پارادایم نوین علوم مهندسی پژوهش محور (با تأکید بر مهندسی نفت)

سیدغلامحسین حسن‌تاش[1] ـ محمد امین نادریان[2]

چکیده

یکی از معضلات مدیریت نیروی انسانی در صنعت که در کنار سایر مشکلات، کاهش بهره‌وری در این بخش را موجب گردیده است عدم بهره‌گیری مناسب، بهینه و کارا از منابع انسانی است. نگارندگان معتقدند که پارادایم موجود در مهندسی یکی از عمده‌ترین دلایل این معضل می‌باشد، این پارادایم باعث شده است تا کارکردهای عملیاتی و طراحی نظام مهندسی که مبتنی بر انجام فعالیت‌های غیرخلاق و تکراری است نقش پررنگ‌تری به خود گیرد و از فعالیت‌های مطالعاتی و پژوهشی که باعث بالابردن بهره‌وری و ایجاد انگیزه برای خلاقیت و تولید دانش می‌شود غفلت گردد. البته بررسی‌ها نشان می‌دهد که این مشکل در اغلب صنایع در سطح بین‌المللی نیز وجود دارد، اما در

۱. عضو هیئت علمی مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی و دانشگاه آزاد اسلامی

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تهران

کشوری مانند ایران که فارغ‌التحصیلان آن در رشته‌های فنی و مهندسی از ضریب هوشی و خلاقیت بالایی برخوردارند، به صورت مضاعفی رخ می‌نماید.
در این مقاله با بررسی چگونگی پیاده‌سازی علوم مهندسی در قالب نظام مهندسی، اثر پارادایم نوین علوم مهندسی بر کارکردهای مختلف عملیاتی، طراحی و پژوهشی، و نیز ساز و کار تأثیر رویکرد پژوهش محور بر علوم، در نظام مهندسی و نظام انگیزشی کارکنان مورد توجه قرار گرفته است. در این بررسی، به مهندسی نفت با توجه به پیوستگی‌ها و پیچیدگی‌های فرآیند آن، توجه بیشتری شده است.
این مقاله همچنین عواملی که برای نیل به موفقیت در قالب مهندسی پژوهش محور مورد نیاز است را مورد بررسی قرار می‌دهد و ضمن آن فرض می‌کند که در ساختارهای سازمانی که بر مبنای این رویکرد از مهندسی، طراحی می‌گردند، فضای همکاری، تعامل و خودانگیختگی پدید می‌آید.

واژه‌های کلیدی
پارادایم، علوم مهندسی، نیروی انسانی، پژوهش، نفت.

مقدمه

جهت شناخت دقیق‌تر علوم مهندسی پژوهش محور و نحوه به‌کارگیری آن، تعمق در سؤالات زیر و تلاش در جهت‌پاسخ‌گویی به این سؤالات می‌تواند راهگشا باشد:

- دانشگاه‌ها و شرکت‌ها چگونه می‌توانند با توجه به اهمیت تخصصهای علوم مهندسی، از آنها برای پاسخگویی به چالش‌ها و نیازهای محتمل دهه آینده، کمک بگیرند؟
- آیا این امکان وجود دارد که مهندسین برای بالابردن سود شرکت‌های بزرگ و کوچک نقشی مولدتر و خلاق‌تر داشته باشند؟
- چه ابزارهایی برای بالابردن بهره‌وری مهندسین مورد نیاز است؟
- آموزش‌مهندسین و نظارت برفعالیت‌وعملکرد آنها به‌چه شکل باید باشد؟

• کدام ساختار سازمانی برای بهینه‌سازی مهارت‌های مهندسین و ارتقاء سطح دانش و انگیزش ایشان قابل طراحی است؟

و اما در خصوص مهندسین نیز سؤالات زیر مطرح است:

• نقش آنها در آینده چگونه خواهد بود؟

• آیا در آینده باز هم مهندسین می‌توانند در تمام طول عمر خود شغلهای فنی و مهندسی را هدایت کنند؟ (عمر مفید کاری مهندسین در زمان حال و آینده چقدر است؟)

• چگونه می‌توان خلأ فنی موجود در مهندسین با تجربه را که به‌علت نداشتن انگیزه، توانایی‌های فنی خود را روزآمد نمی‌نمایند از میان برد؟

برای پاسخ‌گویی به این سؤالات بررسی‌هایی در مورد نحوه به‌کارگیری تواناییهای مهندسین بویژه در صنعت نفت صورت پذیرفته که امید است در آشناسازی با نحوه پیاده نمودن علوم مهندسی پژوهش محور و شناخت خصوصیات مطلوب برای مهندسین آینده راهگشا باشد.

در هرحال بررسی‌های این مقاله بر دو فرض زیر استوار است:

اول اینکه اغلب مهندسین در دوران تحصیل خود آموزشهای لازم را در جهت رویکرد پژوهش محوربه علوم مهندسی نمی‌بینند و لذا هنگامی که در محیط کار قرار می‌گیرند از قبول مفاهیم آن سر باز می‌زنند امّا در عین حال از تداوم فعالیتهای غیرمتنوع و تکراری نیز خسته و بی‌انگیزه می‌شوند.

دوم اینکه اغلب شرکت‌ها دارای ساختارهایی هستند که رویکرد عملیاتی به علوم مهندسی دارند و توجهی به مهندسی پژوهش محور نمی‌کنند.

پارادایم موجود علوم مهندسی

پارادایم، مجموعه‌ای از مفاهیم، ارزشها، ادراکات و تجارب در میان جوامع مختلف

می‌باشد که تصور مردمان آن جوامع را در خصوص وقایع و خلق‌وخوهای اشتراکی شکل می‌دهد و مبنای سازماندهی جوامع مختلف می‌باشد. به‌عبارت دیگر منظور از پارادایم مدلی است که بیان می‌کند چگونه گروههای مختلف از افراد در کنار یکدیگر فعالیت می‌کنند و در مدل مورد نظر ما جامعه مهندسین به‌صورت کلی و جامعه مهندسین نفت به صورت خاص مد نظر می‌باشند. این جامعه شامل مدیران رده بالای فارغ‌التحصیل در رشته‌های مهندسی که روی فعالیتهای مهندسی تأثیر می‌گذارند نیز می‌شود. شکل ۱ نحوه سازمان یافتن جامعه مهندسان در مدل مورد نظر ما را نشان می‌دهد.

به‌طورکلی می‌توان کارکردهای علوم مهندسی را در قالب سه رویکرد زیر دسته‌بندی کرد:

۱. رویکرد عملیاتی به علوم مهندسی(OE) [1]

شکل ۱. تقسیم بندی رویکردهای مختلف مهندسی و نقاط همپوشانی آنها

1. Operational Engineering

۲. رویکرد طراحی به علوم مهندسی(DE) [۱]

۳. رویکرد پژوهشی به علوم مهندسی(IE) [۲]

رویکرد عملیاتی شامل کلیه فعالیتهای اداری، حسابداری و مونتاژ است که دارای فرایندهای مشخص گام به‌گام، همراه با قوانین، روش‌ها، محاسبات، گزارش‌ها و نحوه اجراء هستند. به‌عنوان مثال می‌توان به انجام محاسبات تعادل مواد، تحلیل منحنی‌های افت، بسیاری از محاسبات اقتصادی، محاسبات هیدرولیکی، تولید فرمهای مربوط به فعالیتهای شرکتی و تنظیم گزارش‌های روزانه و سایر گزارش‌ها اشاره کرد.

رویکرد طراحی، مربوط به فعالیتهای طراحی سیستمها و ساختارها می‌شود که بسته به شرائط خاص هر کشور به لحاظ رشد علوم و ابزارهای مهندسی و تکنولوژی می‌تواند به صورت انجام فعالیتهای مشخص دارای روال و قوانین معین باشد و یا به صورت فعالیتهای تحقیقاتی نمایان شود. طراحی تفکیک‌گرها و یا طراحی چاهها در مناطق فلات قاره مثالهایی از این نوع رویکرد هستند.

رویکرد پژوهشی در واقع به‌دنبال ارائه روشها و طراحی‌های جدید و اقتصادی شکل می‌گیرد به‌طوری‌که با وظیفه و کارکرد سازمانی که این نوع فعالیتها در آن صورت می‌گیرد عمیقاً در ارتباط است. به‌عنوان مثالی از یک رویکرد پژوهشی می‌توان به یافتن روش جدید و اقتصادی Infill Drilling [۳] در یک میدان نفتی که دارای ۴۰۰ حلقه چاه تولیدی می‌باشد به منظور بالا بردن ضریب بازیافت اشاره کرد.

در این میان این نکته پراهمیت وجود دارد که مرزبندی چندان مشخصی را نمی‌توان میان این سه رویکرد قائل شد. ممکن است فعالیتی که در یک کشور

1. Design Engineering
2. Investigative Engineering
۳. حفاری چاههائی که به‌منظور بالا بردن بهره‌وری چاهها در مناطق تخلیه نشده مخازن صورت می‌گیرد.

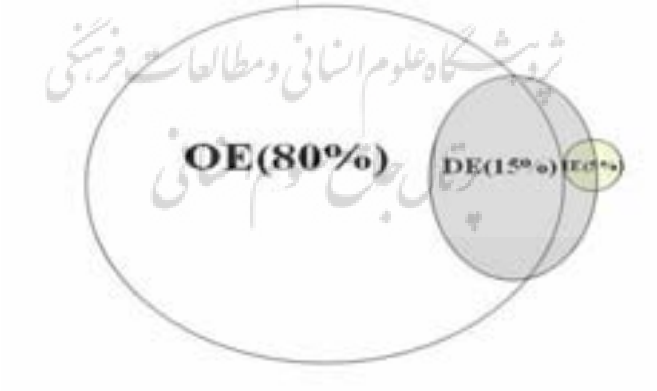
به‌عنوان یک فعالیت طراحی محور محسوب می‌شود در کشور دیگر به‌دلیل ساختار آموزشی، تکنیکی و تکنولوژیکی به صورت فعالیت پژوهش محور محسوب گردد. این همپوشانی در شکل ۲ مشاهده می‌شود.

تولید از دیدگاه مهندسی

پیش از آنکه به بررسی مؤلفه‌های پارادایم موجود در نظام مهندسی بپردازیم لازم است نگاه کوتاهی به جنبه مهم دیگری از این پارادایم، که تفاوت مقوله تولید در شرکت‌های فعال در زمینه هیدروکربن می‌باشد داشته باشیم.

هنگامی که یک شرکت تولیدی اقدام به تولید اتومبیل، هواپیما، لاستیک، کامپیوتر و یا کالاهایی نظیر اینها می‌کند دارای یک خط تولید معین برای تولید، توسعه و بازاریابی این کالاهای مشخص است و برای بهبود بخشیدن به حاشیه سود خود در سایه رقابت‌پذیری و تقاضای بازار تلاش می‌کند تا هزینه خود را در سیستم تولید و توسعه به حداقل برساند، اما در صنعت نفت وضعیت متفاوتی وجود دارد. در شرکت‌های نفتی به مهندسین، ناظرین و مدیران در قبال افزایش تولید

شکل ۲. حجم رویکردهای مختلف مهندسی در پارادایم موجود مهندسی



نفت و گاز پاداش پرداخت نمی‌شود. بلکه پاداشهای اعطایی در قبال کارایی در تولید ناملموس است و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در ارتباط با تولید نفت و گاز و فرآورده‌های نفتی است. به‌عنوان مثال اکتشاف و تولید ترکیبی از فعالیتهای طراحی و حفاری چاه‌های اکتشافی، تشخیص و ارزیابی میزان هیدروکربن و سیالات دیگر موجود در مخزن، شبیه‌سازی مخازن، تهیه طرح توسعه مخزن، تکمیل چاهها، تولید و فرآوری هیدروکربنها و سیالات دیگر و اجرای اقداماتی برای افزایش تولید است. بنابراین در اینجا با یک خط تولید ناملموس روبرو هستیم.

درک تفاوت میان خط تولید ناملموس و خط تولید ملموس بسیار اهمیت دارد. ارتباط دانش مهندسی همه‌روزه با فرایندها، عملیاتها و دیگر مسائل غیرقابل لمس در حین انجام کار بیشتر می‌شود. امروزه اهمیت کار یک مهندس حفار در این است که با سرعت و بازده اقتصادی بیشتر و ضریب ایمنی بالاتر یک چاه تکمیل شده را با یک مکان معین و در یک عمق مشخص حفر کند.

تحلیل پارادایم موجود مهندسی

برای تحلیل پارادایم موجود مهندسی در شرکت‌های تولیدی که پیش‌زمینه بررسی ماست، پیش از هر چیز لازم است کارکردهای مختلف مهندسی را در قالب شرکت‌های مختلف حوزه نفت و گاز ارزیابی کنیم.

در حال حاضر روش جاری مهندسین صنعت نفت جهت ارزیابی فرایندها و عملیاتها دقیقاً مشابه روش مورد استفاده در بقیه صنایع است. در این روش مهندسین ابتدا نوع محصول را تشخیص می‌دهند که از آن جمله می‌توان به طراحی چاه، پیش‌بینی تولید، تعمیر چاه و یا تنظیم گزارش‌های متفاوت عملیاتی، مطالعات مدلسازی مخزن، و تحلیل چاه نگاری اشاره نمود. بدین ترتیب مهندسین در گام بعدی به این فکر می‌افتند که چگونه این محصول شناسایی شده را در کادر سازمان

توسعه دهند. در واقع تشخیص گام به‌گام مراحل و روند مورد استفاده در خط تولید دقیقاً اشاره به این موضوع دارد. در این مرحله سؤالاتی مطرح می‌شود مانند این که عبارتند از:

- برای توسعه محصول نیاز به چند مهندس داریم؟
- این مهندسین باید دارای چه مهارتها و قابلیتهایی باشند؟
- آنها به چه ابزارهایی از قبیل سخت افزار و نرم افزار و اطلاعات و برنامه‌های کامپیوتری نیاز دارند؟

برای پاسخ‌گویی به این سؤالات لازم است ارزیابی مناسبی از کل محاسبات مهندسی لازم برای فرایند صورت گیرد. همین ارزیابی باید برای کیفیت داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای محصول موردنظر نیز انجام گیرد.

لازم است برای انجام هر عملیات مهندسی به تمامی سؤالات پاسخ داده شود و از همه مهمتر اینکه ارزیابی مناسبی از ارزش محصول این فرایند به لحاظ اقتصادی انجام گیرد و شرکت مشخص کند که این محصول چقدر ارزش دارد.

نکاتی که اشاره شد در بردارنده رویکرد موجود مهندسی است و طبق محاسبات صورت گرفته در آمریکا در سال ۱۹۹۲، تقریباً ۸۰ درصد کل فعالیتهای مهندسی شامل فرایندهای تکراری عملیات محور می باشد. این فعالیتها بسیار خسته‌کننده و غیرخلاق هستند و بیشتر آنها نیازمند تخصص‌های خیلی بالا نمی‌باشند، و به‌راحتی از طریق اتوماسیون و سپردن به خط تولید قابل اجرا می‌باشند. همچنین در صورت تهیه ابزار لازم سهم عمده‌ای از فعالیتهای عملیات محور و طراحی محور می‌تواند باحضور بعضی از تکنیسین‌های‌نفتی نیز محقق شود.

خلاء رویکرد پژوهشی در علوم مهندسی

بسیاری از شرکت‌ها ارزش مهندسین با تجربه و با مهارت خود را درک نمی‌کنند و آنها را به انجام کارهای تکراری و خسته‌کننده عملیات محور و طراحی محور

مشغول می‌دارند. شاید به‌ندرت مهندسی یافت شود که به وی فرصت لازم برای پرداختن به مسائل پژوهش محور داده شود تا محصول جدید و یا فرایند و خلاقیت تازه‌ای را ارائه کند و به‌همین دلیل بسیاری از مهندسین با تجربه و ماهر به لحاظ فنی رشد نمی‌کنند. پدید آمدن چنین فضایی تا حدود زیادی نتیجه پارادایم موجود مهندسی می‌باشد. شکل ۳ مراحل زمانی در پارادایم‌موجود مهندسی را نشان می‌دهد.

این نمودار سه سیکل مهم شغلی را نشان می‌دهد که شاید مستقیماً ربطی به رویکردهای مختلف مهندسی نداشته باشند اما یک همبستگی بسیار مهم میان سن مهندسین و آنچه آنها مشغول به انجام آن از نظر رده‌بندی عملیاتی، طراحی، برنامه‌ریزی و پژوهش هستند، وجود دارد.

مهندسین اصولاً در فاز سنی خاصی که قابلیت تأثیرپذیری زیادی از محیط شغلی خود دارند بیشتر به مسائل عملیات محور می‌پردازند. این فاز در واقع با فارغ‌التحصیل شدن دانشجو از دانشگاه در مرحله کارشناسی و یا کارشناسی ارشد و نخستین سال اشتغال به کار او شروع می‌شود. فرد در ۳ تا ۶ سال اول که در واقع

شکل ۳. سیر تحول شکل‌گیری هویت مهندسی در پارادایم موجود مهندسی

در مرحله آموزش و کارآموزی به سر می‌برد بسیار انعطاف‌پذیر بوده و به‌راحتی می‌تواند با هر پارادایمی هماهنگ گردد. در این مرحله همه چیز برای او جدید و چالش برانگیز است.[1]

مهندسین پس از چند ماه وارد فاز کسب مهارت می شوند و تلاش می‌کنند با توجه به تجربیات به‌دست آمده از فاز انعطاف‌پذیری در حوزه مشخص، تبدیل به یک متخصص گردند.

فاز بعدی فاز تغییر است که ۸ تا ۱۲ سال پس از فارغ التحصیلی رخ می‌دهد. در این فاز هیچ گونه چالش و یا مسئله جدیدی برای مهندسین جهت ارزیابی و یادگیری به‌وجود نمی‌آید. بدین ترتیب مهارتهای جدیدی کسب نمی‌شود و دانش او افزایش نیافته و یا روزآمد نمی‌شود. لذا فرد بسیار خسته و بی‌انگیزه می‌شود و در نتیجه میزان بهره‌وری‌اش نیز نسبت به سالهای قبل کاهش می‌یابد.

نکته دیگری که در مورد فاز تغییر می‌توان عنوان کرد این است که به علت عدم ایجاد چالش در دانش فنی مهندسین و تجربه بسیار بالای آنها، این احساس در آنها ایجاد می‌شود که هر آنچه نیاز بوده است را آموخته‌اند و لذا دیگر هیچ تلاشی برای به روز نمودن دانسته‌های خود انجام نمی‌دهند. این نقطه‌ای بحرانی است زیرا مهندسین دیگر در تصمیم گیریها به مسائل فنی توجه نمی‌کنند و براساس تجربیات کلیشه‌ای خود تصمیم می‌گیرند و به طور کامل به این تجربیات اعتماد می‌کنند.

در گذشته اغلب هنگامی که مهندسین به این مرحله می‌رسیدند و شرکت‌ها پاسخگوی نیازهای آنها نبودند، استعفا می‌کردند و شغل جدیدی را برای خود

۱. مدت زمانی که هر یک از این فازها طول می کشد به ویژگی‌ها و خصیصه‌های فردی افراد و همچنین به نحوه سازماندهی محیط کار وابسته است و اطلاعات ارائه شده بر اساس مطالعات صورت گرفته در آمریکا است.

انتخاب می‌نمودند. این روش به نحوی راه حلی موقتی برای برون رفت از شرایط ایجاد شده بود ولی در مهندسی نفت فرد دارای انتخابهای گسترده‌ای برای تغییر موقعیت شغلی خود نیست و لذا در همان شغل خود بدون انگیزه و از سر ناچاری به فعالیت می‌پردازد که به بهره‌وری بسیار پایین او منتج می‌گردد.

یکی دیگر از مشکلات رویکرد پژوهش محور این است که مهندسین با روشهای علمی و پژوهشی آشنا نیستند و عموماً مشاهده می‌شود که حتی مهندسینی که علاقه‌مند به توسعه ابزارهایی برای کار پژوهشی خود هستند، با چگونگی به کارگیری این ابزارها برای بررسی سیستمهای مختلف مهندسی آشنا نیستند و برعکس به دنبال این هستند که سیستم کلی را به بخشهای کوچک تجزیه کنند و ابزارها را تنها در بخشهای کوچک به کار گیرند.

بررسی مسائل فوق ما را به یک نتیجه مهم دیگر می‌رساند که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود.

همانطور که مشاهده می‌شود عموماً از بین هر ده نفر مهندس تنها یک نفر با شخصیت و توانایی‌های بالفعل برای فعالیتهای پژوهشی وجود دارد و از این بین دو یا سه نفر نیز دارای توانایی بالقوه می‌باشند که در اثر آموزشهای مناسب می‌توانند برای فعالیتهای پژوهشی آماده گردند. گروه بعدی شامل افرادی می‌شود که به هیچ وجه توانایی انجام فعالیتهای پژوهشی را ندارند و تنها از آنها می‌توان فعالیتهای عملیاتی را انتظار داشت. البته این نمودار بر اساس متوسط جهانی تهیه شده است ولی در شرایط ایران با توجه به نظام گزینش دانشجو و ویژگیهای فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی اگر شرایط مناسب باشد وضعیت متفاوت خواهد بود.

البته همانگونه که کاملاً مشهود است توانایی انجام فعالیتهای پژوهشی شدیداً بستگی به سازماندهی و ساختار سازمانی و نظام آموزشی دارد به نحوی که

نمودار۴. شخصیتهای متفاوت مهندسی در رویارویی با فعالیتهای پژوهشی

برای مهندس انگیزه‌های لازم در جهت انجام این سری فعالیتها ایجاد شود. یک مثال بسیار مناسب از ساختار سازمانی برای انجام کارهای پژوهشی را می‌توان در انجام پروژه‌های خاص تحقیقاتی مانند مطالعات مخزن یافت اما متأسفانه این ساختارها در کشورهای در حال توسعه ساختارهای موقتی هستند که پس از تکمیل مطالعات منحل می‌شوند.

از سوی دیگر زمان مورد نیاز برای انجام کارهای پژوهشی در پارادایم موجود که هیچگونه توجهی به پژوهش نمی‌نماید بسیار زیاد است و پاداشی در خور نیز در قبال انجام این نوع کارها داده نمی‌شود و در واقع زمان انجام این کارها زمان از دست رفته تلقی می‌گردد که باعث می‌شود نیروهای مهندسی به انجام این کارها رغبتی نشان ندهند و عملاً جذب کارهای عملیاتی و طراحی گردند. به این ترتیب کارهای عملیاتی و طراحی بر فعالیتهای پژوهشی رجحان

می‌یابند. به عبارت دیگر ساختار سازمانی و برنامه‌ریزی نیروی انسانی و نظام پرداخت و پاداش‌دهی به‌گونه‌ای است که فعالیتهای عملیاتی بر پژوهشی رجحان دارد.

طبق آنچه که گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که باید تغییراتی در پارادایم موجود پدید آید. حال سؤال اساسی این است که آیا می‌توان با توجه به تغییراتی که می‌خواهیم ایجاد کنیم روشی را ارائه دهیم که همه فعالیتهای عملیاتی و طراحی به بهترین نحو انجام شود و از سوی دیگر مهارتهای مهندسین نیز در جهت کارهای پژوهشی سمت و سو داده شده و ارتقاء یابد.

پاسخ به این سؤال مستلزم تغییر در پارادایم است که خود نیازمند تغییر در نظام آموزشی، نظارت بر عملکرد مهندسین، نوع سازماندهی، نظام ارزیابی و ارزشیابی عملکرد، و نقش بسیار مؤثر سیستمهای نرم افزاری و کامپیوتری و سیستمهای هوشمند می باشد.

تغییر پارادایم

برای ایجاد تغییر در هر جامعای باید ابتدا تغییر در پارادایم صورت گیرد. صاحب نظران معتقدند که تغییر پارادایم در اثر شوکهای انقلابی پراکنده صورت می‌گیرد، به‌طورکلی می‌توان تغییر پارادایم را به چهار شکل زیر عنوان کرد:

۱. جباری
۲. لقایی
۳. جباری ـ القایی
۴. لقایی ـ اجباری

در بررسی تاریخچه اکتشاف و تولید در صنعت نفت مشاهده می‌کنیم که عوامل متعددی باعث تغییر پارادایم به شکل القایی در صنعت شده‌اند که از آن جمله می‌توان به بازیافت ثانویه، اکتشاف و تولید در مناطق فلات قاره و آبهای

عمیق، حفاری جهت‌دار و افقی اشاره نمود. کامپیوتر نیز تغییر پارادایم بزرگی را در ژئوفیزیک، ارزیابی سازند، مهندسی مخزن و طراحی فرایندها و سیستمهای کنترل ایجاد کرده است.

رویکرد پژوهشی، کاتالیزور تغییر پارادایم در مهندسی نفت

همانگونه که کاملاً مشخص است برای حرکت از پارادایم موجود مهندسی به سوی پارادایم نوین مهندسی نفت که پاسخ گوی نیازهای بیشتری باشد باید یک تغییر پارادایم صورت گیرد اما امروزه بخشی از این تغییر پارادایم به علت رخدادهایی همچون افزایش قیمتهای جهانی نفت، کاهش ذخائر اضافی قابل کشف در جهان و گسترش تکنولوژیها به‌عنوان عوامل مجبورکننده صورت گرفته است و در کنار این عوامل، کاتالیزوری که این فرایند تغییر را تسریع می‌کند، اقبال به رویکرد پژوهشی در مهندسی نفت می‌باشد.

اهمیت این رویکرد در ایجاد فضایی است که تا به حال در پارادایم موجود مهندسی وجود نداشته است و برای تحقق آن باید به نکات زیر توجه داشت:

۱. سیستم مدنظر ما نیازمند شناسایی نیروهای دارای توانایی بالفعل در فعالیتهای پژوهشی در شرکت‌ها و همچنین در دانشگاه‌ها است.

۲. فعالیتهای پژوهشی در دانشگاه‌ها باید همسو و در راستای نیاز صنعت باشد و به‌عبارت دیگر صنعت و دانشگاه مکمل یکدیگر باشند.

۳. آموزش در دانشگاه‌ها باید به نحوی باشد که نحوه انجام فعالیتهای پژوهشی به صورت کامل آموزش داده شود. در عین حال شرکت‌های نفتی باید فرض را بر این بگذارند که تعلیمات لازم در این زمینه به فرد داده نشده است و خصوصاً در سیستم آموزش بدو خدمت خود مطالب و موضوعات لازم در این زمینه را بگنجانند و در جریان آموزشهای حین خدمت پی‌گیری نمایند.

۴. شرکت‌ها و دانشگاه‌ها باید ابزارها و ساختارهای سازمانی را ایجاد کنند

تا بتوانند از نتیجه فعالیت‌های پژوهشی بهره‌برداری نمایند.

۵. مدیریت و نظارت بر فعالیتهای پژوهشی ارتقاء یابد و سعی شود که رفته‌رفته به فرهنگ مهندسی در سازمان تبدیل گردد.

۶. نظام ارزیابی و ارزشیابی و نظام ارتقاء شغلی به‌گونه‌ای اصلاح شود که انگیزه‌های لازم را در این زمینه به وجود آورد.

۷. نظام کارامد چرخش شغلی که شاغل را طبق برنامه تدوین شده در مشاغل مختلف جای می‌دهد، تدوین گردد. خصوصاً حضور در مراکز پژوهشی نیز در مقاطع مختلف باید در برنامه چرخش شغلی فرد قرار گیرد.

مهارتهای مهندسی مورد نیاز

کلید انجام فعالیتهای پژوهشی حضور مهندسین دارای توانایی بالفعل در انجام این سری فعالیتها است و تنها این افراد هستند که می‌توانند اداره این چنین فعالیتهایی را بدون هیچ‌گونه آموزشی به عهده گیرند. این افراد به خوبی از عهده وظایف‌شان و مأموریت‌هایی که به آنها واگذار شده، برمی‌آیند. اما متأسفانه علائق این سری افراد به سرعت افت می‌کند و این مسئله یکی از بزرگترین خصوصیات آنهاست. در واقع این مهندسین در صورتی که در محیط پویا و مورد چالش قرار نگیرند به‌سرعت احساس خستگی و کسالت می‌کنند. این گروه الزاماً جزء دانشجویان نخبه محسوب نمی‌شوند و به نظر می‌رسد که وجود این خصوصیات در این افراد به علت توارث نیست بلکه نتیجه یک‌سری تجربیات خاص دوره جوانی با دوستان، خانواده، اساتید و یا آموزگاران آنهاست که باعث می‌شود این تواناییها در این افراد به صورت بالفعل در آید.

اگر این گروه به اندازه کافی برانگیخته نشوند قطعاً برای پیش برد اهداف خود اقدام به انجام کارهای اضافی نمی‌نمایند بلکه از تواناییهای طبیعی خود برای انجام کار بهره می‌برند لذا در صورتی که بخواهیم از توانمندیهای این افراد نهایت

استفاده را ببریم باید آنها را مرتباً در شرایط پویا و پر چالش قرار دهیم.

این افراد توانایی مدیریت پروژه و یا مدیریت فنی را به‌خوبی دارا هستند. همچنین می‌توانند مسائل مهندسی را به شکل عملیاتی و قانونمند و متوالی درآورند. با وجود همه این توانمندیها نباید اجازه داد که این افراد در یک پست عملیاتی و یا طراحی خسته‌کننده به صورت بلندمدت فعالیت کنند.

گروه بعدی افرادی هستند که به صورت بالقوه دارای این چنین توانمندیهایی می‌باشند و در صورت آموزش مناسب می‌توانند قابلیتهای اداره فعالیتهای پژوهشی را به‌خوبی از خود بروز دهند و حتی گاهی این گروه از افراد کارآیی بیشتری نسبت به گروه اول از خود نشان می‌دهند. این افرادعموماً جزء افراد نخبه در دانشگاهها محسوب می‌شوند که نمره‌های خود را از طریق تلاش فراوان و پشتکار به دست می‌آورند اما پس از فارغ‌التحصیلی و ورود به بازار کار شرایط سازمانی اجازه بالفعل شدن تواناییهای آنها را نمی‌دهد.

برخلاف گروه اول، گروه دوم علائق خود را به سرعت از دست نمی‌دهند و در صورتی که مرتباً مورد چالش قرار نگیرند دچار کسالت و سرخوردگی در کار نمی‌شوند اما در عین حال برای بروز توانایی‌های مورد نظر در فعالیتهای پژوهشی باید تلاش شود تا این افراد نیز به چالش کشیده شوند.

گروه سوم افرادی هستند که دارای توانمندیهای بسیار کمی برای انجام فعالیتهای پژوهشی می‌باشند و در صورت وجود تمام ابزارهای لازم برای انجام فعالیتهای پژوهشی باز هم بازدهی خوبی را ندارند و بیشتر علاقه‌مندند که فعالیتهای عملیاتی و طراحی را انجام دهند، اما در صورت نظارت و آموزش کافی و مناسب بعضی از این افراد می‌توانند توانمندیهای خود را در این زمینه بروز دهند.

آخرین گروه افرادی هستند که هیچ‌گونه توانایی برای انجام فعالیتهای پژوهشی ندارند و به هیچ‌وجه امکان برانگیختن و حتی ارتقاء سطح آموزشی

ایشان وجود ندارد. این افراد حتی در انجام بعضی از فعالیتهای طراحی محـور نیـز ناتوان هستند و بیشتر برای انجام کارهای عملیاتی به کار می‌آیند.

ابزارهای انجام فعالیتهای پژوهشی مهندسی

برای انجام فعالیتهای پژوهشی مهندسی سه نوع ابزار مورد نیاز است:

- برنامه‌های شبیه‌سازی[1]
- سامانه‌های تعامل فکری و تبادل اطلاعات مهندسی[2]
- سیستمهای هوشمند[3]

در مورد افراد گروه اول که توانایی بالفعل در انجام کارهای پژوهشی دارند، حتی هنگامی که کامپیوتر در اختیار این افراد قرار نمی گیرد باز هم تلاش می کنند با استفاده از ماشین حسابهای الکتریکی و مکانیکی خود کارهای پژوهشی بدیعی را انجام دهند. بنابراین اگر برای این افراد پروژه مشخصی را با در اختیار قـرار دادن فضای مناسب تعریف کنیم قطعاً نتایج بسیار جالبی را به دست خواهند آورد.

چنین تصور می‌شود که اگر فـضای مناسـب بـا ابـزار مناسـب همچـون کامپیوتر همراه گردد کارایی انجام فعالیتهای پژوهش محـور بـه مراتـب بـالاتر خواهد رفت اما تجارب موجود در دنیا نشان می دهد که از زمان ورود کـامپیوتر به عرصه فعالیتهای پژوهشی تا حدود زیادی از کارایی و حتی مقـدار کمـی ایـن فعالیتها کاسته شده و حجم فعالیتهای طراحی محور و عملیات محـور در مهندسـی افزایش عمده‌ای یافته است.

در حال حاضر بیشتر کاربردهای برنامه‌های کامپیوتری در کشور به شکل مجزا است به صورتی که هر مهندس به روی بخش خاصی از یـک سیـستم کـار می‌کند و از فرایندهای موجود در قسمتهای دیگر سیستم مطلع نیست و در صورتی

1 . Simulation programs
2. Interactive engineering workstation
3 . Expert Systems

که فردی بخواهد یک فعالیت پژوهش محور را در قالب این سیستمها انجام دهد کاری وقت گیر و خسته کننده است زیرا با فضای کلی سیستم آشنا نیست.

به‌طورکلی ویژگی افرادی که دارای توانایی بالفعل در زمینه فعالیتهای پژوهشی هستند به این شکل است که به سادگی می‌توانند خود را با سیستم‌ها هماهنگ کرده و از آنها استفاده کنند، اما مهندسین گروههای دیگر برای استفاده از این سیستمها بلافاصله به دنبال تجزیه سیستم و بخش‌بندی آن می‌روند تا بتوانند به صورت بخشی نیز از آن استفاده کنند. این موضوع مهمترین ویژگی سیستمهای کامپیوتری است که موجب اختلال در فعالیتهای پژوهشی شده‌است. توجه به‌همین موضوع کلیدی باعث گردید که نسل جدید ابزارهای مورد نیاز جهت فعالیتهای پژوهش محور تهیه شود. ابزارهایی که دارای قابلیت‌های توسعه یافته‌ای در خصوص تعامل فکری و تبادل اطلاعات و تلفیق سیستمهای هوشمند بوده و به یکی از مهمترین عاملها برای تغییر پارادایم به سمت مهندسی پژوهش محور در کشورهای توسعه‌یافته تبدیل شوند.

البته انجام فعالیتهای پژوهش محور لزوماً وابسته به ابزارهای رایانه‌ای نیست بلکه خود فرایند پژوهش به تنهایی شکل‌دهنده یک فرایند ویژه و منحصر به فرد است و کامپیوتر تنها حکم کاتالیزور را برای این فرایند بازی می‌کند.

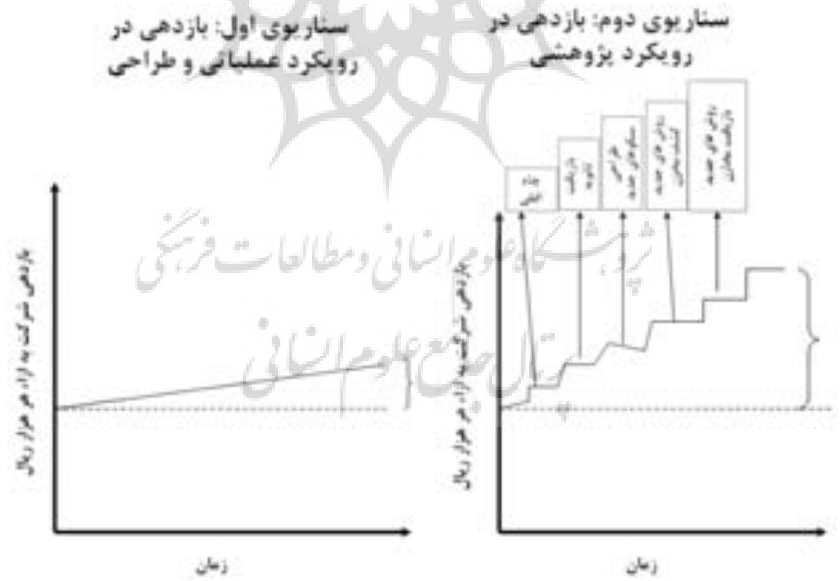
نحوه عملکرد فعالیتهای پژوهش محور

مطالعات موردی که در زمینه مهندسی پژوهش محور صورت گرفته نشانگر بالا بودن پتانسیل موجود در این رویکرد مهندسی و اثر قوی آن بر روی بهره‌وری و تولید است، در واقع باید گفت که این روش منشأ اصلی تحول و تغییر منجر به‌ابداعات تکنیکی را در خود نهفته دارد. اما نکته اساسی که ویژگی خاص این رویکرد می‌باشد و همواره باید مد نظر قرار گیرد این است که این روش بسیار زمان بر بوده و بعضاً منجر به نتیجه نمی‌شود ولی اگر به نتیجه برسد جهش عمده‌ای

را در کارایی سیستم ایجاد می‌کند که دائمی خواهد بود و باعث می‌شود سیستم در یک سطح جدید از کارایی کار خود را دنبال نماید. نمودار ۵ بیانگر دو سناریوی مختلف برای یک شرکت است یکی در شرایط حاکم بودن این رویکرد و دیگری در شرایط عدم حضور این رویکرد.

سناریوی (۱) عمدتا بر مبنای رویکردهای عملیات محور و طراحی محور به مهندسی تنظیم شده‌است، در این سناریو روند تغییر کارایی سیستم بسیار بطئی و به‌صورت خطی بوده است سناریوی دوم موقعیت همان شرکت را با دنبال کردن رویکرد پژوهش محور معرفی می‌کند. نمودار به‌خوبی نشان می‌دهد که روند تغییر کارایی به صورت پله‌ای است و در طول مقاطع زمانی هیچ‌گونه تغییری در کارایی

نمودار ۵. مقایسه بازدهی در رویکرد عملیاتی با رویکرد پژوهشی



صورت نپذیرفته و یا بعضاً کارایی رشد منفی داشته است اما با یک ابداع یک جهش ناگهانی و غیر پیوسته در کارایی شرکت صورت می‌گیرد که به‌علت آنچه که در بخشهای پژوهشی ابداع شده و یا توسعه می‌یابد تداوم یافته و پس از استانداردسازی به بخشهای عملیاتی و طراحی منتقل می‌شود.

نحوه آموزش مهندسین برای انجام فعالیتهای پژوهشی

اگر بگوییم کمتر مهندسی یافت می‌شود که بتواند بر اساس سوابق آموزشی اقدام به فعالیتهای پژوهش محور نماید چندان جای تعجب نیست زیرا جدول درسی اغلب دانشگاههای دنیا مبتنی بر آموزشهای عملیات محور و یا طراحی محور است و به بحث‌های پژوهشی کمتر متوجه می‌شود. طبیعتا هر دانشجویی برای فراگیری علوم مهندسی به کتب مرجع درسی و حل مسائل و مثالهای موجود در آنها متوسل می‌شود و تلاش می‌کند از این طریق با این علوم آشنا شده و صاحب نظر گردد. یکی از راهکارهای آموزش روشهای پژوهش محور در مهندسی، ارتباط با اساتیدی است که چنین روحیه‌ای دارند و تجربه عملی انجام کارهای پژوهشی را نیز دارا هستند. البته ممکن است بعضی تصور کنند که دانشجو از طریق استفاده از ابزارهای مهندسی پژوهش محور همچون برنامه‌های ویژه طراحی شده می‌تواند با روش مهندشی پژوهش محور آشنا شود ولی تجربه نشان داده است که این ابزارها فقط در سطح دوره‌های کارشناسی ارشد کفایت می‌کند و به هیچ‌وجه برای دوره‌های دکتری کافی نیست. متأسفانه بیشتر برنامه‌های درسی دوره‌های دکتری به شکلی است که دانشجو تلاش وافری می‌نماید تا بتواند هر چه بیشتر با جزییات علوم آشنا شده و هیچ‌گونه برنامه‌ای برای آموزش فرایند پژوهش طراحی نشده است. در واقع کار اکثر دانشجویان دوره دکتری تحقیق در خصوص بخش بسیار کوچکی از یک سیستم است. با توجه به آنچه گفته شد اعتقاد بر این است که دانشگاهها باید تفاوت میان پارادایمهای مختلف مهندسی را عمیقاً درک نمایند و

اقدام به استخدام اساتیدی نمایند که دارای تجربه‌های عملی در زمینه آموزش روش‌های پژوهش محور باشند.

نکته بسیار مهم دیگری که جا دارد یک بار دیگر بر آن تأکید شود این است که تنها افرادی می‌توانند اقدام به آموزش، نظارت و یا مدیریت یک فرایند پژوهشی نمایند که خود دارای درک حسی و تجربی از این نوع رویکردها بوده و تفاوت میان رویکردهای مختلف مهندسی را عمیقاً درک کرده باشند. اگر دانشگاه‌ها بتوانند چنین فضایی را برای دانشجویان فراهم آورند و دانشجو قبل از فارغ‌التحصیلی آشنایی کافی با رویکرد پژوهشی پیدا کند قطعاً ثمرات ارزشمندی را برای صنعت نیز به دنبال خواهد داشت.

سؤال دیگری که در اینجا مطرح می‌شود این است که اگر دانشگاه‌ها بتوانند به نحوی سازمان‌دهی شوند که فعالیتهای پژوهش محور در آنها نهادینه شود صنعت و شرکت‌های صنعتی چگونه می‌توانند از این قابلیت بهره‌برداری نمایند؟ یکی از بهترین راه‌حل‌های صنعت این است که مهندسین تازه وارد خود را در پروژه‌های پژوهشی تحت مدیریت مهندسین ارشد آشنا با روشهای پژوهشی قرار دهند و از این طریق آنها را به چالش کشانده و فرایند آموزش را از این مسیر دنبال نمایند تا این مهندسین نیز بتوانند از تجربه عملی و ملموس در زمینه این نوع فعالیتها برخوردار شوند. البته نباید انتظار داشت که همه مهندسین بتوانند تمایز میان رویکردهای مختلف مهندسی را درک کنند بلکه بر اساس نوع روحیات و پیش زمینه علمی موجود دانشگاهی خود ممکن است برخورد متفاوتی در برابر این نوع آموزشها داشته باشند؛ لذا بعضی بسیار سریع و بعضی بسیار کند خود را با این روش سازگار می‌نمایند.

سازمان‌دهی، نظارت و مدیریت در رویکرد پژوهش محور

ساختار سازمانی اکثر شرکت‌های صنعتی به نحوی نیست که به راحتی بتوانند خود

را با رویکرد پژوهشی هماهنگ نمایند و قطعاً اگر صنایع بخواهند با این رویکـرد مهندسی سازگار شوند حتماً باید تغییرات اساسی و بنیادینی را در ساختار سـازمانی خود پدید آورند. ویژگی منحصر به فرد فعالیتهای پژوهشی تغییر و تحول دائمی و پویایی آن است و مدیریت این نوع فعالیتها در واقع مدیریت تغییر و تحول قلمداد می‌شود، لذا هر چه فرهنگ سازمان با فراینـد تغییـر و تحـول دائـم سـازگارتر و هماهنگ تر شود اثرات مثبت این رویکرد در سازمان نیز بیـشتر خواهـد بـود و کارایی و بهره وری رشد بیشتری خواهد داشت.

یکی از راه‌کارهای بسیار مناسب، به کـارگیری روشـهای کـارگروهی در سازماندهی شرکت‌ها است. در نمودار ۶ مشاهده می‌شود که در این سـاختار، تـیم پژوهشی نقطه اتکاء هر برنامه پژوهشی محسوب می‌گردد. البته رهبر این تیم باید یک مهندس پژوهش محور باشد که دارای تجـارب عملـی در انجـام ایـن قبیـل پروژه‌ها بوده و توانایی مدیریت این تیم را داشته باشد. نکته دیگری کـه بایـد در مورد ویژگیهای این تیم عنوان کرد این است که ترکیب گـروه پژوهـشی بایـد متشکل از طیف متنوعی از اساتید و مهندسین دارای تخصصهای مختلف در زمینـه

نمودار ۶. ساختار تیم پروژه‌های پژوهشی

جنبه‌های مختلف مسئله مورد پژوهش باشد و نکته دیگر این که ترکیب تیم برای اجرای چند پروژه پژوهشی مشابه نباید تغییر کند تا اعضاء تیم با هم هماهنگ‌تر شده و با خصوصیات اخلاقی یکدیگر آشنا گردند و تدریجاً توانمندیهای گروه نیز ارتقاء یابد. در ساختار یاد شده مدیران عالی نقش تعیین محور پژوهشها بر مبنای بازخوردگیری از پژوهشهای قبلی را دارند و بر اساس نوع نتایجی که به آن نیاز دارند زمانهای مشخصی را برای انجام پروژه در نظر می‌گیرند و در صورتی که این انتظارات بسیار زیاد باشد آنها می‌توانند زمان مأموریت گروه پژوهشی را طولانی‌تر نمایند. البته مدیران عالی حاکم بر گروه‌های پژوهشی خود باید دارای مشاورین ارشدی در زمینه فعالیتهای پژوهشی باشند که از طریق آنها بتوانند تصمیمات پخته‌تر و سازنده‌تری را در مورد پروژه‌ها اتخاذ کنند.

هر گاه یک سازمان بتواند خود را با رویکرد پژوهشی سازگار نماید و فرهنگ پژوهشی را در ساختار خود جا بیندازد قطعاً بهره‌وری و کارایی سیستم خود را بالاتر می‌برد. نمودار ۷ چند نوع سازماندهی را که برای سازگاری با رویکرد پژوهشی قابل تصور است، نشان می‌دهد. در این سیستم تیمهای پژوهشی توسط مدیران تعریف می‌شوند و اعضاء مورد نیاز آن براساس نوع پژوهش به کار گمارده می‌شوند و عموماً سعی می‌شود افراد این تیمها متشکل از تخصصهای مختلف در زمینه‌های پژوهشی باشند. این تیم ها بر روی پروژه‌های تعریف شده کار می‌کنند و نتایج حاصل از تحقیقات آنها به بخشهای عملیاتی منتقل شده و به کار گرفته می‌شود. به این ترتیب کارایی سیستم با هر ابداع جدید و انتقال آن به بخشهای عملیاتی بتدریج ارتقاء می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در محیط پر چالش و پر رقابت بین‌المللی و در شرایطی که فرایند جهانی شدن چه بخواهیم و چه نخواهیم در حال تبلور و تحقق است، سازمان‌دهی قدیمی و

نمودار ۷. جایگاه فعالیتهای پژوهشی در زمینه مهندسی نفت در شرکت‌های پیشرفته

روش‌های سنتی در اداره امور شرکت‌ها و صنایع، کارایی لازم را نخواهند داشت. با محوریت یافتن دانایی در صنعت و تجارت که دائماً در قالب فناوری جدید رخ می‌نماید، واژه‌هایی مانند مزیت نسبی رنگ باخته و کهنه شده‌اند. چون نیک نگریسته شود امروزه همه مزیتها در دانایی بیشتر نهفته است بنابراین اگر تولید و تجارت از پشتوانه دانایی و خلاقیت و ابداعات دائمی برخوردار نباشند محکوم به شکست در عرصه رقابت جهانی خواهند بود.

از سوی دیگر توفیق شرکت‌ها و سازمانها در کنار برخورداری آنها از نیروی انسانی دانشمند، در گرو بسترسازی محیطی پویاست که موجب ایجاد

انگیزه در نیروی انسانی شود. به عبارت دیگر در اختیار داشتن نیروی انسانی تحصیل کرده و ماهر تنها شرط لازم توفیق سازمانها بوده و شرط کافی آن قرار دادن این نیرو در محیطی مناسب و پویاست، خصوصاً این که هر چه نیروی انسانی به کار گرفته شده خلاق‌تر و هوشمندتر باشد در محیط نامناسب زودتر دچار مشکلات روحی و روانی خواهد شد. رویکرد نوین مهندسی پژوهش محور که می رود تا به رویکرد مسلط در سازمانهای دانایی محور و پیشرفته امروز تبدیل شود، می‌تواند راه حلی کارا برای بسیاری از مسائلی که ذکر آن رفت باشد.

هر چه زنجیره ارزش یک صنعت پیوسته‌تر و متراکم‌تر باشد و هر چه صنعت از نظر تحولات فن‌آورانه پویاتر باشد، ارزش و اهمیت توجه به رویکرد اخیر در آن فزونی خواهد یافت و صنایع نفت به وضوح از این ویژگیها برخوردار هستند. بنابراین توجه به این رویکرد در تمامی صنایع کشور بویژه صنعت نفت از فوریت و اهمیت فراوانی برخوردار است.

منابع و مآخذ

۱. باقری رضا؛ " کارکرد مدیریت دانش در صنعت نفت و مطالعه موردی به کارگیری آن در چند شرکت بین‌المللی"؛ مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۸۴.

۲. حسن تاش، سیدغلامحسین؛ "تصمیم گیری، تصمیم‌سازی و پژوهش" ماهنامه اقتصاد انرژی، شماره ۲۱، سال ۱۳۷۹

۳. حسن تاش، سیدغلامحسین؛ "مزیت در دانایی است"، ماهنامه اقتصاد انرژی، شماره ۱۴، سال ۱۳۷۹

4. Weinschel, B.O. and Jones, R.C.: Toward the more effective utilization of American engineering, American Assn. of engineering society, 1986.

5. Millheim, K.K.: The new Engineering paradigm and the emergence of Investigative engineering, JPT, 1989.