می‌گیرد. تعریف و بیان مسئله، ساختارسازی، پایش و بازنگری در ساختار هسته‌های پژوهش و فناوری و نوآوری، تجمیع اطلاعات و مدیریت دانش و تجربه‌ها در این شبکه توسط استاد مسئول هسته صورت می‌پذیرد. همچنین، این استادان وظیفه تعریف و تشریح مسئله‌های موردعلاقه صنعت، برنامه‌ریزی برای به‌روزرسانی دانش و تجزیه شبکه و هماهنگی بین اعضای شبکه را به عهده دارند. جلسات معمولاً به‌صورت فیزیکی در محل صنعت یا دانشگاه یا به‌صورت مجازی از طریق شبکه‌های اجتماعی و ابزارهای ارتباطی مثل اسکایپ[1] برگزار می‌شود. ورود اعضای جدید به شبکه معمولاً حساب‌شده و با برنامه خواهد بود؛ ازاین‌رو، شبکه به‌طور پیوسته ولی به‌کندی و به‌صورت حساب‌شده و با برنامه‌ریزی گسترش می‌یابد.

1- Skype

شکل ۲: ارکان مدل پیشنهادی

۳. بازدیدهای صنعتی

به‌عنوان نخستین گام در شناخت ماهیّت صنعت، اعضای شبکه (به‌ویژه دانشجویان و دانش‌آموختگان تازه‌کار) در بازدیدهای تخصصی از صنعت شرکت می‌کنند. این بازدیدها در دو قالب بازدیدهای کوتاه‌مدت تخصصی و کارآموزی هدفمند انجام می‌پذیرد. بازدیدهای کوتاه‌مدت معمولاً در یک یا چند نوبت از صنعت صورت می‌پذیرد. همچنین در این مدل، مقصد کارآموزی در کارخانه با برنامه‌ریزی قبلی و با هدف تسلط بیشتر بر موضوع مطالعه در بخش هدف در کارخانه و گردآوری اطلاعات اولیه تعیین می‌شود. بازدیدهای تخصصی می‌تواند به‌صورت مکمّل کارآموزی یا مستقل از آن تعریف و اجرا شود و معمولاً به‌صورت ترکیبی از بازدیدهای میدانی، گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و جلسات فنی ـ تخصّصی برای شناخت ابعاد مختلف مسئله و تشریح ابهامات و چالش‌های آن اجرا می‌شود. بازدیدهای تخصصی در مراحل اولیه معمولاً کلّی است و در مراحل بعدی به‌صورت تخصصی‌تر و با جزئیات بیشتر اجرا می‌شود. بازدیدهای صنعتی یک گام اساسی در تعریف مسئله فناوری به شمار می‌رود.

۴. جلسه‌های تخصصی

پیرو بازدیدهای تخصصی، جلسات فنی به‌موازات بازدیدهای تخصصی در صنعت و گاه مستقل از بازدیدها در محل دانشگاه یا صنعت برگزار می‌شود. این جلسه‌های باتوجه‌به شرایط و حسب نیاز و موضوع می‌تواند به‌طور حضوری در صنعت، دانشگاه یا به‌صورت مجازی با استفاده از ابزارهای ارتباطی مانند اسکایپ هماهنگ شود. در این جلسات، چند هدف ویژه پیگیری می‌شود. از مهم‌ترین ویژگی‌ها می‌توان به تبادل و به‌اشتراک‌گذاری دانش آکادمیک و تجربه صنعتی بین متخصصان دانشگاهی و صنعتی، تشریح دقیق مسئله‌های صنعتی، بررسی راه‌حل‌های موجود و ممکن، رسیدن به ادبیات مشترک بین اعضای صنعتی و دانشگاهی شبکه علمی در خصوص مسئله مسئله‌های مورد بحث، و درک صحیح از ابعاد مسئله، موانع و محدودیت‌های فیزیکی و قانونی در تعریف و اجرای مسئله اشاره کرد. همچنین، بخش دیگری از جلسه‌های تخصصی به تعریف و توافق برروی اخذ داده‌های جدید فنی، آزمون‌های آزمایشگاهی و عملیاتی، به‌اشتراک‌گذاری و بحث و تبادل‌نظر بر روی محاسبات اختصاص دارد. با گذشت زمان و ادامه تمرکز هسته پژوهش و فناوری روی مسئله موردتوافق، ابعاد جدیدتری از صورت مسئله برای طرفین روشن می‌شود. این جلسات با گذشت زمان غنای بیشتری پیدا می‌کند و به‌تدریج ممکن است از سطوح کارشناسی به لایه‌های مدیریتی گسترش یابد.

این روند برای صنعت و دانشگاه تازگی ندارد، لیکن جست‌وجو برای یافتن راه‌حل‌های نوآورانه معمولاً نیازمند صرف زمان است که در حوصله صنعت نیست. در سوی دیگر، هسته پژوهش و فناوری برای محک زدن و اثبات توان فناوری، کاربردی کردن پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی، پویایی و روزآمدی دانش فنی و تخصصی اعضا می‌تواند حساب ویژه‌ای بر روی این ارتباطات و جلسات مستمر باز کند. درک صحیح مسئله‌های صنعتی و تحلیل و تعمیق آن می‌تواند چراغ راه نوآوری و اقتصاد دانش‌بنیان به‌عنوان پایه‌های دانشگاه نسل سوم باشد.

۵. آموزش مهندسی

همانطور که پیش‌تر ذکر شد، آموزش مهندسی علاوه بر کارکرد کلاسیک و رایج خود در انتقال مفاهیم دانشگاهی به جامعه مخاطب صنعتی، ابزار ارتباطی هسته‌های پژوهش و فناوری دانشگاه‌ها و تسهیل‌گر سایر فعالیت‌های مدل تعامل دانشگاه نسل سوم با صنعت است. در عصر دانایی، آموزش مهندسی درگاه دریافت داده‌ها، اطلاعات و تجربه‌های مهندسی است و فراتر از رویکردهای رایج کلاسیک در محتوا و شیوه اجرا به پل ارتباطی دانشگاه نسل سوم با صنعت تبدیل می‌شود. در همین راستا و بر اساس ادبیات اتحادیه اروپا، آموزش مهندسی از یک فعالیت «مداخله‌ای» به یک فعالیت «تحولی» تغییر ماهیت می‌دهد و به نوعی سرمایه‌گذاری بر توسعه انسانی درون دانشگاه

و شرکای منطقه‌ای آن تبدیل می‌شود (آذین، ۱۳۹۵). آموزش‌های مهندسی می‌تواند در صنعت توسط استادان دانشگاه یا در دانشگاه توسط متخصصان صنعتی اجرا شود. این فعالیت‌ها در قالب کلاس‌های رایج و متداول، کارگاه‌های آموزشی، آموزش‌های در محل کار[1] و نشست‌های تخصصی قابل تعریف و اجرا است. برگزاری یک دوره آموزش مهندسی به‌صورت پویا می‌تواند محرک ارتباطات و زمینه‌ساز بازنگری و تقویت سرفصل محتوای آموزشی دانشگاهی و صنعتی برحسب تغییرات و نیاز صنعت باشد. در بخش مطالعه موردی به یک نمونه از آموزش مهندسی با ذکر تغییر و تحولات اشاره خواهد شد.

۶. تعریف مسئله

مجموعه فعالیت‌های پیش‌گفته شامل بازدیدهای صنعتی، جلسه‌های تخصصی، آموزش مهندسی، فرایند تعریف مسئله را با رویکردی مبتنی بر دانش تخصصی و با چشم‌اندازی به سوی مأموریت‌های دانشگاه نسل سوم و کارافرینی دانش‌بنیان پیش می‌برد. در این فرایند، اطلاعات تخصصی اولیه از جلسه‌ها و بازدیدها و دوره‌های آموزش مهندسی استخراج شده و با مطالعه و مرور منابع علمی و به‌اشتراک‌گذاری آن در بین اعضای شبکه، درک نسبتاً دقیق از مسئله و نیاز صنعت به دست می‌آید. همچنین، اعتمادسازی در صنعت بر پایه شناخت ظرفیت هسته‌های پژوهشی ایجاد می‌شود؛ به‌طوری‌که فرایندهای تعریف پیشنهاده[2] را تسهیل می‌سازد. در همین حال، پاره‌ای از نیازهای فناورانه صنعت در قالب پژوهش‌های پسادکتری توسط پژوهشگران و دانش‌آموختگان جوان و پویا قابل تعریف و انجام است. چنانچه یک هسته پژوهشی این مراحل را به‌درستی، صحیح و اصولی و پیوسته دنبال کند، در پایان، یک دوره زمانی به سبدی از موضوعات پروژه‌های فناورانه می‌رسد که هرکدام ظرفیت تبدیل به یک محصول/ خدمت دانش‌بنیان را دارد. در یک چرخه سالم اقتصادی انتظار می‌رود که این زنجیره فعالیت‌ها به‌تدریج مورد حمایت صنعت واقع شود و محصولات خروجی از آن نیز پس از دریافت تأییدیه‌های مختلف به درون صنعت راه پیدا کند.

۷. دستاوردها و نوآوری

نوآوری[3] حاصل یک فرایند برهم‌کنشی یادگیری و تبادل دانایی است که در نتیجه همبستگی میان اعضا نظام نوآوری یا خوشه نوآوری ایجاد می‌شود. نوآوری به‌صورت «تازه‌سازی و گسترش محدوده محصولات و خدمات و بازارهای مربوط، بیان شیوه‌های جدید تولید، تأمین و پخش، معرفی تغییرات

1- On the Job Training

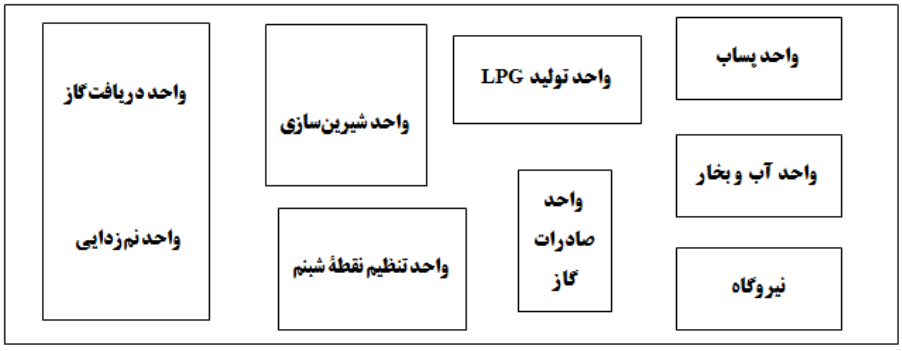
۲- برابر نهاد فارسی «پروپوزال» مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی

3- Innovation

در مدیریت، سازمان کاری و شرایط کار و مهارت‌های نیروی کار» یا به زبان ساده‌تر «ظهور موفقیت‌آمیز ایده‌های جدید» تعریف می‌شود. پنج نظریه ارائه‌شده توسط متخصصان، خاستگاه نوآوری را علم (فشار فناوری)[1]، نیاز بازار (فشار بازار)[2]، (وجود ارتباط میان اعضای بازار)[3]، (شبکه‌های فناوری)[4] و (شبکه‌های اجتماعی)[5] می‌دانند (نبی‌پور، ۱۳۸۷). تعریف و اجرای مسئله‌های اولویت‌دار صنعت در یک فرایند کلاسیک به ارائه راه‌حل‌های مهندسی و سبدی از انتشارات شامل گزارش‌های فنی، مقالات علمی در کتاب، نشریات تخصصی و رویدادهای علمی منجر می‌شود. در دانشگاه‌های نسل سوم، نوآور و کارآفرین، گستره وسیع‌تری از دستاوردهای ارتباط با صنعت قابل تصور است. پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی، خلق ایده‌های جدید، توسعه فناوری، ارائه راه‌حل‌های نوآورانه، ثبت دانش فنی و اختراع، و در گامی فراتر، ثبت و تأسیس و فعال‌سازی شرکت‌های دانش‌بنیان مبتنی بر ایده‌ها و محصولات نوآورانه از جمله دستاوردهای ارتباط با صنعت در یک دانشگاه نسل سوم است که با تکیه بر ظرفیت هسته‌های پژوهش و فناوری قابل دستیابی است.

۸. مطالعه موردی

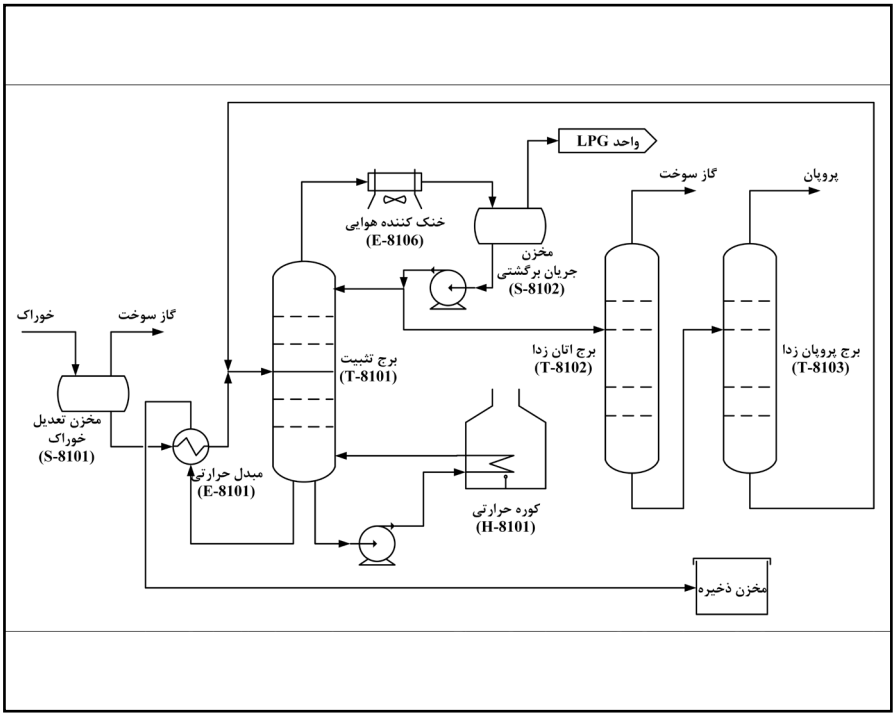
مدل پیشنهادی در یک بازه زمانی پنج‌ساله توسط هسته پژوهش و نوآوری گاز میعانی و مدیریت کربن[6] دانشگاه خلیج فارس در واحد مهندسی فرایند یک پالایشگاه گاز طراحی و اجرا شد. این برنامه هم‌اکنون در سال سوم خود قرار دارد و یافته‌های آن به‌طور پیوسته مورد پایش و ارزیابی قرار می‌گیرد. به‌منظور شناخت بهتر پالایشگاه، ساختار کلی آن در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: ساختار کلی یک پالایشگاه گاز

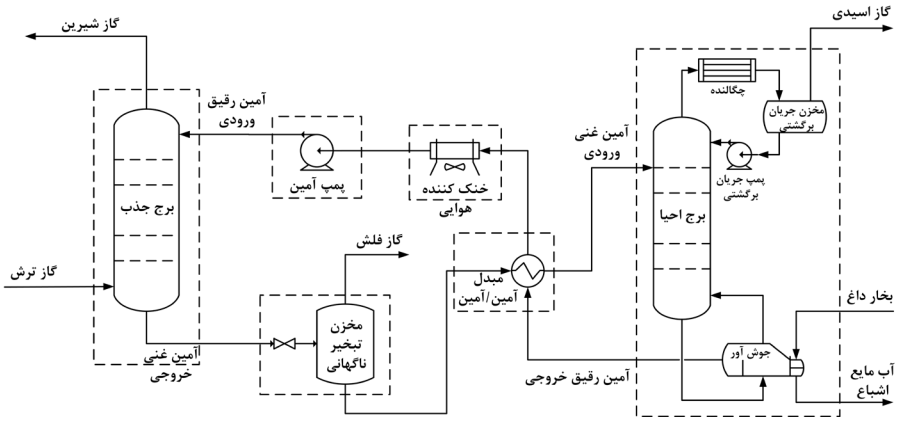
1- Technology Push Theory
2- Market Pull Theory
3- Chain link Theory
4- Technology Network Theory
5- Social Network Theory
6- Gas Condensate and Carbon Management Research Group

در گام نخست این برنامه از واحدهای تولید گاز مایع[1]، خط گازهای ارسالی به مشعل[2] و واحد شیرین‌سازی با آمین بازدید صورت گرفت. در ادامه، نشست‌های تخصصی برای مرور مسئله‌های اولویت‌دار مهندسی فرایند برگزار شد. چرخه بازدید و نشست تخصصی در طول سه سال گذشته به‌طور پیوسته تکرار شده است. در این دوره برای شناخت بهتر مسئله‌های اولویت‌دار، داده‌های موردنیاز دو مسئله نمونه گردآوری و شبیه‌سازی بر روی آن انجام شد. این دو مسئله عبارت است از بازیابی گازهای ارسالی به فلر در واحد تثبیت[3] و تحلیل اگزرژی[4] در واحد شیرین‌سازی با آمین. یک واحد فرایندی انجام شد. در ادامه با مطابقت نتایج شبیه‌سازی با داده‌های عملیاتی، برنامه‌ریزی برای گرفتن داده‌های جدید برای تکمیل مطالعات اولیه صورت گرفت. طرح‌واره واحد تثبیت و واحد شیرین‌سازی گاز با آمین در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴: طرح‌واره واحد تثبیت (حاجی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷)

1- Liquefied Petroleum Gas (LPG) 2- Flare 3- Stabilization Unit
4- Exergy



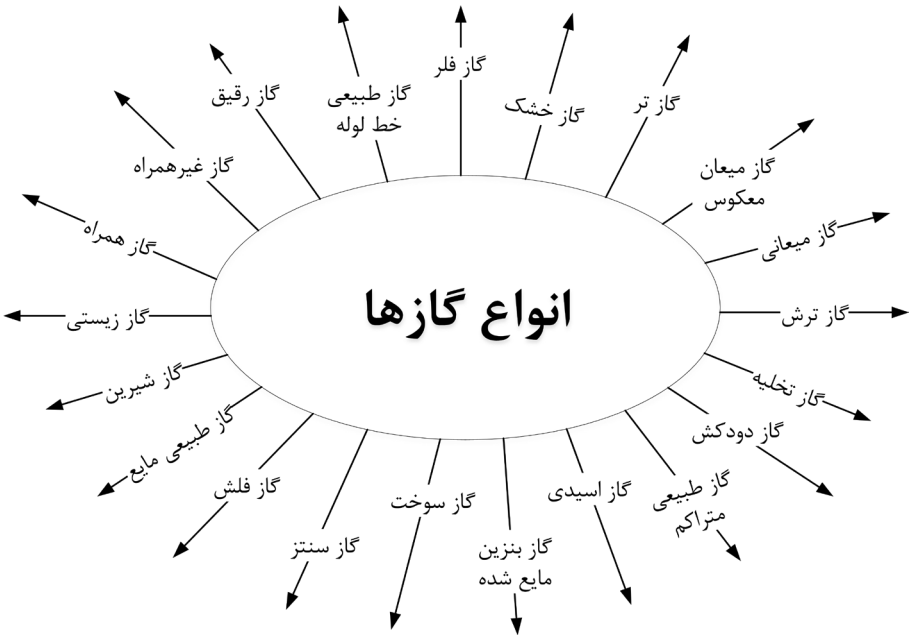
شکل ۵: طرح‌واره واحد شیرین‌سازی گاز با آمین (آذین و همکاران، ۱۳۹۴؛ محمدی باغملایی و همکاران، ۱۳۹۷)

در بخشی از فرایند همکاری، یک دوره تخصصی آموزش مهندسی با عنوان «ترمودینامیک گازها» توسط هسته در صنعت ارائه شد. بر اساس تجربیات حاصل از بازدیدهای صنعتی، جلسه‌ها تخصصی و حل مسئله مهندسی، که ارتباط نزدیک با مبحث دوره آموزش مهندسی داشت، همچنین برمبنای ارزیابی سطح دانش و تجربه مهندسی فراگیران، مدرسان تصمیم به بازنگری در سرفصل محتوای مصوب دوره گرفتند تا دوره آموزشی از کارایی بیشتری برای متخصصان و کارشناسان صنعت داشته باشد. جزئیات سرفصل محتوای دوره ترمودینامیک گازها مصوب شرکت ملی گاز ایران و سرفصل بازنگری‌شده در جدول ۱ آمده است. بازنگری در دوره به گونه‌ای بود که محتوایی جدید متناسب با یافته‌های مهندسی به‌صورت مکمل سرفصل دوره مصوب به کارشناسان ارائه شود. آموزش مهندسی در این دوره به‌صورت کاملاً تعاملی برگزار شد و با مشارکت فراگیران که پیشینه بالایی در صنعت گاز داشتند، فهرست مفصلی از انواع گازهای موجود در یک پالایشگاه گاز استخراج شد که در شکل ۶ نشان داده شده است. در گام بعد دسته‌بندی انواع گازها بر حسب کیفیت، خواص، کاربرد، منشأ و... صورت گرفت. این دسته‌بندی برای درک صحیح و اصولی رفتار ترمودینامیکی گازها و معادلات حالت به‌کاررفته برای تعیین خواص حجمی[1] گاز اهمیت دارد. در ادامه، مبحث اگزرژی و ترکیب قانون اول و دوم ترمودینامیک مطرح شد. مفهوم، اصول ترمودینامیکی، روابط ریاضی، مدل‌سازی ترمودینامیکی اگزرژی همراه با یک مثال عملی تحلیل اگزرژی در واحد شیرین‌سازی گاز ترش با آمین (شکل ۵) تشریح شد. علت انتخاب این واحد، تخصص فراگیران بر جزئیات طراحی و بهره‌برداری این واحد و تجربه حاصل از حلقه‌های پیشین تعامل هسته پژوهشی دانشگاهی (بازدیدهای صنعتی، ملاقات‌های تخصصی، تعریف و حل مسئله صنعتی) بود که نتایج آن در این دوره آموزش مهندسی ارائه و تحلیل شد.

1- Pressure- Volume-Temperature (PVT)

جدول ۱: سرفصل محتوای دوره ترمودینامیک گازها

سرفصل محتوای اجراشده	سرفصل محتوای مصوب
• طبقه‌بندی مواد و حالات آنها در طبیعت	• طبقه‌بندی مواد و حالات آنها در طبیعت
• کمیت‌ها و واحدهای فیزیکی	• کمیت‌ها و واحدهای فیزیکی
• تغییر حالت‌های فیزیکی و فشار بخار مایعات	• تغییر حالت‌های فیزیکی و فشار بخار مایعات
• بررسی منحنی‌های تغییر حالت مواد خالص	• بررسی منحنی‌های تغییر حالت مواد خالص
• آشنایی با مشخصه‌های ترمودینامیکی	• آشنایی با مشخصه‌های ترمودینامیکی
• محاسبه جرم مولکولی مخلوط گازی	• محاسبه مول مخلوط گازها و چگالی نسبی آنها
• گرمای محسوس نهان کمیت‌های اصلی و فرعی	• قوانین بویل ماریوت چارلزگیلوساک
• چگالی مدل تبخیر	• معادله حالت گازهای کامل
• آشنایی با منابع گاز در یک پالایشگاه گاز	• فشار و حجم‌های جزئی گازها
• دسته‌بندی انواع گاز	• انحراف از قانون گازهای ایده‌آل و ضریب تراکم‌پذیری
• ملاحظات اساسی در محاسبات ترمودینامیکی انواع گاز	• قوانین گازها ماده و انرژی
• معادله حالت گازهای کامل	• حالات ماده و انواع انرژی
• معادلات حالت گازهای واقعی	• گرمای محسوس نهان کمیت‌های اصلی و فرعی چگالی مدل تبخیر
• ضریب تراکم‌پذیری	• انجماد نقطه جوش و...
• فشار و حجم‌های جزئی گازها	• محاسبه جرم مولکول مخلوط گازی
• انحراف از قانون گازهای ایده‌آل و ضریب تراکم‌پذیری	• قوانین بویل کیلوساک دالتون ضریب تراکم‌پذیری
• قانون اول ترمودینامیک	
• قانون دوم ترمودینامیک	
• ترکیب قانون اول و دوم ترمودینامیک: مفهوم اگزرژی	
• کاربردهای اگزرژی	
• تعیین میزان تخریب اگزرژی در یک واحد فراوری گاز با آمین	



شکل ۶: منابع گاز در یک پالایشگاه گاز

با این تغییر محتوا، آموزش مهندسی دوره ترمودینامیک گازها به شیوه‌ای پویا تحول یافت و به‌جای طرح مباحث کلی، پایه‌ای و ساده که برخی از آنها اصولاً مورد نیاز کارشناسان نیست، مباحث جایگزین مفید و روزآمدی ارائه شد که شناخت تجربی و عملیاتی از واحد موردمطالعه را با دانش مهندسی تکمیل و درک مدرن‌تری از ترمودینامیک گازها در صنعت گاز به مخاطب ارائه داد. برای نزدیک‌تر شدن مخاطب به این مفاهیم علمی و همراهی بیشتر با محتوای درس، مبانی و مفاهیم علمی دوره برمبنای دانش تجربی فراگیران پیش رفت. علاوه بر این، تدریس و تشریح اصول بنیادی ترمودینامیک و تحلیل منابع گاز در پالایشگاه همراه با مفاهیم مدرن مدیریت انرژی، اگزرژی و محیط زیست، مشارکت مخاطبان روی مسئله تحلیل اگزرژی را در پی داشت و نتایج محاسبات و کدهای برنامه تهیه‌شده توسط هسته پژوهشی به کمک کارشناسان مورد تحلیل عملیاتی قرار گرفت. صحت‌سنجی نتایج به‌دست‌آمده، امکان‌سنجی اخذ داده‌های جدید از واحد آمین باتوجه به محدودیت‌های فیزیکی واحد و ظرفیت آزمایشگاه، امکان عملی پیشنهادهای مهندسی حاصل از تحلیل سیستم مطابق شرایط عملیاتی و چیدمان تجهیزات نیز از جمله مباحثی بود که در حاشیه آموزش مهندسی در این دوره مورد بحث و بررسی قرار گرفت و بازخورد آن برای تکمیل مطالعات بسیار حائز اهمیت بود.

وقتی یک فعالیت علمی، آموزشی، پژوهشی به شکل اصولی و با محوریت یک هسته پژوهش و فناوری پویا شروع می‌شود و مؤلفه‌ها و ارکان این فعالیت از دانشگاه و صنعت با مدل پیشنهادی به

تعامل می‌پردازند، محصولات دانشی به‌طور طبیعی از این فعالیت‌ها به دست می‌آید. این موضوع در خصوص هسته پژوهشی گاز میعانی و مدیریت کربن دانشگاه خلیج فارس نیز صادق است. تاکنون دستاوردهایی از جمله مقالات چاپ‌شده و ارسال‌شده در مجلات معتبر علمی (حاجی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ محمدی باغملایی و همکاران، ۱۳۹۷) و ارائه‌شده در کنفرانس‌های علمی معتبر (سخایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زاهدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵) به دنبال داشته است. علاوه بر این، تعریف، تصویب و شروع به کار یک پژوهش پسادکتری، یک پایان‌نامه دکتری، یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد، یک قرارداد پروژه صنعتی، یک پروژه کارشناسی، و یک سبد از موضوعات پژوهش و فناوری در حال حاضر در این هسته جاری است که دستاوردهای آن در سال‌های آتی به دست خواهد آمد. ثبت اختراع و تأسیس شرکت‌های دانشگاهی و زایشی[1] برمبنای محصولات دانش‌بنیان از برنامه‌های آتی هسته است.

۹. نتیجه‌گیری

در این مقاله یک مدل یکپارچه تعامل دانشگاه نسل سوم با صنعت ارائه و تحلیل شده است. ارکان، فعالیت‌ها و دستاوردهای مدل و ارتباط آنها با اهداف دانشگاه نسل سوم و آموزش مهندسی تشریح شد. همچنین، نتایج مدل پیشنهادی به‌صورت آزمونه[2] مطالعه موردی توسط هسته پژوهشی گاز میعانی دانشگاه خلیج فارس در یک پالایشگاه گاز ارائه و تحلیل شده است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از تحول در سرفصل محتوای آموزش مهندسی همگام با تعریف، حل مسئله‌های کاربردی موردنیاز و اولویت‌دار صنعت، نزدیک شدن ادبیات صنعت و دانشگاه، پویایی در تعریف پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی کاربردی دانشگاه، تکمیل و به‌روزرسانی سبد پژوهش و فناوری هسته دانشگاهی است.

۱۰. تشکر و قدردانی

از مهندس عبدالصمد نجفی و هادی هاشم‌زاده فرهنگ مدیران عامل فعلی و سابق، مهندس اکبر ناظمی رئیس آموزش، مهندس سیدجعفر طاهری رئیس مهندسی فرایند، مهندس عیسی حیدری کارشناس ارشد مهندسی فرایند، مهندس عباس عمرانی مهندس ارشد و جانشین رئیس آزمایشگاه شرکت پالایش گاز فجر جم، اعضای هسته پژوهشی گاز میعانی و مدیریت کربن دانشگاه خلیج فارس مهندس محمد محمدی باغملایی، مهندس عبدالله حاجی‌زاده، دکتر طاهره عبداللهی، مهندس پرویز زاهدی‌زاده که در انجام این پژوهش میدانی همکاری داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

1- Spin-off

۲- برابرنهاد فارسی واژه «پایلوت»، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی

مراجع

- آذین، رضا؛ ناطق، مهشید و عصفوری، شهریار (۱۳۹۳). نمودارهای فرایندی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، دانشگاه خلیج فارس.
- آیین‌نامه اینترنشیپ شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۸۶.
- اشرفی‌زاده، سیدنظام‌الدین (۱۳۹۴). آسیب‌شناسی پژوهش در علوم و مهندسی طی دهه‌های اخیر در ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۷(۶۷)، ۱۱۳-۱۲۷.
- بختیاری‌نژاد، فیروز و ناهید شیخان (۱۳۹۵). توسعه فناوری در کشور با بازبینی برنامه درسی رشته‌های مهندسی، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۸ (۴)، ۲۱-۳۶.
- توفیقی، جعفر و نسرین نورشاهی (۱۳۹۱). ارائه راهکارهایی برای توسعه همکاری دانشگاه و صنعت در ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۴ (۵۶)، ۷۵-۹۵.
- زاهدی‌زاده، پرویز؛ محمدی‌باغملایی، محمد؛ آذین، رضا؛ حاجی‌زاده، عبدالله و حیدری، عیسی (۱۳۹۵). بهینه‌سازی برج جذب در فرایند شیرین‌سازی گاز با استفاده از تحلیل اگزرژی، ارائه شده در همایش انرژی و صنعت پتروشیمی، ۱۱ بهمن، عسلویه.
- سخایی، زهرا؛ آذین، رضا؛ محمدی باغملایی، محمد؛ حیدری، عیسی و علی‌نژادطیبی، احمد (۱۳۹۵). امکان‌سنجی دفع گازهای گلخانه‌ای یک پالایشگاه گازی و تزریق به یک مخزن گاز میعانی نیمه تخلیه شده: مطالعات رفتار فازی، ارائه شده در همایش انرژی و صنعت پتروشیمی، ۱۱ بهمن، عسلویه.
- سلیمی، قاسم، آذین، رضا؛ پاکیزه، علی و مهدیه، امید (۱۳۸۹). در جستجوی رویکرد مدیریت دانش در محیط‌های آموزشی: مطالعه موردی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه خلیج فارس، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۲ (۴۵)، ۱۰۵-۱۲۶.
- گودارد، جان، (۱۳۹۵). پیوند دانشگاه‌ها به رشد منطقه‌ای: درس‌هایی از اتحادیه اروپا، ترجمه رضا آذین دانشگاه خلیج فارس.
- نبی پور، ایرج (۱۳۸۷). اقتصاد دانایی محور، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر.
- نبی پور، ایرج (۱۳۹۲). شهر دانایی، راهنمایی برای سیاست‌گزاران توسعه شهری، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر.
- نبی پور، ایرج (۱۳۹۷). دانشگاه نسل سوم در انقلاب صنعتی چهارم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر.
- وایسما، یوهان جی؛ اتزکوویتز، هنری و گیب، آلن (۱۳۹۵). دانشگاه نسل سوم و دانشگاه کارافرین، ترجمه ایرج نبی پور، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر.
- Hajizadeh, A.; Mohamadi-Baghmolaei, M.; Azin, R.; Osfouri, Sh. and Heydari, I. (2018). Technical and economic evaluation of flare gas recovery in a giant gas tefinery, *Chemical Engineering Research and Design*, 131, 506-519.

◄ **رضا آذین**، دانشیار مهندسی نفت دانشگاه خلیج فارس، دانش آموخته مهندسی شیمی در مقاطع کارشناسی و ارشد و مهندسی نفت در مقطع دکتری است. زمینه کاری ایشان مهندسی مخازن نفت و گاز، مدیریت کربن، تحلیل انرژی و اگزرژی فرایندهای مهندسی، نوآوری و توسعه فناوری بالادستی نفت و گاز و مهندسی فرایند است