

تعمیر، تعویض، ارتقاء

مهندس حسن برزگر

واژه‌های کلیدی: تعمیر، تعویض، ارتقاء، نگهداری و تعمیر



اجزاء و المان‌های معمول در خط تولید عبارتند از مولدها، کمپرسورها، پمپ‌ها و سامانه‌ی کنترل که عملکرد خودکار و یکپارچه‌ی همه‌ی این اجزا را بر عهده داشته و بهره‌برداری بهینه‌ی پلنت را امکان‌پذیر می‌کند. هر جزء دارای الزامات تعمیر و نگهداری منحصر بفرد خود بوده و عملکرد آن در تأسیسات و پلنت اهمیت ویژه دارد.

تصمیم‌گیری بین تعمیر، تعویض و ارتقاء، وابسته به تحلیل نیازمندی‌های عملکردی یک المان و موارد عیب و عدم کارایی آن دارد. این تحلیل باید به صورت مورد به مورد انجام شود. معیارهای زیر باید در محل طراحی لحاظ شود تا از قابلیت عملکرد و نگهداری یک جزء اطمینان حاصل شود:

۱. میزان هزینه‌ی مؤثر برای تعویض، تعمیر و ارتقاء یک تجهیز مشتمل بر هزینه‌ی نیروی کار و وقفه در فعالیت فرآیند؛
۲. دوام یک تجهیز به معنی دوری بهره‌برداری یک تجهیز قبل از نیاز به تعمیرات و تعویض قطعه؛
۳. قابلیت اطمینان سامانه‌ی لازم برای

اجزا و ارگان‌های مختلف و زیادی تشکیل شده‌اند. هر کدام از این بخش‌ها ویژگی‌ها، الزامات و شرایط بحرانی و محدودیت‌های خود را دارند و همه‌ی آن‌ها باید با یکدیگر کار کنند تا عملکردی پایا و مداوم داشته باشند. درست مانند تناسب بدن انسان که وابسته به انتخاب الگوی زندگی و مراقبت‌های درمانی در زمان مواجه با معضلات سلامتی است، اطمینان از کارکرد بهینه در یک تأسیسات یا پلنت، بستگی به اهداف اقتصادی و الزامات بهره‌برداری و نگهداری هر جز یا المان موجود در آن دارد. (شکل ۱)

در هنگام اجرای عملیات نگهداری هر جز یا المان، تصمیم‌گیری در مورد هر جز به سه گزینه‌ی اساسی (3R's) محدود می‌شود:

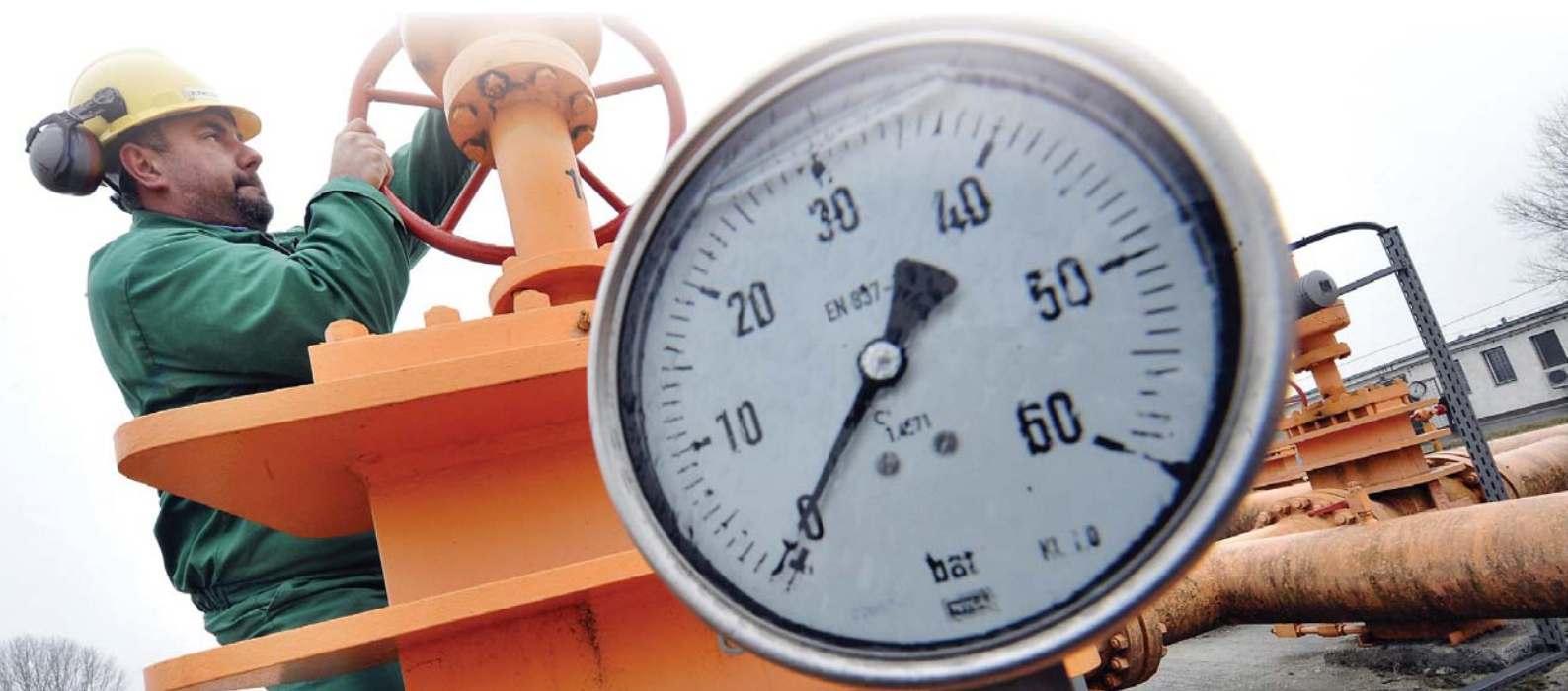
- تعمیر؛
- تعویض؛
- ارتقاء.

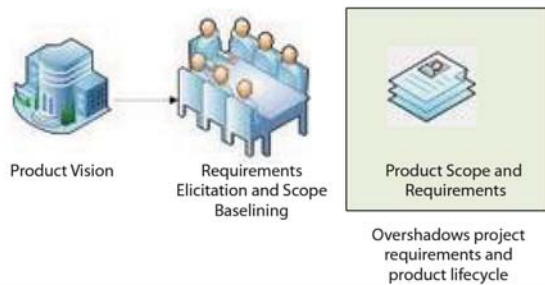
انتخاب بهترین گزینه وابسته به عوامل مختلفی مانند اهداف اقتصادی، اهمیت جزء یا المان در فرآیند و نسبت چرخه‌ی عمر المان به چرخه‌ی عمر کل پلنت یا تأسیسات است.

عماد احمد بیگ^۱ که هم‌اکنون مدیر پروژه Intech Process Automation در مشغول کار است در این مقاله که عنوان اصلی آن The three R's می‌باشد به شرح روند تصمیم‌گیری و انتخاب بین تعمیر^۲، تعویض^۳ و ارتقاء^۴ یک جزء پلنت بر اساس اهداف اقتصادی و الزامات بهره‌برداری و نگهداری آن در یک پلنت یا تأسیسات پرداخته است.

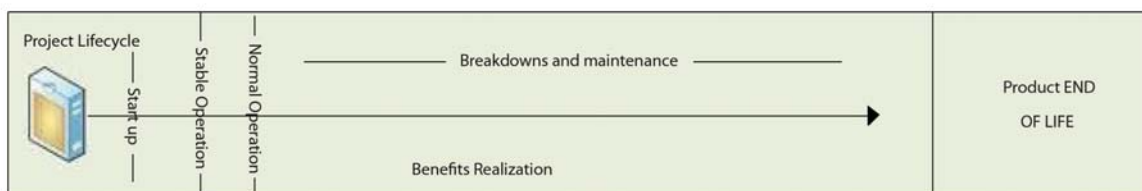
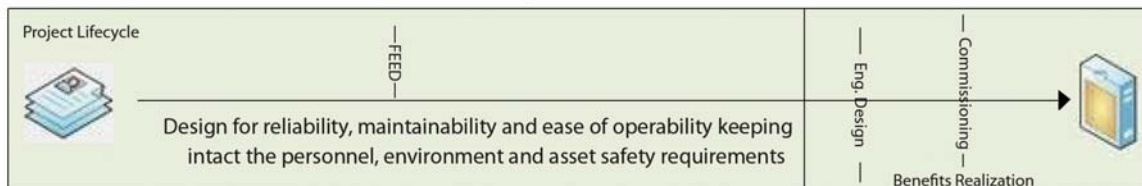
عامل کلیدی در تعیین عملکرد^۵ هر پلنت و یا تأسیسات، وجود یک سامانه‌ی کاملاً طراحی شده و ساخت یافته است که شامل کنترل و پایش مؤثر الزامات نگهداری و بهره‌برداری باشد. این امر نقش اساسی در تداوم و استمرار تولید، در دسترس بودن همه‌ی فرآیندهای مجموعه در هر زمان و همچنین قابلیت اطمینان پلنت یا تأسیسات مورد نظر دارد. تأسیسات و پلنت‌ها مانند انسان‌ها از

1. Ammad Ahmed Baig
2. Repair
3. Replace
4. Retrofit
5. Performance





شکل ۱. اطمینان از کارکرد بهینه در یک تأسیسات یا پلنت، بستگی به اهداف اقتصادی و الزامات بهره‌برداری و نگهداری هر جزء یا المان موجود در آن دارد



برنامه‌های کنترلی مناسب بسیاری در عمل غیر قابل استفاده می‌شوند که دلایل آن عدم تنظیم و تطبیق (تیونینگ) مناسب، عدم توانایی در سازگاری با تغییر الزامات فرآیند و یا نگهداری ضعیف است. در طول زمان، پارامترهای فرآیند همراه با پیر شدن پلنت تغییر می‌کنند و همزمان شیرهای کنترل در معرض سایش و فرسودگی قرار می‌گیرند که در نهایت می‌تواند به آلام و خرابی منجر شود. یک راه‌حل ساده برای چنین وضعیتی تیونینگ و تنظیم مجدد کنترل‌کننده‌ها است ولی هیچگاه این تنظیم مجدد نمی‌تواند جایگزین یک برنامه‌ی نگهداری مناسب شود. چنانچه یک المان خراب شود، کل حلقه نباید دوباره تنظیم و تیون شود بلکه باید قطعه تعویض و تعمیر شود.

مثال دیگر عبارت است از تصمیم‌گیری اقتصادی برای استفاده از یک شیر با ساقه‌ی^۸ رزوه‌ای. این تجهیزات اساساً بر مبنای مدل عمر-هزینه^۹ مبتنی بر تعویض (یک بار مصرف) استفاده می‌شوند. ولی در شیرهای بزرگ، شیرهای با ساقه‌ی جوشی و شیرهای کنترلی معمولاً بر اساس مدل تعمیر و نگهداری، آنالیز اقتصادی می‌شوند. به عبارت دیگر دو رویکرد یک بار مصرف و رویکرد تعمیر و نگهداری

تا راه اندازی مجدد تجهیز در نظر می‌گیرد که در آن زمان‌های مرتبط با تأمین قطعات، حمل و نقل، انبارداری، قرارداد و غیره همگی دیده شده‌اند.

همچنین در این استاندارد توصیه شده است مدها و حالت‌های بهره‌برداری پلنت در دو دسته‌ی نرمال و غیرنرمال مشخص و طبقه‌بندی شوند. اگر زمان تعمیر در بهره‌برداری غیر نرمال از زمان استاندارد فرآیندی تعمیر بیشتر شود، آنگاه عملیات و کارهای اضافی برای حفظ یک حالت و وضعیت ایمن در بهره‌برداری پلنت باید انجام شود. تعمیر یک زیرمجموعه‌ی معیوب در بازه‌ی زمانی تعمیر میانگین، بر اساس عیب و عدم کارایی سخت افزاری تصادفی سنجیده می‌شود. در طول این بازه‌ی زمانی، تداوم ایمنی در فرآیند با معیارها، اندازه‌گیری‌ها و محدودیت‌های اضافی حاصل می‌شود. کاهش ریسک احتمالی با استفاده از این قیود و معیارهای اضافی باید حداقل معادل کاهش ریسکی باشد که در زمان کارایی کامل و بدون نقص سامانه‌ی مجهز به ابزار دقیق حاصل می‌شود. نگهداری یک سامانه به اندازه‌ی داشتن یک طراحی کارا و مناسب اهمیت دارد. به عنوان مثال در بهره‌برداری از شیرهای کنترلی،

تجهیزی که مورد تعمیر، تعویض و یا ارتقاء قرار می‌گیرد در زمان تعویض و تعمیر.

۴. توانایی سامانه در رسیدگی به پیچیدگی‌های یک فرآیند و همچنین الزامات ایمنی عملکرد آن؛

۵. الزامات و مقررات دولتی و یا سازمان‌های قانونی بین‌المللی؛

۶. الزامات استانداردهای صنعتی و تجربه و روش ایده‌آل بر اساس تجربیات قبلی؛

۷. الزامات انطباق با گواهینامه‌های صادره؛

۸. الزامات قراردادی منتج از شراکت، ضمانت و الزامات تولید کننده‌ی اصلی و اولیه‌ی تجهیز؛

۹. فرآیندهای استاندارد بهره‌برداری شرکت یا کارخانه؛

مثالی که در جدول ۱ نشان داده شده است، انواع مختلف عیوب و تحلیل‌های نمونه‌ی انجام شده که منجر به ارایه‌ی راهکار پیشنهادی شده است را نشان می‌دهد.

استاندارد ایمنی عملکرد تجهیزات الکتریکی - الکترونیکی - قابل برنامه‌ریزی الکترونیک^۶ (IEC61508) متوسط بازه‌ی زمانی مورد نیاز برای تعمیر^۷ (MTTR) را به عنوان زمان شروع تعمیر از لحظه‌ی بروز عیب

6. Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems

7. Mean-Time-To-Repair

8. Bonnet

9. life-cost model

جدول ۱. چگونگی تصمیم‌گیری برای تعویض، تعمیر یا ارتقاء اجزا بر اساس معیارهای مختلف

مورد عیب	حسگر پارامگنتیک آنالایزر اکسیژن مقادیر مغشوش و نامرتبلی برای پایش و بخش خواندن داده‌ها ارسال می‌کند	حسگر فیول سل عمل نمی‌کند	یکی از ۵ واحد واسط انسان-ماشین در اتاق کنترل کار نمی‌کند	دستگاه برقی با بهره‌برداری مکانیکی هر سه سال یکبار فرسوده می‌شود و دستگاه ۱۵ سال است که نصب شده است
هزینه‌ی مستقیم	زیاد	کم	کم	متوسط
متوسط زمان کارکرد قبل عیب/ زمان متوسط تعمیر	نامشخص	نامشخص	۱۰۰۰۰ ساعت/ ۱۰ ساعت	۲۶۲۸۰ ساعت/ ۵۰ ساعت
الزام در دسترس بودن	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
الزام قابلیت اطمینان	زیاد	کم	متوسط	زیاد
اثر بر روی ایمنی	کم	کم	کم	ایمنی زیست محیطی در معرض خطر است
نوع عیب تجهیز	حسگر	حسگر	الکترونیکی	مکانیکی
ضمانت	۲ سال	۲ سال	۲ سال	موجود نیست
در دسترس بودن قطعات یدکی	یک قطعه بنا بر توصیه‌ی سازنده	به اندازه‌ی کافی انبار شده است	۲ قطعه موجود است	قطعات قدیمی از زمان طراحی
توصیه‌ی سازنده‌ی اصلی	قطعه تعمیر شود	تعویض شود	رایانه‌ای با مشخصات: چهار هسته‌ای ۱۶ گیگاهایت رم ۲ گیگاهایت سامانه‌ی انتقال داده	قطعه‌ی یدکی می‌تواند دوباره ساخته شده و برای انبار کردن ارسال شود و یا قطعه با مدل حالت جامد با طول عمر قبل تعویض ۲۵۰۰۰ ساعت و بازه‌ی تعمیر ۱ ساعت تعویض گردد
الزامات آیین نامه و مقررات	قوانین و آیین‌نامه‌های داخلی و بین‌المللی باید لحاظ شود	عدم نیاز	عدم نیاز	عدم نیاز
تأثیر بر روی تولید	هیچ	نامشخص	هیچ	زیاد
نوع تعمیر	تعمیر: یک محدودیت این حسگر این است که در صورت خرابی سلول حسگر پارامگنتیک، قطعه باید تعمیر شود و تعویض آن هزینه بر است.	تعویض: حسگرهای فیول سل قابل عرضه بوده و می‌تواند با قیمت نامی مشخصی جایگزین شوند.	تعویض: مطابق با نظر و توصیه سازنده‌ی اصلی جایگزین شده و رایانه‌ی معیوب برای گارانتی ارسال و قطعه جدید و یا تعمیر شده انبار می‌شود	تعویض (ارتقا): قطعه با جز حالت جامد تعویض شده که این قطعه قابلیت پایش و کنترل بهتری داشته و زمان تعمیر را شدت کاهش می‌دهد

سامانه‌های الکترونیکی از اتاق کنترل را فراهم می‌کند. در پروژه‌ی ارتقاء دیگری، تجهیزات فیلد با تجهیزات کنترل الکترونیکی ارتقاء یافته و رک‌های ورودی خروجی به سامانه‌ای مبتنی بر PLC5 اضافه شده است. سامانه‌ی کنترل با مدلی با حافظه‌ی بالاتر جایگزین شده زیرا سامانه‌ی جاری در زمان اجرای برنامه و واسط کاربری موجود دچار کمبود حافظه می‌شد. ارتقاء به روشی بسیار مقرون به صرفه اجرا شده و کمترین میزان آموزش برای کاربران پلنت جهت کنترل و بهره‌برداری از سامانه‌ی ارتقاء یافته مورد نیاز می‌باشد. این مسأله به کاربر نهایی این امکان را می‌دهد تا بدون نیاز به جایگزینی کل تجهیزات صرفه‌جویی قابل توجهی نماید.

تعمیرات اساسی را در آن اجرا نمود. راه‌حل نهایی شامل جنبه‌های مختلفی است. کنترل‌کننده‌های پنوماتیک با کنترل‌کننده‌های الکترونیکی و ترانسیمپترهای هوشمند جایگزین می‌شوند و کیت‌های ارتقاء مجهز به سامانه‌ی خود-ارزیابی^{۱۱} و اعتبارسنجی بر روی شیرها نصب می‌شوند. فرآیندها و ابزارهای با قابلیت خود تشخیصی^{۱۲} بسیار مهم هستند؛ زیرا قابلیت اطمینان اندازه‌گیری برای کنترل بهینه و در نهایت کاهش تعمیرات (تعداد و زمان تعمیر) بسیار ضروری است. سامانه‌ی پایش با نصب نرم‌افزار مدیریت اجزا و تجهیزات به روزرسانی شده که هزینه‌های نگهداری میدانی را کاهش داده و امکان کالیبراسیون مجدد و عیب‌یابی

برای مدل‌های مختلف اعمال می‌شود. در موارد خاص، ساقه به بدنه جوش می‌شود که با ایجاد آب‌بندی بیشتر از نشست سیال با فعالیت شیمیایی بالا، مرگبار و یا رادیواکتیو جلوگیری نماید و بنابراین تعمیر و تعویض باید بصورتی مناسب برنامه‌ریزی و اجرا شود. بهینه‌سازی‌های در دست اقدام اجزا و المان‌های قدیمی منجر به کاهش هزینه و ایمنی بیشتر کارکنان فعال در سایت می‌شود. این فعالیت‌ها با اجرای پروژه‌های ارتقاء و بهینه‌سازی انجام می‌شوند. مثال حاضر تأسیساتی از یک پروژه‌ی فراساحلی است که به مدت ۳۰ سال مورد بهره‌برداری قرار گرفته است و به دلیل محدودیت‌های کاربر نهایی^{۱۰} نمی‌توان

11. Self-checking
12. Self-diagnostic

10. End user