

کارگاه آشنایی با
راهبردهای مهندسی در آبیاری و زهکشی
۲ اسفند ماه ۱۳۸۶

ارائه مدل مهندسی معکوس برای طراحی یک محصول

مریم شهریوری^۱، علی نجفی^۲

چکیده:

سازمان‌ها و کشورهای توسعه یافته برای رسیدن به دانش و فناوری‌های مدرن راه‌های طولانی، سخت و دشواری را طی نموده‌اند، با این توصیف آیا کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به این فناوری‌ها باید همین راه را طی نمایند یا راه‌های کوتاهتری نیز وجود دارد؟ پاسخ این سوال صفر و یک نمی‌تواند باشد بلکه پاسخ به این سوال نیاز به تفکر، مدیریت و استراتژی سازمان یا کشور دارد. با توجه به اینکه فاصله زیادی بین تکنولوژی کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه وجود دارد و در دنیای کنونی این فاصله امکان دارد هر روز و هر ساعت نیز بیشتر شود بنظر می‌رسد روش‌هایی چون مهندسی معکوس و همچنین انتقال تکنولوژی نیز بتواند نقش کلیدی را ایفا نمایند. مهندسی معکوس در یک کلام، روش و فرآیند رسیدن به فناوری‌های جدید با رویکرد منطقی از نظر زمان و هزینه و همچنین سریعترین روش انتقال تکنولوژی به گیرندگان می‌باشد. انتقال تکنولوژی و روش‌های انتقال آن و تلفیقی از مهندسی معکوس و مهندسی ارزش نیز می‌تواند به موازات مهندسی معکوس مطرح شود.

۱- کارشناس برنامه ریزی و کنترل پروژه بخش کنترل پایداری و علاج بخشی سدها و سرممیز بین المللی سیستم‌های کیفی از شرکت D.A.S انگلستان

۲- کارشناس برنامه ریزی و کنترل پروژه امور سد و نیروگاه شرکت مهاب قدس و سرممیز بین المللی سیستم‌های کیفی از شرکت D.A.S انگلستان

این مقاله ضمن توضیح گذرای روش‌های انتقال تکنولوژی به بیان تعریف مهندسی معکوس و جایگاه آن در کشورهای درحال توسعه و حتی توسعه نیافته و همچنین به متدولوژی و تهیه مدل مهندسی معکوس و مزایای آن می‌پردازد. در انتها به نمونه‌های از کاربرد این راهبرد در آبیاری و زهکشی پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: مهندسی - معکوس - آب

۱- مقدمه

امروزه کشورها و سازمان‌های در حال توسعه با توجه به محدودیت‌های مالی، تحریم‌های اقتصادی و سیاسی برای دستیابی به دانش فنی به روش‌ها و ابزارهای متعددی روی آورده اند. این کشورها با استفاده از این روش‌ها تکنولوژی را بومی کرده و از مطالعه آن راهی برای خلق دانش و ایجاد تکنولوژی فراهم می‌آورند.

یکی از روش‌ها و ابزارهای سودمند که تاکنون بارها آزمایش شده است روش مهندسی معکوس می‌باشد. تجربه نشان داده است که تلفیق رویکردهای نوین مانند مهندسی معکوس و مهندسی ارزش اثر بخشی روش را افزایش خواهد داد.

در این مقاله به تکنیک‌های مهندسی معکوس پرداخته شده و مدل تلفیقی مهندسی معکوس و مهندسی ارزش در مراحل بعدی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



۲- نگاهی گذرا به سوابق مهندسی معکوس در کشور ژاپن

چنانچه سابقه صنعت و چگونگی رشد آن را در کشورهای جنوب شرقی آسیا مورد مطالعه قرار دهیم به این مطلب خواهیم رسید که در کمتر مواردی این کشورها دارای ابداعات و فن آوری بوده اند و تقریباً در تمامی موارد کشورهای غربی (آمریکا و اروپا) پیشرو بوده اند. پس چه عاملی باعث رشد شگفت آور و فنی در کشورهای خاور دور گردیده است؟

اگر به طور خاص کشور ژاپن را در نظر بگیریم، خواهیم دید که تقریباً تمامی مردم دنیا محصولات آنها را از نظر کیفیت تحسین می کنند ولی این ایراد را به آنها می گیرند که با کپی برداری از روی محصولات دیگران به این موفقیت دست یافته اند.

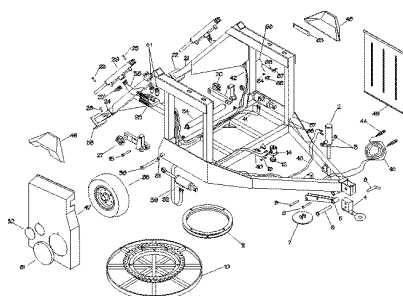
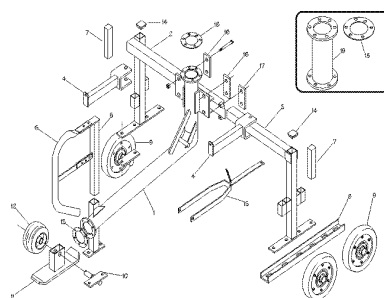
با توجه به شکاف عمیق فن آوری بین کشورهای در حال توسعه و کشورهای پیشرفته دنیا، کپی برداری با هدف تعالی، امری حیاتی به شمار می رود. به عنوان نمونه قسمتی از تاریخچه صنعت خودرو و آغاز تولید آن را در ژاپن مورد بررسی قرار می دهیم:

قبل از جنگ جهانی دوم و در سال ۱۹۲۰ بوسیله کارخانه ایشی کاوا جیما تولید خودرو در ژاپن آغاز شد که مدل ژاپنی فورد آمریکایی را کپی کرده و بصورت تولید انبوه به بازار عرضه نمود.

شورلت ژاپنی AE را ژاپنی ها از روی خودروهای آمریکایی کپی کرده و به تعداد زیاد تولید و به بازار عرضه نمودند و سپس با پشتکار و تلاشهای فراوان حتی در شرایط بحرانی که ژاپن در آن زمان داشت منجر به مهمترین کارخانه خودروسازی ژاپن یعنی تویوتا در سال ۱۹۳۲ شد که در مرحله اول با تولید ساخت خودرویی با موتور کرایسلر شروع شد و پس از آن خودرو دیگری با موتور شورلت در سال ۱۹۳۴ وارد بازار نمود. ژاپنی ها حتی بعد از سالهای ۱۹۳۶ همچنان به کپی برداری از اتومبیل های آمریکایی و اروپایی ادامه دادند.

تولید خودروهای پاکارد و بیوک آمریکا و رولزروس، مرسدس بنز را نیز ژاپنی ها در دهه قبل از سال ۱۹۶۰ شروع کردند که همین موضوع باعث شد که امروز ژاپن در ردیف تولید کنندگان برتر خودروسازی در جهان قرار گیرد.

در تمامی موارد فوق رد پای یک شگرد خاص و بسیار مفید به چشم می خورد که مهندسی معکوس (Reverse Engineering) نام دارد.



۳- روش‌های انتقال تکنولوژی

با توجه به اینکه یکی از روش‌های دستیابی به دانش فنی یک محصول می‌تواند انتقال تکنولوژی باشد لذا به شرح مختصری از روش‌های انتقال تکنولوژی در ذیل پرداخته می‌شود:

- اخذ (Acquisition):

در این روش یک شرکت از شرکت دیگری تکنولوژی مورد نیاز خود را اخذ می‌نماید.

- اخذ از طریق آموزش (Education Acquisition):

یک شرکت، شرکت تحقیقاتی دیگری را تحت شرایط فنی ویژه استخدام می‌نماید.

- ادغام (Merge):

یک شرکت با شرکت دارنده تکنولوژی ادغام می‌شود و شرکت جدید از ترکیب دو شرکت قبلی به وجود می‌آید.

- لایسانس (Licensing):

یک شرکت امتیاز تولید خاصی را از شرکت دیگر دریافت می‌کند.

- سهام اقلیت (Minority Equity):

یک شرکت بخشی از سهام شرکت عرضه کننده تکنولوژی را می‌خرد اما در مدیریت آن نقشی ندارد.

- همکاری (Alliance):

دو شرکت توانایی‌های تکنولوژی خود را برای رسیدن به محصولی جدید تر به اشتراک می‌گذارند.

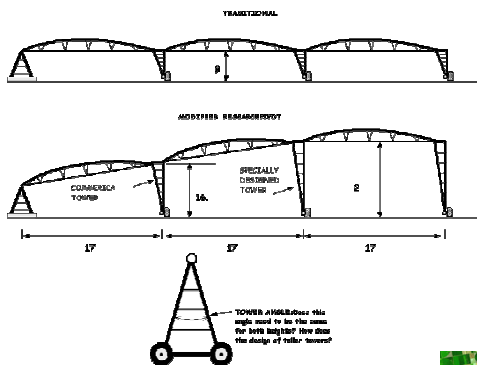
• کنسرسیوم (Consortium):

تعدادی شرکت و موسسه عمومی برای دستیابی به هدف خاصی در زمینه نوآوری تکنولوژیکی با یکدیگر همکاری می‌کنند.

۴- مفهوم مهندسی معکوس (Reverse Engineering):

برای واژه مهندسی معکوس (Reverse Engineering) تعاریف زیادی ولی شبیه به هم وجود دارد مواردی از آن به شرح ذیل می‌باشد:

- دستیابی به فرآیند طراحی از طریق محصول (لازمه مهندسی معکوس وجود نمونه‌هایی از محصول است)
- روش و فرآیند رسیدن به فناوری‌های جدید با رویکرد منطقی از نظر زمان و هزینه
- روشی آگاهانه برای دستیابی به فن آوری جدید و محصولات
- روشی برای بازیابی و تشخیص اجزای متشکله یک محصول به ویژه در صورت عدم دسترسی به طراحی اولیه.
- مهندسی معکوس با کپی برداری تفاوت و تمایز دارد و در واقع تکرار یک تجربه است با نگرش رو به جلو



۵- چه کشورها و سازمان‌هایی از مهندسی معکوس استفاده می‌نمایند؟

- کشورها و سازمان‌های در حال توسعه
- کشورها و سازمان‌های توسعه یافته

با توضیحاتی که در بخش سوابق مهندسی معکوس در کشور ژاپن بیان شد اینگونه تصور خواهد شد که فقط کشورهای در حال توسعه از روش مذکور استفاده می‌نمایند گرچه این روش برای اینگونه کشورها روشی مناسب برای دستیابی به فناوری‌های جدید می‌باشد ولی در برخی از موارد کشورهای پیشرفته کنونی نیز از این تکنیک هم اکنون استفاده می‌نمایند. برای مثال بسیاری از مدیران شرکت‌های آمریکایی به هنگام بازدید از نمایشگاه‌هایی که جدیدترین محصولات خود را به نمایش می‌گذارند محصولاتی شبیه به محصولات خود را خریداری نموده و به واحد تحقیق و توسعه شرکت خود تحویل می‌دهند تا نکات فنی مربوط به طراحی و ساخت محصولات مذکور را شناسایی و در محصولات شرکت خود نیز مورد توجه قرار دهند.

۶- استراتژی‌های دستیابی به فناوری و محصولات

هر سازمان و کشوری با توجه به موقعیت خود از نظر منابع ارزی، نیروهای متخصص داخلی، روابط سیاسی و بین‌المللی، میزان خوداتکایی در زمینه‌های علوم و فنون برای دستیابی به فناوری یک محصول جدید، استراتژی خود را مشخص می‌نماید.

انواع استراتژی‌های مهم برای دستیابی به این هدف به شرح زیر می‌باشد:

- استراتژی نوآوری و طراحی محصول تا تولید آن با روش تحقیق تا تولید
- استراتژی مهندسی معکوس
- استراتژی خرید تکنولوژی و پروسه تولید تا تحویل کامل کالا
- استراتژی انتخاب، انتقال و بومی‌کردن تکنولوژی و غیره

۷- مزایای و دستاوردهای مهندسی معکوس

- بوجود آوردن قدرت و تقویت تکنیکی و ایجاد اعتماد به نفس در مهندسان و کارشناسان
- امکان طراحی و تولید یک محصول جدید و مدرن مطابق با استانداردهای جدید در سطح دنیا
- امکان انجام مهندسی مجدد با استفاده از دانش فنی اخذ شده از روش مهندسی معکوس
- امکان شبیه‌سازی و الگو برداری رقابتی از محصولات تولید شده توسط رقبا و بهبود مستمر محصولات خود
- ایجاد زمینه‌ای برای مستند سازی طراحی و فرآیند تولید برای استفاده در کارهای آتی

۸- فرآیند کلی مهندسی معکوس

- تدوین عملکرد کلی قطعه، مجموعه دستگاه‌ها و...
- استخراج زنجیره فنون تشکیل دهنده موضوع
- ارزیابی فنی اقتصادی
- تهیه روش‌های تجزیه قطعات، مجموعه‌ها، سیستم‌ها
- تجزیه و تحلیل سخت افزاری، نرم افزاری
- تهیه نقشه‌ها (اولیه و نهایی)
- مستند سازی و کنترل کیفیت
- بازنگری و تدوین فرآیند
- نمونه سازی و اصلاح
- تدوین نهایی دانش فنی

۹- متدولوژی و مدل مهندسی معکوس در تولید یک محصول

• شناخت محصول و جمع‌آوری آمار و اطلاعات

در این مرحله مشخصات فنی، فیزیکی، قابلیت‌ها و امتیازات، معایب و محدودیت‌های محصول و غیره مورد بررسی قرار گرفته و مواردی مانند چگونگی بکارگیری دقیق و صحیح آن، چگونگی عملکرد مجموعه‌ها و قطعات، چگونگی باز کردن و بستن قطعات، سرویس و نگهداری، استفاده از تجهیزات و ابزارهای جانبی و چگونگی ارتباط محصول با سیستم‌های جانبی مشخص می‌شوند.

• دمونتاز محصول

در این مرحله ابتدا محصول به صورت مجموعه‌های مستقل از هم جدا می‌گردند و سپس به صورت قطعات تکی دمونتاز می‌شود. پس از جدا نمودن قطعات از هم، کلیه قطعات شستشو داده شده و برای مشخص شدن جایگاه هر قطعه در مجموعه و جلوگیری از جابجایی قطعات، آنها را با برچسب‌هایی از یکدیگر متمایز می‌کنند. در هر یک از مراحل فوق، از هر مجموعه در حالت دمونتازکاری عکس‌هایی تهیه می‌شود.

• تهیه لیست قطعات

در این مرحله لیست قطعات شامل اطلاعاتی مانند ردیف، شماره تصویر، نام قطعه، تعداد هرکدام در محصول و سایر ملاحظات تهیه می‌گردد.

• تعیین مشخصات قطعات استاندارد و خریدنی

در این مرحله قطعات استاندارد و خریدنی به همراه مشخصات آنها تعیین شده و اطلاعات کاملی از آنها در لیستهای مربوطه درج می‌شوند.

• تحقیقات فنی

در این مرحله با استفاده از انجام تحلیل‌های مکانیکی (استاتیکی و دینامیکی) می‌توان در مورد تغییر جنس، ابعاد، روش ساخت قطعات و عیوب احتمالی در هنگام تولید تصمیم‌گیری نمود.

• تهیه نقشه اصلی

در این مرحله ابتدا به منظور ثبت اندازه‌ها و انتقال آنها یک کروکی دستی تهیه می‌شود، سپس با استفاده از این کروکی قطعه به روش کامپیوتری طراحی شده و اصلاحات لازم بر آن اعمال می‌شود. بعد از تهیه نقشه کامپیوتری اندازه‌های اسمی، ترانس‌ها، صافی سطوح و سایر اطلاعات تکمیلی تعیین شده و تغییرات لازم در نقشه اعمال می‌شود. در انتها پس از تهیه نقشه‌های مادر و نهایی و اطمینان از صحت کلیه اطلاعات آن نقشه‌های تصویب شده برای اجرایی شدن آماده می‌شوند.

• تعیین مشخصات متالورژیکی قطعات

در این مرحله پس از جداسازی قسمتی از قطعه اصلی، آزمایشاتی از قبیل سختی سنجی، آنالیز، متالوگرافی و تست کشش و ضربه انجام می‌شود، سپس لیست مواد اولیه مورد نیاز تهیه و فعالیت‌های مربوط به خرید و تامین مواد صورت می‌گیرد. در انتها نقشه ریخته‌گری قطعات تهیه می‌شود.

• تهیه فرآیند تولید

در این مرحله چگونگی و مراحل انجام کار برای تولید قطعه در فرمت‌های مشخصی تنظیم و ابزارهای کمکی مورد نیاز تولید، طراحی و ساخته می‌شود.

• تولید نمونه

در این مرحله اقدام به ساخت قطعات تشکیل دهنده محصول و نهایتاً مونتاژ محصول نمونه می‌شود.

• تست نمونه

به علت عدم اطمینان از کیفیت مورد نیاز مواد مصرفی، روش ساخت بکار رفته، ایمنی و عملکرد صحیح قطعات، مجموعه‌ها و محصول، لازم است تست‌هایی انجام شده تا اطمینان مورد نظر حاصل گردد. هدف از انجام تست پس از مرحله نمونه‌سازی علاوه بر کنترل صحت انجام مراحل ساخت، کنترل صحت و سلامت طرح و مدارک ساخت نیز می‌باشد.

البته با توجه به پیشرفت علوم کامپیوتری و توانمند شدن نرم افزارهای موجود در زمینه طراحی و ساخت، امروزه چندین مرحله از کار از جمله طراحی تا تولید و تست نمونه قبلاً در کامپیوتر مورد بررسی قرار گرفته و اعتبار سنجی می‌شود.

۱۰ - مهندسی معکوس و آبیاری و زهکشی

موارد زیادی از پیشرفت‌های کنونی در صنعت کشور نتیجه بکارگیری مفاهیم جدید مهندسی در این بخش بوده اما این مفاهیم چندان در آبیاری و زهکشی شناخته شده نیست. همانطور که ذکر شد استفاده از مفهوم مهندسی معکوس موضوعی است که طی چند دهه اخیر در رشته‌های مختلف صنعتی همچون مکانیک و یا صنایع بطور روز افزونی مورد استفاده واقع می‌شود. اما استفاده از راهبرد مهندسی معکوس در بخش آبیاری و زهکشی نیاز به معرفی بیشتری دارد بنابراین آشنایی کارشناسان آبیاری با این مفهوم می‌تواند منشا اثرات مثبت فراوانی باشد. این اثرات در دو بخش عمده مشهود خواهد شد:

الف - بخش سخت‌افزاری

کارشناسان آبیاری در شرایط مختلف کاری با تجهیزات متنوعی مواجه شده‌اند که بصورت نمونه‌برداری از یک نمونه خارجی ساخته شده است اما به هیچ عنوان دارای مشخصات فنی محصول اصلی نمی‌باشد. یک از دلایل این عدم تطبیق، عدم توجه به راهبرد مهندسی معکوس در فرایند تولید می‌باشد. بطور مثال می‌توان به مواردی همچون برخی تجهیزات آبیاری قطره‌ای، تجهیزات آبیاری بارانی اشاره نمود. این موضوع باعث گردیده که توجه مصرف کنندگان وسایل آبیاری بسمت برخی محصولات خارجی سوق پیدا کند.

ب - بخش نرم‌افزاری

در بخش نرم‌افزاری نیز استفاده از دانش فنی نرم‌افزاری مورد استفاده در بخش آبیاری و زهکشی سایر کشورها نیازمند توجه دقیق به مفهوم مهندسی معکوس دارد. بطور مثال طی چند دهه گذشته دانش فنی طراحی سیستم‌های آبی توسط شرکت‌های مشاور و پیمانکار خارجی وارد کشور شد و برخی از این دانش فنی بدون توجه به مبانی مهندسی معکوس، نمونه برداری شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موضوع موجب عدم تطبیق برخی از طرح‌های با شرایط بومی کشور شده است.

۱۱ - نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب مطرح شده و تعاریف ذکر شده از مهندسی معکوس می‌توان به این نتیجه رسید که مهندسی معکوس یکی از روش‌های دسترسی به دانش فنی می‌باشد و لازمه اجرای این روش وجود نمونه‌هایی از محصول است که مبنای کار تحقیقات قرار می‌گیرد در این روش برای دستیابی به دانش فنی به برون فکنی از طریق تجزیه محصول متوسل می‌شویم که اصطلاحاً کشف کردن (DEFAKTAGE) دانش فنی نامیده می‌شود. نکته جالب اینکه کارشناسان داخلی با چنین تجربه‌هایی اعتماد به نفس و جسارت فنی لازم برای مواجهه با کارشناسان خارجی در مرحله انتقال فن‌آوری پیدا می‌کنند.

با توجه به مزایای ذکر شده با این دیدگاه که زمانی برخی از کشورهای پیشرفته خود از این تکنیک استفاده نموده اند و هم اکنون مدعی برترین‌های جهان از نظر صنعتی می‌باشند موید این مطلب می‌باشد که این روش و استراتژی برای کشورهای در حال توسعه می‌تواند پاسخگوی نیازهای یک سازمان یا کشور با اهداف تعالی و رشد تکنولوژیکی در جهت دستیابی سریع به فناوری‌های مدرن و امروزی باشد.

منابع:

۱. اخوان، مروری بر کپی‌سازی و مهندسی معکوس صنایع هوایی، شماره ۷۷
۲. پاک نظر، مهندسی معکوس روشی برای تولید محصولات جدید و ب، شماره ۲۴
۳. جایگاه و نقش فعالیت‌های تحقیق در استراتژی دستیابی به تکنولوژی کشور
۴. سید حسینی، توسعه ساختارهای مهندسی و تکوین محصول در صنعت، مجله علمی پژوهشی اقتصاد

و مدیریت