# بهره‌گیری از صنایع موجود، راه حلی برای تسهیل تجاری‌سازی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۹/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۳/۱۸

■ رضا بندریان
عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت
bandarianr@ripi.ir

■ احمد موسائی
عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت
mousaiea@ripi.ir

## چکیده

یافته‌ها و نتایج تحقیقاتی تا هنگامی که در عرصه عمل استقرار نیابند و عواید آنها نصیب جامعه نشود، نمی‌توانند منشاء رفاه عمومی و ثروت انسانها باشند. تجاری‌سازی و انتقال یافته‌های تحقیقاتی به عرصه صنعت و بازار بی اغراق یکی از پیچیده‌ترین مراحل فرایند نوآوری است. یکی از راهکارهای موجود در این زمینه بهره‌گیری از صنایع موجود می‌باشد. منظور از صنایع موجود صنایعی است که تجهیزات مورد نیاز برای تولید صنعتی طرح را داشته و علاوه بر آن ظرفیت خالی نیز داشته باشند.

در این مقاله تلاش شده که ابتدا مزایای بهره‌گیری از صنایع موجود برای تجاری‌سازی برخی از فناوری‌های جدید تشریح شود. سپس با استفاده از یک روش‌شناسی علمی که از مبانی طراحی ماجولار و طراحی منسجم بهره می‌گیرد، به تشریح چگونگی و پیاده‌سازی یکی از فناوری‌های پژوهشگاه صنعت نفت در یکی از صنایع موجود بر اساس این روش می‌پردازد.

## واژگان کلیدی

تجاری‌سازی، تحقیق و توسعه، مراکز تحقیقاتی، بازار.

## مقدمه

اعتلای صنعتی و اقتصادی هر جامعه‌ای مرهون تحقیقات علمی و سازمان یافته است. ساختار صنایع در کشورها طی یک روند منطقی پی‌ریزی و مستحکم شده است. تشخیص نیاز بازار مصرف، انجام تحقیقات و مطالعات برای توسعه فناوری و در نهایت تجاری‌سازی آن از مراحل اجتناب‌ناپذیر تولد و ایجاد یک فناوری جدید است. [۱]

بی‌اغراق یکی از پیچیده‌ترین مراحل نوآوری، مرحله انتقال یافته‌های تحقیقاتی به عرصه تولید است که با عنوان "انتقال فناوری از تحقیقات به تولید" مطرح می‌شود. واقعیت این است که هیچ الگوی قطعی و بلامنازعی در این زمینه وجود ندارد. بنابراین بر عهده کارشناسان تجاری‌سازی است که راه حل مطلوب را برای هر پروژه خاص، با توجه به ویژگی‌های آن و با عنایت به شرایط و روش‌های موجود تهیه کنند. شرط اصلی و گلوگاهی این است که پژوهشگران، توسعه‌گران، و ... همه با هم بخواهند که نوآوری تجاری شود. باید توجه داشت که رفت و آمد، گفتگو، مذاکره، بحث‌های سازنده، نمایش قابلیت‌ها و کارایی فناوری، همه و همه در شمار ملزومات این مرحله بحرانی است، پس نباید از چنین تلاش‌هایی خسته شد. [۲]

در انتقال فناوری از تحقیقات به تولید تا جایی که امکان دارد فعالیت‌ها باید به طور موازی دنبال شوند و از همان مراحل اولیه، به همه مراحل نهایی کار و به ویژه به تجاری‌سازی فناوری اندیشیده شود و مشکلات و مسائل آن دیده شوند. اگر قبل از شروع تحقیق به تجاری‌سازی نتایج آن توجه نشود، حتماً دشواری‌های جدی در انتظار خواهد بود. [۳]

از همان ابتدا باید بررسی شود که این فناوری یک فرصت مستقل[1] (تکافوی[2] ایجاد یک کسب و کار جدید را می‌نماید) است یا وابسته[3] (تکافوی ایجاد یک کسب و کار جدید را نمی‌نماید)؟ اگر بررسی‌ها نشان می‌دهد که پروژه حالت وابسته دارد، باید آن را در نهایت یکی از صنایع موجود تجاری نماید (در صنایع موجود خورانده شود)، در این حالت باید از همان آغاز کار به سراغ صنعت رفت و کوشید تا رابطه احترام‌آمیز و صمیمانه‌ای با کارشناسان صنعت برقرار کرده و مشارکت آنها را جلب نمود. [۴]

اگر شرایط اجازه می‌دهد باید صنعت مربوط را نسبت به مشارکت در پروژه توجیه نمود. حالت

1. Stand-Alone Opportunity
2. Adequate
3. None Stand-Alone Opportunity

مطلوب آن است که صنعت از ابتدا، کاملاً همپای پروژه باشد، یعنی کارشناسان صنعت با تیم پروژه ارتباط نزدیک داشته باشند. [۵]

بیش از ۹۰٪ از پتنت‌هایی که در آمریکا تجاری می‌شوند، در صنایع موجود خورانده می‌شوند (تجاری می‌شوند) و فقط ۱۰٪ از پتنت‌های تجاری شده منجر به ظهور شرکت‌های جدید می‌شوند. [۶]

بهره‌گیری از صنایع موجود نیازمند لحاظ کردن ملاحظاتی در مراحل مختلف توسعه فناوری است. در این مقاله قصد داریم تا پس از ارائه تعریف تجاری‌سازی و تشریح مزایای بهره‌گیری از صنایع موجود به ارائه روشی برای ارتقاء پتانسیل تغذیه شدن فناوری‌های جدید در صنایع موجود بپردازیم.

## ۱- تعریف تجاری‌سازی

بر اساس نگرش سیستمی، تجاری‌سازی مرحله پایانی فرایند نوآوری فناورانه است که انجام موفق آن به ثمر رسیدن یک فناوری در عرصه تجاری را منجر گردیده و در آن هنگام است که فناوری مورد نظر می‌تواند منشاء رفاه و ثروت جامعه قرار گیرد.

در تعریف تجاری‌سازی بیان می‌شود که تجاری‌سازی فرایند انتقال دانش و فناوری از یک شخص یا گروه به شخص یا گروه دیگر به منظور بکارگیری آن دانش و فناوری جدید در یک سیستم، فرایند، محصول و یا یک شیوه انجام کار می‌باشد. [۷]

تعاریف دیگری نیز در خصوص تجاری‌سازی وجود دارد که همه آنها مفهوم واحدی را به زبان‌های مختلف تشریح می‌کند، اما تعریفی که مناسب‌ترین پوشش را برای اهداف ما در این مقاله ارائه می‌کند عبارت است از: فرایند انتقال فناوری از مراکز تحقیقاتی و بخش‌های تحقیق و توسعه به صنایع موجود یا کسب و کارهای جدید. [۶]

آنچه که این تعریف را از سایر تعاریف متمایز می‌کند، توجه به صنایع و کسب و کارهای موجود (در صورت امکان) در کنار توجه به کسب و کارهای جدید در راستای تجاری‌سازی یافته‌های تحقیقاتی است، چرا که بهره‌گیری از صنایع موجود نسبت به ایجاد صنایع و کسب و کارهای جدید دارای مزایای متعددی بوده و منجر به ارتقاء پتانسیل تجاری شدن می‌گردد.

## ۲- صنایع موجود در مقایسه با کسب و کارهای جدید[1]

همانطور که در بالا اشاره شد، فرایند تجاری‌سازی انتقال فناوری از مراکز تحقیقاتی به صنایع می‌باشد، اما بسیاری از فناوری‌هایی که در مراکز تحقیقاتی توسعه می‌یابند در واقع فناوری تولید یک محصول جدید می‌باشند و تجاری‌سازی آن فناوری‌ها همانا استقرار فرایند تولید یک محصول جدید است که بر اساس تعریفی که از تجاری‌سازی ارائه گردید، این فرایند جدید می‌تواند منجر به ایجاد یک کسب و کار جدید گردد و یا اینکه می‌توانیم آن را به صنایع موجود تغذیه[2] نماییم. [۵]

به طور مسلم بهره‌گیری از صنایع موجود علاوه بر مزایای متعدد باعث ارتقاء پتانسیل تجاری‌شدن بسیاری از یافته‌های تحقیقاتی می‌گردد، ولیکن این امر منوط به بررسی قابلیت پذیرش فرایند جدید توسط فرایندهای موجود در صنایع (عملی بودن اضافه کردن یک یا چند جزء[3] جدید به صنایع موجود) و از سوی دیگر بررسی میزان سازگاری[4] فرایند جدید با فرایندهای موجود در صنایع می‌باشد.

ایجاد یک ظرفیت تولیدی از نقطه صفر معمولاً مستلزم سرمایه‌گذاری زیادی است، اما در مقایسه هر پروژه‌ای که بتواند در تجهیزات تولیدی موجود اجرا شود، دارای مزایای قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. هر چند که ممکن است میزانی سرمایه برای انجام اصلاحات در سیستم فعلی (به منظور مطابقت با سیستم جدید[5]) مورد نیاز باشد. این موضوع به خصوص برای کارخانجاتی که با ظرفیتی پایین‌تر از ظرفیت واقعی خود کار می‌کنند، بسیار حائز اهمیت است. همچنین بسیاری از صنایع به دنبال یافتن منابع جدید درآمدی برای بهره‌گیری از دارایی‌ها[6] و فناوری‌های[7] موجود خود هستند که این شیوه می‌تواند مورد توجه آنها قرار گیرد.

همانطور که گفته شد بهره‌گیری از صنایع موجود نسبت به راه‌اندازی کسب و کار جدید دارای مزایای متعدد است. اولین مزیت استفاده از دارایی‌های مستهلک شده (از نظر حسابداری) در مقابل تجهیزات نو می‌باشد. این موضوع باعث می‌شود که ارزش دارایی‌های بکار گرفته شده توسط پروژه جدید به میزان استهلاک انباشته آنها کاهش یابد.

دومین مزیت این است که استفاده از صنایع و کارخانه‌های موجود، ریسک شکست تجاری‌سازی یک فناوری جدید را کاهش می‌دهد.

عواملی که منجر به کاهش ریسک می‌گردند عبارتند از:

- پایین بودن هزینه‌های اضافه‌کردن تجهیزات جدید به کارخانه موجود به منظور بهبود و تطبیق سیستم آن در مقایسه با راه‌اندازی یک کارخانه جدید؛

1. New versus existing plant or business
2. Launching existing plant or existing business
3. Component
4. Compatibility
5. Retrofitting
6. Generate new revenues from current assets
7. Find new sources of revenue to exploit using your current technologies

- بالا بودن احتمال موفقیت راه‌اندازی و نصب تجهیزات جدید برای کارخانه موجود به منظور بهبود و تطبیق آن در مقایسه با طراحی یک کارخانه جدید؛
- عمر برنامه‌ریزی شده کارخانه موجود (نزدیک شدن کارخانه موجود به انتهای عمر برنامه‌ریزی شدهٔ خود از نظر فنی و اقتصادی).

اما باید این نکته را در نظر داشت که در نهایت با بهره‌گیری از صنایع موجود هر چند میزان مخاطره کاهش می‌یابد، اما به صفر نمی‌رسد. مخاطره‌های موجود عبارتند از:

- عملی بودن اضافه کردن تجهیزات جدید به کارخانه موجود برای مطابقت با شرایط مورد نیاز؛
- هزینه‌های موجود در اضافه کردن و راه‌اندازی و تجهیزات جدید به کارخانه موجود؛
- هزینه اضافی ناشی از تغییر تجهیزات فعلی کارخانه موجود به منظور بهبود و مطابقت با شرایط مورد نیاز.

در صورتی که سطح مخاطره موجود (باقی مانده) برای بهره‌گیری از صنایع موجود بیشتر از مخاطره راه‌اندازی یک کارخانه جدید باشد، در اینصورت بهره‌گیری از صنایع موجود به صرفه نخواهد بود.

البته به خاطر تغییرات فناورانه که در طی زمان رخ می‌دهد، کارخانه‌های جدید معمولاً کارایی بالاتر و اتلاف کمتری نسبت به کارخانه‌های قدیمی دارند. البته برای کارخانه‌های موجود نیز دسترسی به این سطح از کارایی امکان‌پذیر است، اما معمولاً پایدار نیست. [۴]

مزیت سوم وجود زبان مشترک است، چرا که در هنگام واگذاری فناوری شما با افرادی مذاکره می‌کنید که درون صنعت قرار دارند و نسبت به بسیاری از مسائل عملیاتی و اجرایی شناخت کافی دارند. این موضوع باعث می‌گردد که زبان مشترکی بین مذاکره کنندگان وجود داشته باشد و انجام مذاکرات با سرعت بیشتری پیش برود.

چهارمین مزیت زمان[1] است. تطبیق و آماده‌سازی تجهیزات و تسهیلات موجود با شرایط مورد نیاز با اجرای یک پروژه جدید معمولاً زمان کمتری نسبت به ایجاد یک کارخانه جدید می‌طلبد و صرف زمان یعنی صرف پول و منابع.

پنجمین مزیت این است که زمانی که پژوهشگران شاغل در پروژه‌ها برای راه‌اندازی یک فرایند جدید به کارخانه منتقل می‌شوند، بسیاری از مشکلات موجود در خط تولید را شناسایی می‌کنند و می‌توانند پیشنهاداتی در راستای بکارگیری فناوری‌های جدید، تولید محصولات جدید با سیستم تولید موجود و بهینه‌سازی سیستم موجود ارائه دهند. [۵]

مزیت ششم این است که بسیاری از فناوری‌ها از نظر مقیاس اقتصادی بسیار پایین‌تر از حدی هستند که توجیه اقتصادی برای راه‌اندازی یک کارخانه جدید داشته باشند، اما راه‌اندازی اینگونه فناوری‌ها در صنایع موجود منجر به توجیه‌پذیر شدن آنها از بعد اقتصادی می‌گردد. [۸]

هفتمین مزیت، تنوع بخشی به خطوط تولید[2] موجود در صنایع است که منجر به ارتقاء انعطاف‌پذیری صنایع موجود می‌گردد.

موارد دیگری مانند استفاده از کانال‌های توزیع شرکت برای محصول جدید، استفاده از قدرت نفوذ شرکت در بازار برای جا انداختن محصول جدید در بازار و ... از دیگر مزیت‌هایی هستند که می‌توان به آنها اشاره کرد. [۹]

به هر حال در بحث راه‌اندازی یک پروژه جدید در کارخانجات موجود ملاحظاتی در ابعاد مالی، بازاریابی و راهبردی وجود دارند که باید به آنها توجه نمود.

در بعد مالی، به طور مسلم به منظور اجرای هر پروژه جدید بررسی امکانپذیری اقتصادی آن از ابعاد مهم برای تصمیم‌گیری است. بر این اساس محاسبه بازده طرح به میزان سرمایه‌گذاری انجام شده بستگی دارد، اما برای تعیین میزان سرمایه‌گذاری انجام شده با دو سؤال مواجه هستیم:

۱ـ میزان سرمایه تزریق شده برای اجرای این پروژه چقدر است؟

۲ـ آیا باید فقط هزینه هایی را که برای اصلاح فرایند به منظور اجرای این پروژه صرف شده را در نظر بگیریم یا ارزش دفتری تجهیزات مورد استفاده را نیز در نظر بگیریم؟

برای پاسخ به این سؤالات سه حالت می‌توان در نظر گرفت:

حالت اول: سرمایه‌گذاری انجام شده و ارزش دفتری سرمایه‌گذاری موجود را در نظر گرفته و نرخ بازده پروژه محاسبه می‌گردد. اگر نرخ بازده از حداقل مورد انتظار فراتر بود، پروژه مطلوب است در غیر این صورت به حالت دوم می‌رویم.

حالت دوم: فقط سرمایه‌گذاری انجام شده برای پروژه جدید (بدون احتساب سرمایه‌گذاری موجود) در نظر گرفته می‌شود و نرخ بازده پروژه محاسبه می‌گردد که اگر از حداقل مورد انتظار فراتر بود، پروژه مطلوب است در غیر این صورت با رویکرد دیگری می‌توان پروژه را ارزیابی کرد.

حالت سوم: در صورتی که پروژه جدید براساس ارزیابی‌های فوق قابل قبول نباشد، پروژه مورد نظر را می‌توان به‌عنوان یک فرصت به منظور ارتقاء بهره‌برداری و بهره‌وری از تجهیزات، امکانات موجود و ظرفیت بلااستفاده سیستم، همچنین کاهش

1. Cut time to market
2. Diversifying to current production line

هزینه‌های سربار ثابت برای تولیدات فعلی در نظر گرفت. [۴]

در هر حال بهره‌گیری از شیوه‌های حسابداری هزینه‌های مرتبط ـ نامرتبط[1] و تصمیم‌گیری ساخت ـ خرید[2] و همچنین ملاحظات مربوط به هزینه فرصت (در صورت وجود آلترناتیوهای دیگر) می‌تواند مبنای ارزیابی یک فرصت اقتصادی باشد.

اما مطمئناً محاسبات مالی صرف نمی‌تواند مبنای تصمیم‌گیری قرار گیرد و ملاحظات راهبردی و بازار بر آن غلبه خواهند کرد.

از بعد مدیریت بازار، بر اساس مطالعات صورت گرفته در حدود ۲۶٪ از محصولات جدیدی که وارد بازار می‌شوند، از انطباق فرایند تولید آنها با فرایندهای تولیدی موجود در کارخانجات حاصل می‌گردند و تنها ۱۰٪ از محصولات جدید معرفی شده به بازار ناشی از راه‌اندازی کارخانجات جدید هستند و مابقی محصولات جدیدی که وارد بازار می‌شوند، یا عملاً محصول جدیدی نیستند (۴۴٪) (محصول جدید برای یک بازار خاص یا بهبود یافته محصولات قبلی هستند) و یا ناشی از خطوط تولید جدید در کارخانجات موجود (۲۰٪) می‌باشند. همانطور که مطرح شد، بهره‌گیری از فرایندهای تولیدی موجود برای تولید یک محصول جدید نیازمند مدت زمان بسیار کمتری نسبت به راه‌اندازی یک کارخانه جدید است. این موضوع باعث می‌شود که زمان رسیدن محصول به بازار کوتاه شده و از مزیت حضور به موقع در بازار[3] برخوردار گردد. [۶]

از دیدگاه راهبردی نیز بهره‌گیری از صنایع موجود به کاهش مخاطره و افزایش احتمال موفقیت پروژه منجر می‌گردد. همچنین شکست محصول در بازار در بردارنده هزینه‌های سنگینی نخواهد بود. چرا که هزینه‌های لازم برای متناسب کردن سیستم تولیدی موجود و تأمین تجهیزات اضافی مورد نیاز در مقایسه با هزینه‌های طراحی و ایجاد یک کارخانه جدید قابل مقایسه نیستند.

شواهد گویای مزایای متعدد بهره‌گیری از صنایع موجود در فرایند تجاری‌سازی می‌باشد. ولیکن بهره‌گیری از این مزایا منوط به درنظر گرفتن ملاحظاتی خاص در مراحل مختلف توسعه فناوری و به خصوص در مراحل طراحی فرایند است.

در ادامه به ارائه یک روش‌شناسی برگرفته از منطق ماجولاریتی[4] و منطق طراحی منسجم[5] که می‌تواند منجر به ارتقاء پتانسیل تطابق و تغذیه شدن فرایند تولید یک محصول جدید در فرایندهای تولیدی موجود شود می‌پردازیم.

## ۳ـ ماجولاریتی و طراحی ماجولار

طراحی ماجولار یک تکنیک طراحی است که می‌تواند برای توسعه فرایندها و به خصوص فرایندهای پیچیده بکار گرفته شود. اجزایی که در یک فرایند ماجولار بکار گرفته می‌شوند، باید ابعاد و ویژگی‌هایی داشته باشد که آنها را قادر به ترکیب با یکدیگر به منظور شکل دادن یک فرایند پیچیده نماید. [۱۰]

همچنین طراحی ماجولار را می‌توان به عنوان فرایند ایجاد اجزایی که دارای وظایف گسسته می‌باشند و این اجزا برای فراهم کردن دامنه متنوعی از وظایف با یکدیگر متصل می‌شوند تعریف کرد.

طراحی ماجولار بر حداقل سازی تعاملات بین اجزاء فرایند که منجر به طراحی مستقل اجزاء فرایند می‌گردد، تأکید می‌کند. بر این اساس در طراحی ماجولار هر جزء یک یا چند وظیفه خاص را پشتیبانی می‌کند. سپس وقتی برای شکل دادن یک فرایند این اجزا با یکدیگر ترکیب شوند، خواهند توانست وظایف بیشتری را پشتیبانی کنند. [۱۱]

ماجولاریتی در طراحی فرایند به ساختن فرایندهای تولید بر مبنای ماشین‌آلات ماجولار منجر می‌شود. بر این اساس باید ماشین‌آلات تولیدی را بر اساس نوع عملیات آنها به گروه‌های عملکردی طبقه‌بندی کرد و از آنها برای پاسخ به نیازمندی‌های مختلف فرایند تولید انتخاب صورت گیرد. [۱۲]

## ۴ـ طراحی منسجم

طراحی منسجم یک روش‌شناسی نظام‌مند و کارا است که برای بهبود طراحی فرایند تولید و محصول بکار گرفته می‌شود.

این رویکرد بر بهبود مستمر تأکید می‌کند و در بر گیرنده ابعاد مختلف فرایند طراحی می‌باشد و آنها را به سه مرحله اصلی گروه‌بندی می‌کند:

۱ـ طراحی سیستم: مرحله طراحی مفهومی است که در آن تخصص‌های گوناگون برای توسعه یک فناوری جدید بکار گرفته می‌شود. این مرحله به طور خاص به طراحی مفهومی مدل عمومی و ساده شده از فرایند تولید می‌پردازد.

۲ـ تعیین پارامتر: متغیرهای بسیاری وجود دارند که عملکرد یک سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این مرحله متغیرها از نقطه نظر مهندسی مشخص می‌شوند. در واقع این مرحله، مرحله‌ای است که در آن مفاهیم انتخاب شده در مرحله طراحی سیستم بهینه می‌شوند. به طور کلی اهداف تعیین پارامترها عبارتند از:

ـ شناسایی متغیرهای قابل کنترل که امکان

1. Relevant-Irrelevant Costs
2. Make or Buy Decision Making
3. Time to Market
4. Modularity
5. Robust Design

دستیابی به عملکرد ایده‌آل را برای سیستم فراهم می‌کنند.

ـ شناسایی متغیرهای غیرقابل کنترل، به منظور غیرحساس[1] نگه‌داشتن سیستم نسبت به آنها.

۳ـ طراحی تلورانس: هر چند که این مرحله اغلب به عنوان بخشی از طراحی تفصیلی در نظر گرفته می‌شود، اما یک مرحله مجزا است. به خصوص زمانی که تغییرپذیری کوچک، به اندازه کافی را نمی‌توان در تعیین پارامترها به دست آورد. در ابتدای طراحی تلورانس‌هایی که انتخاب می‌شوند، باید نسبتاً وسیع باشند. چرا که تلورانس‌های محدود اغلب منجر به هزینه‌های بالا برای تولید کننده یا عرضه کنندگان قطعات می‌گردد. طراحی تلورانس می‌تواند برای شناسایی تلورانس‌هایی که محدود بودن آنها منجر به بهبود اساسی در عملکرد سیستم می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد.

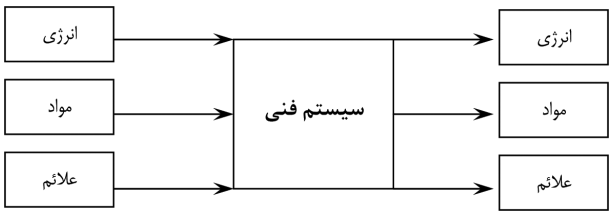
در طراحی منسجم شناسایی مشخصات خروجی‌ها کلیدی‌ترین مرحله است. درک عملکرد سیستم، به خصوص عملکرد اصلی[2] و حالت ایده‌آل[3] آن برای طراحی منسجم ضروری است. برای تعریف و تشریح کارکرد اصلی حداقل یکی از سه نوع تغییر شکل[4] ذیل باید مورد استفاده قرار گیرد که شامل تغییر شکل انرژی، ماده و سیگنال بوده که جزئیات و موارد در برگیرنده هر یک به شرح ذیل می‌باشد:

انرژی: مکانیکی، حرارتی، الکتریکی، شیمیایی و... همچنین نیرو، جریان، گرما و ...

ماده: مایع، گاز و... همچنین مواد خام، محصول نهایی، اجزاء مکمل و...

علائم[5]: اطلاعات، داده‌ها[6]، نمایش، بزرگی[7] و...

بنابراین شناسایی فرایند تغییر شکل کلیدی




شکل ۱ـ تغییر شکل‌های موجود در هر سیستم فنی به منظور تشریح کارکرد اصلی

در مراحل مختلف فرایند تولید برای درک و شناسایی کارکردهای ایده‌آل سیستم بسیار مهم است.

به هر حال انتخاب مشخصات مناسب ستاده‌ها در طراحی منسجم هنوز بسیار مفهومی است و بکارگیری آنها به شدت به تجربه فردی رهبران پروژه وابسته است و ادبیات در این زمینه بسیار محدود است. [۱۳]

با این وجود یک روش‌شناسی برای این منظور ارائه گردیده که دارای سه ساز و کار ذیل می‌باشد:

ـ تعریف و شناسایی معماری‌های مختلف سیستم، ورودی‌ها/خروجی‌ها، و کارکرد ایده‌آل برای هر یک از اجزای سیستم/ زیر سیستم؛

ـ تلاش نظام‌مند برای تعریف یک طراحی غیرحساس نسبت به تغییرات مختلفی که به وسیله تعاملات کارکردی یا شرایط کاربر ایجاد می‌شود؛

ـ برقراری ارتباط بین طراحی مفهومی منسجم و تعیین پارامترهای منسجم از طریق شناسایی و انتخاب پاسخ خروجی سیستم/ زیرسیستم. [۱۴]

طراحی منسجم به منظور شکوفایی و رسیدن به بلوغ خود نیازمند تمرین و بکارگیری عملی در توسعه محصولات و فرایندهای جدید می‌باشد.

## ۵ـ مراحل طراحی فرایند به منظور تغذیه کردن در صنایع موجود

بر اساس روش‌شناسی چهار مرحله‌ای ارائه شده در این مقاله مراحل طراحی فرایند به منظور تغذیه کردن در صنایع موجود عبارت است از:

۱ـ تجزیه و تحلیل نیازهای فرایند؛

۲ـ تجزیه و تحلیل مفهوم فرایند؛

۳ـ تجزیه و تحلیل سیستم تولیدی موجود؛

۴ـ تجزیه و تحلیل قابلیت تطبیق‌پذیری.

### ۵-۱- تجزیه و تحلیل نیازهای فرایند:

مهندسان طراح فرایند باید بدانند که چه چیزی دقیقاً مورد نیاز است و نیازهای واقعی فرایند تولید چیست. در واقع یک مرحله مهم در طراحی فرایند، تشریح کامل فرایند تولید به صورت نیازهای کارکردی و محدودیت‌های فیزیکی مرحله‌ای است. چرا که این نیازهای کارکردی و محدودیت‌های فیزیکی، مشخصات فرایند را شکل خواهند داد.

تجزیه و تحلیل نیازها معمولاً منجر به درک نیازهای مراحل مختلف فرایند و روش‌های مورد انتظار برای ارضای آنها می‌شود.

بر اساس اطلاعات به دست آمده از تجزیه و تحلیل نیازها تیم توسعه باید فهرست نیازمندی‌ها

1. Insensitive
2. Basic Function
3. Ideal state
4. Transformation
5. Signal
6. Data
7. Magnitude

را تهیه نموده و از بررسی آن، نیازمندی‌های کارکردی عملیات و نیازمندی‌های کارکردی عمومی فرایند را استخراج کند. نیازمندی‌های کارکردی عملیات اطلاعات خاص و جزئی شده‌ای هستند که مجموعه‌ای از محدودیت‌های موجود در فرایند به منظور انجام فعالیت‌های مورد نظر در فرایند می‌باشند و معمولاً در قالب یک دامنه به صورت کمی تعریف می‌شوند. در مقابل نیازمندی‌های کارکردی عمومی، نیازمندی‌های کارکردی هستند که در سطح دوم اهمیت قرار دارند و اغلب مربوط به ابعاد کیفی فرایند هستند.

### ۵-۲- تجزیه و تحلیل مفهوم فرایند

تجزیه فرایند به عملیات اصلی[1] و تجهیزات آن را تجزیه و تحلیل مفهوم فرایند می‌نامند. منظور از عملیات اصلی، تغییر شکل‌ها و عمل‌های مجزایی است که منجر به کارکرد کلی فرایند می‌شود. تجهیزات نیز شامل ماشین‌آلات و امکاناتی هستند که عملیات فرایند را انجام می‌دهند.

در واقع تجزیه مفهوم فرایند که شامل تجزیه فیزیکی فرایند و تجزیه عملیاتی فرایند می‌شود، به دنبال شناسایی تجهیزات اصلی و عملیات اصلی برای فرایند می‌باشد.

برای تجزیه و تحلیل عملیات فرایند، عملیات کلی فرایند باید به تصویر کشیده شود. سپس عملیات کلی به زیر عملیات‌ها تفکیک می‌شود و آنها نیز به سطوح پایین‌تر عملیات تجزیه می‌گردند. این تجزیه عملیات تا آنجایی ادامه می‌یابد که هر یک از اجزاء عملیات قابل اجرا توسط یک یا ترکیبی از تجهیزات باشند.

سپس رابطه بین اجزای فرایند یک به یک و با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و کارکردی فرایند بررسی می‌گردند تا علاوه بر مشخص شدن فهرست تجهیزات گوناگونی که می‌توانند آن عملیات یا مجموعه عملیات را انجام دهند، از اتصال‌پذیری اجزای فرایند با یکدیگر و اجرای فرایند کلی اطمینان حاصل گردد.

پس از این مرحله مهندسان طراح باید به بررسی این بپردازند که در فرایند طراحی شده:

- چگونه هر یک از تجهیزات را می‌توان ساده کرد؛
- چه چیزهایی از این تجهیزات را می‌توان حذف کرد؛
- چه بخش‌هایی را می‌توان با تجهیزات ساده‌تر جایگزین کرد.

### ۵-۳- تجزیه و تحلیل سیستم تولیدی موجود

در این مرحله باید مشخصات عملیاتی و اجزای فیزیکی سیستم تولیدی موجود در کارخانه را طی مراحل ذیل استخراج نمود:

۱- مشخصات عملیاتی فرایند موجود:

- شناسایی عملیات اصلی فرایند موجود بر مبنای تجزیه و تحلیل کارکردی؛
- شناسایی تغییر شکل‌های موجود در فرایند بر مبنای نمودار گردشی فرایند.

۲- مشخصات فیزیکی فرایند موجود

- شناسایی تجهیزات فرایند (ماشین‌آلات، و...)؛
- شناسایی محدودیت‌های فیزیکی (شامل اطلاعات قابلیت‌های ماشین‌آلات، تجهیزات و سایر عوامل)؛
- بررسی حالات مختلف ترکیب اجزای فرایند موجود بر مبنای تجربیات گذشته، طراحی‌های گذشته، دانش مهندسی و یا طراحی خلاق.

### ۵-۴- تجزیه و تحلیل قابلیت تطبیق‌پذیری[2]

در این مرحله بر اساس مقایسه ویژگی‌های عملیاتی و تجهیزاتی فرایند تولید موجود با ویژگی‌های عملیاتی و تجهیزاتی مورد نیاز فرایند تولید جدید به بررسی میزان تشابه و همراهی تجهیزات فرایند موجود با فرایند جدید می‌پردازیم و با هدف حداکثرسازی مجموع تشابهات اقدام به انتخاب تجهیزات فرایند موجود برای بکارگیری آنها در فرایند جدید می‌نماییم.

پس از انجام مراحل فوق، تجهیزات و امکانات موجود در کارخانه که قابل استفاده در فرایند جدید هستند و سایر تجهیزات و امکاناتی که باید تهیه شوند مشخص می‌گردد. همچنین براساس نتایج به دست آمده می‌توان اقدام به تهیه یک پروفورمای سرمایه‌گذاری خاص برای شرکت مورد نظر[3] در زمینه این فرایند جدید نمود.

## ۶- مطالعه موردی

در این قسمت به تشریح یک مطالعه موردی که بر اساس روش فوق به اجرا درآمده می پردازیم. مطالعه موردی مورد نظر در خصوص تکنولوژی تولید یک ماده شیمیایی است که در صنایع شوینده کاربرد دارد. به منظور تولید صنعتی این ماده و تجاری سازی تکنولوژی مربوطه تصمیم بر آن شد که فرایند تولید این ماده شیمیایی در یکی از سیستم های تولیدی فعال در کشور تغذیه گردد. بدین منظور بر اساس روش‌شناسی فوق اقدام به اجرای مراحل مختلف برای تغذیه و خوراندن فرایند تولید مذکور در سیستم تولیدی موجود گردید.

### ۶-۱- تجزیه و تحلیل نیازهای فرایند

همانطور که قبلاً تشریح شد، در این مرحله

1. Basic Operation
2. Determining Compatibility with existing plant
3. Detailed Pro forma for Specific Customer

بایستی نیازهای واقعی فرایند تولید مشخص گردد. بدین منظور ابتدا براساس روش‌شناسی تجزیه و تحلیل ورودی- خروجی[1] مواد ورودی و خروجی هر مرحله از فرایند تولید به شرح جدول۱ تعیین شد.

## ۶-۲- تجزیه و تحلیل مفهوم فرایند

در این قسمت به منظور تشریح عملیات اصلی فرایند ابتدا شرحی از فرایند کلی تولید ماده شیمیایی X ارائه می‌گردد.

**شرح فرایند تولید ماده شیمیایی Y**

ابتدا هیدروکسید آلومینات در محلول قلیایی هیدروکسید سدیم حل می‌شود. پس از انحلال کامل، محلول آلومینات سدیم بدست می‌آید.

از سوی دیگر محلول سیلیکات سدیم نیز که با آب (فرایندی) رقیق شده و پس از فیلتر شدن، هیدروکسید سدیم به آن اضافه شده، آماده است.

در مرحله دوم، محلول آلومینات سدیم و محلول سیلیکات سدیم با یکدیگر ترکیب و کریستاله می‌شوند که در نتیجه ماده شیمیایی X به صورت سوسپانسیون حاصل می‌شود.

سوسپانسیون حاصل به منظور جداسازی کریستال‌های ماده X فیلتر شده و پس از شستشوی فیلتر ماده شیمیائی Y به صورت دوغاب حاصل می‌گردد. در مرحله نهایی دوغاب به دست آمده خشک شده و ماده شیمیائی Y حاصل می‌گردد. بر اساس شرح فرایند ارائه شده، عملیات اصلی و تجهیزات مورد نیاز برای هر یک از عملیات در مراحل مختلف فرایند به شرح جدول ۲ مشخص گردید.

## ۶-۳- تجزیه و تحلیل سیستم تولیدی موجود:

بر اساس بازدید صورت گرفته از کارخانه A که کاندیدای اجرای این پروژه بود، اطلاعات ذیل گردآوری گردید: اطلاعات مربوط به تجهیزات موجود، قابلیت‌ها و توانمندی‌های آنها و قابلیت تجهیز وسایل به ابزار و المانهای کنترل، سیستم‌های اندازه‌گیری نسبت و کنترل حرارت، فشار، PH، رطوبت، شدت جریان، دانسیته و...، میزان utility و امکانات پشتیبانی موجود، دقت عمل سوپاپها و شیرهای اطمینان، ظرفیت تحمل حداکثر بار حرارتی توسط کندانسورها، ارتفاع و قطر مناسب خطوط فشار اتمسفریک، خروجی ابزار دقیق، کنترل کننده‌ها و ... .

همچنین اسناد و مدارک مربوط به برنامه‌ریزی و بالانس خط تولید، نمودار گردشی فرایند (PFD)، میزان تولید و... گردآوری گردید.

جدول ۱- ورودی و خروجی مراحل مختلف فرایند تولید

| | ورودی ها | خروجی ها | نیازهای فرایند |
|---|---|---|---|
| مرحله ۱ | - هیدروکسید آلومینیوم<br>- محلول هیدروکسید سدیم | - محلول آلومنیات سدیم خالص<br>- ناخالصی | حل کردن |
| | - سیلیکات سدیم<br>- هیدروکسیدسدیم<br>- آب | - محلول سیلیکات سدیم خالص<br>- ناخالصی | حل کردن |
| مرحله ۲ | - محلول آلومنیات سدیم خالص<br>- محلول سیلیکات سدیم خالص | - سوسپانسیون ماده شیمیایی X | ترکیب کامل<br>کریستاله کردن |
| مرحله ۳ | - سوسپانسیون ماده شیمیایی X | - کریستال های ماده شیمیایی X | جداسازی کریستالها از سوسپانسیون (فیلتر کردن) |
| مرحله ۴ | - کریستال های ماده شیمیایی X<br>- آب | - دوغاب ماده شیمیایی X | شستشوی فیلتر |
| مرحله ۵ | - دوغاب ماده شیمیایی X | - ماده شیمیایی X<br>- آب | خشک کردن |

جدول ۲- تجزیه عملیاتی و فیزیکی فرایند تولید ماده شیمیایی Y

| | عملیات اصلی | تجهیزات |
|---|---|---|
| مرحله ۱ | • انحلال کامل هیدروکسید آلومینیوم در محلول قلیایی هیدروکسید سدیم<br>• فیلتراسیون محلول آلومینات سدیم حاصل | Vessel<br>Mixer<br>Filter |
| | • رقیق کردن سیلیکات سدیم بوسیله آب<br>• فیلتراسیون محلول رقیق شده سیلیکات سدیم<br>• افزودن هیدروکسید سدیم به محلول حاصل | Vessel<br>Mixer<br>Filter |
| مرحله ۲ | • ترکیب محلول آلومینات سدیم و محلول سیلیکات سدیم<br>• کریستالیزاسیون محلول فوق تا رسیدن به سوسپانسیون ماده شیمیایی X (تحت هم زن و دما) | کریستالیزور دارای همزن<br>Heat exchanger |
| مرحله ۳ | • فیلتراسیون تحت خلاء سوسپانسیون ماده شیمیایی X و تهیه کیک ماده شیمیایی X | فیلتر پرس (تحت خلاء) |
| مرحله ۴ | • شستشوی کیک حاصل بوسیله آب و تهیه دوغاب ماده شیمیایی X | Vessel<br>Mixer<br>پمپ (Pump) |
| مرحله ۵ | • خشک کردن دوغاب حاصل و تهیه ماده شیمیایی X | خشک‌کن پودری (Spray Dryer) |

1. Input-out put Analysis

بر این اساس فهرست کاملی از تجهیزات، امکانات و قابلیت‌های آنها بدست آمد که مبنای آغاز مرحله تجزیه و تحلیل قابلیت تطبیق‌پذیری شد.

### ۶-۴- تجزیه و تحلیل قابلیت تطبیق‌پذیری

بر اساس بررسی‌هایی که بر روی داده‌های گردآوری شده صورت گرفت، تجهیزاتی که قابلیت بکارگیری (ایفای نقش) در فرایند تولید ماده شیمیایی Y را داشته، مشخص گردید که عبارتند از:

- مخزن ۱ برای تهیه محلول سلیکات سدیم؛
- مخزن ۲ برای نگهداری محلول سیلیکات سدیم فیلتر شده؛
- مخزن ۵ برای کریستالیزور؛
- مخزن ۶ برای ظرف ته‌نشینی

سپس بر اساس میزان تولید کارخانه و زمانبری هر یک از عملیات، ظرفیت خالی این ماشین‌آلات برآورد گردید و با توجه به زمان هر یک از عملیات در فرایند تولید ماده شیمیایی X، حداکثر میزان قابل تولید از ماده شیمیایی X تعیین گردید که این میزان ۲۰۰۰ تن سالیانه بود. بر این اساس تهیه و نصب سایر تجهیزات مورد نیاز (که در مجموعه مورد نظر موجود نبود) به منظور تکمیل فرایند تولید ماده شیمیایی X در دستور کار قرار گرفت و تجهیزات ذیل به سیستم تولیدی موجود در کارخانه A اضافه شد:

۱- مخازن T-1 و U-2

۲- فیلترهای F-1 و F-2 و F-3

که قیمت آنها در مجموع در حدود ۷۶۰ میلیون ریال بود.

برای نصب این ماشین‌آلات جدید نیز با توجه به محدودیت فضا، تلاش گردید تا از فضای عمودی (ارتفاع) حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد.

کل صرفه‌جویی در سرمایه‌گذاری با احتساب سایر هزینه‌های صرفه جویی شده مانند ساختمان، زمین، امکانات جانبی و .... به حدود ۱۷۴۸ میلیون ریال رسید.

جدول ۳ اطلاعات مقایسه‌ای سرمایه مورد نیاز برای ظرفیت ۲۰۰۰ تن در سال را در دو حالت استفاده از امکانات کارخانه A و راه‌اندازی یک کارخانه جدید نشان می‌دهد.

مبلغ ۲۴۵۷ میلیون ریال سرمایه‌گذاری ثابت برای حالت بهره‌گیری از امکانات موجود در کارخانه A شامل اقلام به شرح جدول ۴ می‌باشد.

جدول ۳- میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای ظرفیت ۲۰۰۰ تن در سال در دو حالت استفاده از امکانات کارخانه A و راه‌اندازی یک کارخانه جدید

| حالت / نوع سرمایه | عدم بهره‌گیری از کارخانه موجود (راه‌اندازی یک کارخانه جدید) | بهره‌گیری از امکانات موجود در کارخانه A |
|---|---|---|
| سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون ریال) | ۴۲۹۳ | ۲۴۵۷ |
| سرمایه در گردش (میلیون ریال) | ۲۵۰ | ۲۵۰ |

جدول ۴- میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای ظرفیت ۲۰۰۰ تن در سال در حالت استفاده از امکانات کارخانه A

| شرح | بهره‌گیری از امکانات موجود در کارخانه A |
|---|---|
| تجهیزات فرایندی | ۷۶۰ |
| شیرآلات و لوله کشی | ۱۵۰ |
| ابزار دقیق | ۱۹۰ |
| کارهای ساختمانی | ۱۱۰ |
| نصب | ۸۰ |
| دانش فنی و مهندسی | ۱۰۰۰ |
| تمیزکاری و سرویس‌کاری تجهیزات قدیمی | ۵۰ |
| موارد پیش‌بینی نشده | ۱۱۷ |
| جمع کل | ۲۴۵۷ |

بر اساس این آمار مقایسه‌ای می‌توان بیان داشت که بهره‌گیری از امکانات موجود در کارخانه A علاوه بر ارتقاء ضریب بهره‌برداری از ظرفیت موجود در کارخانه مورد نظر، منجر به تولید ماده شیمیایی X با بهای تمام شده به مراتب کمتر (تقریباً نصف) نسبت به راه‌اندازی یک کارخانه جدید می‌شود که این امر قابلیت رقابتی بالایی برای کارخانه A در تولید ماده مذکور فراهم می‌کند. (یکی از مزیت‌های بهره‌گیری از امکانات موجود می‌باشد)

برای مثال در قیمت ۵۰۰ تومان برای هر کیلوگرم ماده شیمیایی X نرخ بازده داخلی[1] طرح برای هر یک از دو حالت عبارت است از :

1. Internal Rate of Return = IRR

نرخ بازده داخلی نرخ تنزیلی است که در آن ارزش فعلی جریانات نقدی ورودی با ارزش فعلی جریانات نقدی خروجی برابر می‌شود. به عبارت دیگر نرخی است که در آن ارزش فعلی دریافت‌های یک پروژه برابر با ارزش فعلی سرمایه‌گذاری است.

| حالت | IRR |
|---|---|
| بهره‌گیری از تأسیسات کارخانه A | ٪۷۲ |
| راه‌اندازی یک کارخانه جدید | ٪۴۱ |

## ۷- نتیجه‌گیری

بی اغراق یکی از پیچیده‌ترین مراحل فرایند نوآوری، تجاری‌سازی است که هیچ الگوی قطعی و بلامنازعی برای آن وجود ندارد. بنابراین برعهده کارشناسان تجاری‌سازی است که راه حل مطلوب را برای هر پروژه خاص، با توجه به ویژگی‌های آن و با عنایت به شرایط و روش‌های موجود تهیه کنند.

یکی از این شیوه‌ها بهره‌گیری از امکانات و تجهیزات صنایع موجود می‌باشد. این امر علاوه بر تسریع و اغتنام وقت در فرایند تجاری‌سازی فناوری دارای مزایای متعدد دیگری است که برخی از آنها عبارتند از:

۱ـ اقتصادی بودن در شرایط کاهش قیمت‌های بازار؛

۲ـ نرخ بازدهی بالاتر؛

۳ـ استفاده از امکانات و ظرفیت‌های خالی موجود.

ولیکن بهره‌گیری از این مزایا منوط به درنظر گرفتن ملاحظاتی خاص در مراحل مختلف توسعه فناوری و به خصوص در مراحل طراحی فرایند می‌باشد.

در این مقاله تلاش شد تا با ارائه یک روش‌شناسی مرحله‌ای بر اساس منطق ماجولاریتی و منطق طراحی منسجم به تشریح مراحل و نیازمندی‌های لازم برای خوراندن یک فناوری به صنایع موجود پرداخته شود و در انتها نیز روش‌شناسی مورد نظر برای خوراندن یکی از فناوری‌های پژوهشگاه صنعت نفت به صنایع موجود مورد استفاده قرار گرفت و نتایج آن مقایسه شد.

## ۸- منابع و مآخذ


۱. بوشهری علی رضا، الیاسی مهدی، نظری زاده فرهاد، ارزیابی نوآوری تکنولوژیکی در سازمانهای صنعتی، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت، تهران ۱۳۸۲

2. Fred Pries and Paul Guild, Analyzing the Commercialization of University Research: A Proposed Categorization Scheme, University Research Commercialization Categories, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada

۳. قدیریان عباسعلی، اصیلی غلامرضا، الگوی اثر بخشی مدیریت مراکز تحقیق و توسعه، ، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، تهران ۱۳۸۳

4. Peter Boer .F, The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, New York Wiley

5.Barbara Samuel Loftus and Patricia W. Meyers, Launching Emerging Technologies to Create New Markets: Identifying Industrial Buyers, Logistics Information Management, Vol. 7 No. 4, 1994, pp. 27-34

6. Ghazinoori, Seyyed Reza, Strategies and trends for commercialization and marketing of high technologies Case study: Nanotechnology in Iran, 2nd Management of Technology Iranian Conference, 2005.

۷. محمدی محمد رضا، اسماعیل زاده حمید، دهنویه رضا، تجاری سازی تحقیق: چالشها و راهکارها، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت، تهران ۱۳۸۳

8. Allen R. Kathleen, Bringing New Technology to Market, Prentice Hall, New Jersy, 2003.

9. Cyril M. Logar,Thomas G. Ponzurick,John R. Spears, Karen Russo France, Commercializing intellectual property: a university-industry alliance for new product development, Journal Of Product & Brand Management, vol. 10 no. 4, 2001.

10. Richard N. Langlois, Modularity in technology and organization, Journal of Economic Behavior & Organization, Vol. 49 (2002) 19-37

11. Sa'ed M. Salhieh, Ali K. Kamrani, Macro level product development using design for modularity, Robotics and Computer Integrated-Manufacturing 15 (1999) 319-329

12. Z. Kevin Weng, Risk-pooling over demand uncertainty in the presence of product modularity, Int. J. Production Economics 62 (1999) 75-85

13. Matthew Hu, Kai Yang, Shin Taguchi, Enhancing Robust Design with the Aid of TRIZ and Axiomatic Design, Springer-Verlag

14. Wei Chen, A Robust Design Approach for Achieving Flexibility in Multidisciplinary Design, Springer-Verlag