



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

سند چشم انداز پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی



دریافت کنندگان سند:

- ☐ - کمیته فنی بازرگانی شرکت توانیر
- ☐ - دفتر مهندسی و راهبری شبکه (نظارت بر توزیع) شرکت توانیر
- ☐ - کلیه دفاتر تخصصی معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر
- ☐ - شرکت های توزیع نیروی برق
- ☐ - شرکت های تامین کننده نرم افزار



فهرست مطالب

۶	مقدمه
۸	۱. فصل اول: معرفی نرم افزارهای CMMS/EAM
۸	۱.۱. مقدمه
۸	۲.۱. چرا در شرکت های توزیع نیروی برق به نرم افزارهای CMMS/EAM نیاز است؟
۱۳	۳.۱. سیر تکاملی سیستم های اطلاعاتی مدیریت و پشتیبانی
۱۶	۴.۱. کلیات و اجزای اصلی نرم افزارهای CMMS/EAM
۱۶	۱.۴.۱. الزامات کارکردی
۱۷	۲.۴.۱. الزامات غیرکارکردی (ثانویه)
۱۹	۲. فصل دوم: ماژول های اصلی نرم افزارهای CMMS/EAM
۱۹	۱.۲. مقدمه
۱۹	۲.۲. ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی
۲۱	۱.۲.۲. اطلاعات پایه در نرم افزار CMMS/EAM
۲۳	۲.۲.۲. برنامه نگهداشت
۲۴	۳.۲.۲. خروجی های ماژول ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی
۲۵	۳.۲. منابع انسانی
۲۵	۴.۲. مدیریت کار
۲۶	۱.۴.۲. درخواست کار
۲۸	۲.۴.۲. انواع دستورکار
۲۹	۳.۴.۲. برنامه ریزی دستورکار
۳۰	۴.۴.۲. زمان بندی دستورکار
۳۱	۵.۴.۲. ارجاع دستورکار
۳۱	۶.۴.۲. اجرای دستورکار
۳۲	۷.۴.۲. یادگیری و بازخورد (پایان دستورکار)
۳۲	۸.۴.۲. گزارش های ماژول مدیریت کار
۳۳	۵.۲. ماژول مدیریت موجودی



۳۵	۶,۲. تدارکات و خرید
۳۶	۷,۲. بودجه بندی
۳۷	۸,۲. مدیریت پروژه
۳۷	۹,۲. مدیریت عملکرد و گزارشات
۳۹	۱۰,۲. جمع بندی
۴۰	۳. یکپارچه سازی سیستم مدیریت اطلاعات دارایی در شرکت های توزیع نیروی برق
۴۰	۱,۳. مقدمه
۴۰	۲,۳. انواع سیستم ها در شرکت های توزیع نیروی برق
۴۲	۳,۳. یکپارچه سازی سیستم های مدیریت دارایی ها و دیگر سیستم های IT و OT
۴۵	۴,۳. انطباق نرم افزارهای CMMS/EAM با استاندارد IEC 61968
۴۵	۱,۴,۳. معرفی استاندارد IEC 61968
۴۷	۲,۴,۳. مدیریت دارایی های فیزیکی در استاندارد IEC 61968
۴۸	۵,۳. سیستم های جامع مدیریت عملکرد دارایی های فیزیکی (APM)
۴۹	۱,۵,۳. کارکردهای اصلی راهکارهای APM
۴۹	۲,۵,۳. قابلیت های اصلی راهکارهای APM
۵۰	۶,۳. جمع بندی
۵۱	۴. فرایند انتخاب نرم افزار CMMS/EAM
۵۱	۱,۴. مقدمه
۵۱	۱,۱,۴. پیامدهای انتخاب نادرست نرم افزار CMMS/EAM
۵۲	۲,۴. توسعه درون سازمانی یا خرید نرم افزار
۵۳	۳,۴. گام های انتخاب نرم افزار CMMS/EAM
۵۴	۱,۳,۴. تشکیل تیم
۵۴	۲,۳,۴. جست و جوی فروشندگان
۵۵	۳,۳,۴. تعریف الزامات
۵۶	۴,۳,۴. مشخص کردن معیارهای اولویت بندی
۵۸	۵,۳,۴. آماده سازی و ارائه پیشنهاد (RFP)
۵۹	۶,۳,۴. ارزیابی اولیه
۵۹	۷,۳,۴. ارزیابی جزئی



۵۹	۸,۳,۴. انعقاد قرارداد
۶۰	۴,۴. جمع بندی
۶۱	۵. فصل پنجم: پیاده سازی و توسعه نرم افزار CMMS/EAM
۶۱	۱,۵. مقدمه
۶۱	۲,۵. فرایند گام به گام پیاده سازی و توسعه نرم افزار
۶۲	۳,۵. تشکیل تیم پیاده سازی
۶۳	۴,۵. تعهد مدیریت سازمان
۶۴	۵,۵. آمادگی برای تغییر
۶۴	۶,۵. سفارش نرم افزار/سخت افزار
۶۴	۷,۵. تعریف دامنه پروژه
۶۵	۸,۵. برنامه ریزی فعالیتهای پیاده سازی و توسعه
۶۵	۹,۵. نصب و پیکربندی
۶۶	۱۰,۵. آموزش
۶۶	۱۱,۵. جمع آوری و ورود اطلاعات
۶۷	۱۲,۵. پیگیری و نظارت
۶۸	۱۳,۵. به روز رسانی (بهبود مستمر) نرم افزار
۶۸	۱۴,۵. جمع بندی
۶۹	مراجع
۷۱	پیوست
۷۱	پیوست ۱: اطلاعات و الزامات نرم افزارهای CMMS/EAM
۷۱	پ.۱.۱. اطلاعات کلی از تأمین کننده و نرم افزار
۷۲	پ.۲.۱. الزامات نرم افزار CMMS/EAM
۷۲	پ.۳.۱. الزامات کارکردی (ماژول های اصلی)
۸۴	پ.۴.۱. الزامات غیر کارکردی (امکانات ویژه نرم افزار)
۸۷	پیوست ۲: شاخص های سنجش اثربخشی سیستم CMMS/EAM



فهرست شکل‌ها

- شکل ۱. سیر تکامل سیستم‌های مدیریتی (برگرفته از [5]) ۱۴
- شکل ۲. مقایسه‌ای میان CMMS، EAM و ERP در ابتدای ایجاد این سیستم‌ها [2] ۱۵
- شکل ۳. مثالی از روش ترسیم درخت‌واره دارایی‌های یک صنعت [6] ۲۰
- شکل ۴. فرایند کلی مدیریت کار [4] ۲۶
- شکل ۵. طبقه‌بندی فعالیت‌های نگهداشت [12] ۲۷
- شکل ۶. نمایی از تقویم زمان‌بندی فعالیت‌های یک نرم‌افزار CMMS [13] ۳۰
- شکل ۷. ارتباطات بین دو فرایند اصلی مدیریت کار و مدیریت مواد و قطعات یدکی [11] ۳۴
- شکل ۸. نمایی از روش نمایش شاخص‌های عملکردی کلیدی در نرم‌افزار CMMS [13] ۳۹
- شکل ۹. مراحل چرخه عمر دارایی فیزیکی از نگاه استاندارد IEC 61968 [17] ۴۳
- شکل ۱۰. ساختار دوگانه در ارتباط سیستم‌های شرکت‌های توزیع نیروی برق [15] ۴۴
- شکل ۱۱. ساختار یکپارچه در ارتباط سیستم‌های شرکت‌های توزیع نیروی برق [15] ۴۵
- شکل ۱۲. کارکردهای شرکت‌های توزیع نیروی برق در مدل مرجع ارتباط متقابل (IFM) [10] ۴۶
- شکل ۱۳. نقشه راه انتخاب نرم‌افزار [2] ۵۴
- شکل ۱۴. اصلی ترین حوزه‌های تأثیرگذار در پیاده‌سازی نرم‌افزار CMMS/EAM [2] ۶۱
- شکل ۱۵. فرایند گام به گام پیاده‌سازی نرم‌افزار CMMS/EAM [8] ۶۲
- شکل ۱۶. ساختار گروه پیاده‌سازی نرم‌افزار CMMS/EAM [2] ۶۳

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱. ارتباط اهداف کلان سازمان و نقش CMMS/EAM در رسیدن به آن ۱۲
- جدول ۲. داده‌های لازم در مازول ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی [7] ۲۱
- جدول ۳. برخی از انواع دستورکارهای نرم‌افزارهای CMMS/EAM [3] ۲۸
- جدول ۴. کارکردهای مرتبط با مدیریت دارایی‌های فیزیکی در استاندارد IEC 61968 ۴۸
- جدول ۵. مزایا و معایب انواع روش‌های تأمین نرم‌افزار CMMS/EAM ۵۳
- جدول ۶. مثالی از معیارها و روش مقایسه نرم‌افزارهای CMMS/EAM ۵۷



مقدمه

در ادبیات مدیریت دارایی‌های فیزیکی از مدیریت یکپارچه اطلاعات دارایی‌ها به عنوان یکی از الزامات تعالی در مدیریت دارایی‌های فیزیکی نام برده می‌شود [1]. اما در سازمان‌های گسترده و دارایی محور، همچون شرکت‌های توزیع نیروی برق، مدیریت حجم گسترده اطلاعات و فرایندهای حوزه مدیریت دارایی‌های فیزیکی بدون بهره‌گیری از سیستم‌های نرم‌افزاری کارآمد، اگر نگوییم غیرممکن، بی‌تردید بسیار مشکل و ناقص خواهد بود. در دهه‌های گذشته، برای یاری‌رسانی به مدیران و کارکنان سازمان‌های دارایی محور خانواده‌ای از نرم‌افزارهای مدیریت یکپارچه نگهداشت دارایی‌ها با نام سیستم‌های رایانه‌ای مدیریت نگهداشت (CMMS)^۱ به صنایع معرفی شده‌اند. بعدتر با تغییر رویکرد در مدیریت نگهداشت و توجه بیشتر به مدیریت چرخه عمر دارایی‌ها، بر گستردگی فرایندهای تحت پوشش و قابلیت‌های نرم‌افزارهای مدیریت نگهداشت افزوده شد؛ حاصل آن معرفی نسل جدیدی از سیستم‌های جامع با نام مدیریت دارایی‌های بنگاه (EAM)^۲ به کاربران بوده است. این روند تکاملی تا به امروز در حال پیگیری است. با شروع عصر انقلاب صنعتی چهارم و گسترده شدن فناوری‌هایی نظیر کلان داده^۳، شبکه اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی هر روز شاهد افزوده شدن قابلیت جدیدی به نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی هستیم.

در ایران نیز با رشد فعالیت‌های اقتصادی و ورود فناوری‌های مدیریت اطلاعات در دهه‌های گذشته، فرهنگ بهره‌برداری از نرم‌افزارهای جامع مدیریت اطلاعات نیز گسترش یافت. اما به دلایل متعددی همچون اولویت مسائل مدیریت مالی سازمان‌ها و اتوماسیون اداری، هسته اولیه شکل‌گیری سیستم‌های جامع در این بخش‌ها قرار گرفت. اما با شتاب‌گیری توسعه در صنایع تولیدی، فرایندی و خدماتی در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ شمسی و در کنار آن افزایش نیاز به اجرای برنامه‌های نگهداشت روی تجهیزات آن‌ها، زمینه معرفی بیشتر سیستم‌های نرم‌افزاری مدیریت نگهداشت نیز در کشور فراهم شد. در سال‌های اخیر، با گسترش دانش مدیریت دارایی‌های فیزیکی و مشاهده موفقیت‌های پروژه‌های انجام‌شده، اقبال به پیاده‌سازی مدیریت دارایی‌های فیزیکی و سیستم‌های نرم‌افزارهای آن در شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور روزافزون شده است. در همین راستا، نیاز به تدوین اسناد پشتیبان انتخاب و پیاده‌سازی نظام‌مند نرم‌افزار مدیریت اطلاعات و فرایندهای دارایی‌های فیزیکی (EAM) در معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر احساس شد. سند پیش‌رو در پاسخ به این اقبال و با هدف راهنمایی شرکت‌های توزیع نیروی برق در انتخاب هوشمندانه نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی و تامین‌کنندگان نرم‌افزاری تهیه شده است.

۱. Computerized Maintenance Management System

۲. Enterprise Asset Management

۳. Big Data



در این سند سعی شده است با هدف ایجاد شناخت از نرم افزارهای مدیریت دارایی ها و روش انتخاب و پیاده سازی آن ها، تجارب برخی از شرکت های توزیع در پیاده سازی نرم افزارهای مدیریت نگهداشت، دانش مشاوران این صنعت و اطلاعات مراجع اصلی راهنمای انتخاب و پیاده سازی نرم افزارهای CMMS/EAM به خوانندگان محترم منتقل شود. در فصل اول سند به روند تکاملی نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی پرداخته شده است. در ادامه مازول های اصلی این خانواده از نرم افزارها شرح داده می شود (فصل دوم). اهمیت یکپارچگی نرم افزار با دیگر سیستم های سازمان و انطباق آن با کارکردها و الزامات استاندارد IEC 61968 در فصل سوم شرح داده شده است. سپس در فصل چهارم فرایند انتخاب و در فصل پنجم فرایند پیاده سازی نرم افزار با شرح مراحل هر کدام از گام های فرایندها نگاشته شده است. در بخش پیوست نیز، به صورت جزئی تر، الزامات اصلی نرم افزارهای EAM برای پیاده سازی در شرکت های توزیع نیروی برق معرفی می شود. بخش دیگر پیوست نیز به معرفی شاخص های کلیدی برای ارزیابی موفقیت پیاده سازی نرم افزار اختصاص داده شده است.



۱. فصل اول: معرفی نرم افزارهای CMMS/EAM

۱.۱. مقدمه

سیستم‌های رایانه‌ای مدیریت نگهداشت (CMMS) و مدیریت دارایی‌های بنگاه (EAM) توانمندسازهایی در قالب بسته‌های نرم‌افزاری هستند که برای پشتیبانی از مدیریت دارایی‌های فیزیکی و نگهداشت طراحی شده‌اند. استفاده اثربخش از انواع سیستم‌های پشتیبان مدیریت دارایی‌های فیزیکی می‌تواند بازدهی خدمات این بخش را به میزان چشمگیری بهبود بخشد. تفاوت این دو خانواده از نرم‌افزارها بیشتر در گستردگی ماژول‌های آن‌ها و تعداد فرایندهای قابل مدیریت در آن‌هاست؛ اما با به‌روزرسانی نرم‌افزارهای اولیه مدیریت نگهداشت، در خیلی از موارد دیگر مرز خاصی بین آن‌ها وجود ندارد. از این رو انتخاب گستردگی قابلیت‌ها و ماژول‌های نرم‌افزار بیشتر به فلسفه و استراتژی مدیریت دارایی فیزیکی سازمان و همچنین قابلیت‌ها و به‌روزرسانی دیگر نرم‌افزارهای پشتیبان سازمان بستگی دارد [2].

اما شاید یک سؤال مهم و اساسی این باشد که استفاده از نرم‌افزار مدیریت نگهداشت و تعمیرات (نت) (CMMS) یا مدیریت دارایی‌های فیزیکی (EAM) در چه سازمان‌هایی می‌تواند اثربخشی ایجاد کند؟ نکته مهم و قابل توجه در ارتباط با این سیستم‌ها این است که در هر سطحی از این ابزارها می‌توان استفاده کرد. برخی از سازمان‌ها در پایین‌ترین سطح، از انواع سیستم‌های پشتیبان نگهداشت و تعمیرات به‌عنوان یک پایگاه داده برای ثبت اطلاعات استفاده می‌کنند. برخی دیگر این سیستم‌ها را به‌عنوان ابزاری برای مدیریت گردش کارها و فرایندهای سازمانشان استفاده می‌کنند و تعداد محدودی از سازمان‌ها نیز این سیستم‌ها را به یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری تبدیل می‌کنند. در سطح بهره‌برداری از نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی به‌عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS^۱) برنامه‌ریزی‌های واحد بهره‌برداری و نگهداشت و دیگر واحدهای درگیر در حوزه مدیریت دارایی‌ها بر پایه خروجی‌ها و گزارش‌هایی که از این سیستم به دست می‌آید، انجام می‌شود.

۲.۱. چرا در شرکت‌های توزیع نیروی برق به نرم‌افزارهای CMMS/EAM نیاز است؟

در تمام سازمان‌هایی که فعالیت‌های وسیع مدیریت دارایی‌ها به‌صورت جمع‌آوری اطلاعات عملیاتی و مکانی دارایی‌ها، ردیابی و پیگیری دستورکارها، بودجه‌ریزی، مدیریت موجودی مواد و قطعات یا سایر فعالیت‌های حوزه مدیریت دارایی‌ها در جریان است، پیاده‌سازی نرم‌افزار متناسب و کارآمد از الزامات تعالی در مدیریت دارایی است. شرکت‌های توزیع نیروی برق نیز به‌سبب گستردگی بهره‌گیری از انواع دارایی‌های فیزیکی و لزوم بهره‌برداری و نگهداشت بهینه از آن‌ها از این قاعده مستثنا نیستند. نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی اگر به‌درستی طراحی، آموزش و پیاده‌سازی شود، موانع موجود بین تیم‌ها و سیلوهای داده‌ای را از بین می‌برد و

۱. Decision Support System



اطمینان ایجاد می‌کند که تمام افراد می‌توانند به اطلاعات مورد نیاز خود برای انجام صحیح فعالیت‌های حوزه مدیریت چرخه عمر دارایی‌های فیزیکی دسترسی داشته باشند.

استفاده بلوغ‌یافته از CMMS/EAM منجر به افزایش زمان در دسترس (کاهش خاموشی‌ها)، کاهش تعداد و زمان‌های خرابی (افزایش قابلیت اطمینان) و بیشینه‌سازی عمر و اثربخشی دارایی در کنار کاهش هزینه‌های نگهداشت می‌شود. البته نباید فراموش کرد که تنها نصب نرم‌افزار تأثیرگذار نخواهد بود، مگر اینکه به‌درستی پیاده‌سازی، آموزش و بهره‌برداری شود [3]. با پیاده‌سازی یک نرم‌افزار مدیریت و پشتیبانی از تجهیزات می‌توان شرایط و عملکرد دارایی را ردیابی کرد، اطلاعات مربوط به گارانتی را پیگیری کرد، سوابق خرابی و فعالیت‌های نت مربوط به هر دارایی را مشاهده و بررسی کرد و درجه حساسیت هر تجهیز را تعریف کرد. در اختیار داشتن همه این اطلاعات باعث می‌شود تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت دارایی‌ها به سمت بهینه‌سازی پیشرفت کند و تلفات فرایندی به حداقل کاهش یابد. آمارها نشان می‌دهد مدیریت مؤثر اطلاعات دارایی‌ها نتایج شایانی برای سازمان به ارمغان می‌آورد. برخی از این نتایج به شرح ذیل است [4]:

- اثربخشی کلی تجهیزات (OEE)^۱ (که نتیجه دسترس‌پذیری، سرعت و دقت است) می‌تواند بین ۵۰ تا ۸۵ درصد افزایش پیدا کند.
- قابلیت اطمینان (میانگین زمانی بین خرابی‌ها) تا ۲۰ درصد می‌تواند افزایش پیدا کند.
- بهره‌وری نیروی کار بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش پیدا می‌کند.
- استفاده از مواد و قطعات یدکی بین ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش پیدا می‌کند.

همان‌طور که گفته شد، مهم‌ترین هدف و مزیت نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی کمک به تصمیم‌گیری در ابعاد مختلف مدیریت دارایی‌های فیزیکی سازمان است. در کنار افزایش سطح پایش عملکرد دارایی‌ها و بهبود شاخص‌های اصلی مدیریت دارایی‌های فیزیکی، برخی از مشهودترین بهبودهای حاصل از پیاده‌سازی نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی در شرکت‌های توزیع نیروی برق عبارت است از:

- **افزایش بهره‌وری نیروی کار:** برنامه‌ریزی و زمان‌بندی دقیق‌تر کارها از اولین ثمرات پیاده‌سازی نرم‌افزارهای استاندارد مدیریت دارایی‌های فیزیکی است. این کار به گروه‌های عملیاتی امکان می‌بخشد تا برای فعالیت‌های پیش‌رو را می‌دهد. کاهش زمان آماده‌سازی گروه برای اجرای یک کار و در اختیار بودن تمام منابع و ابزارهای لازم از دیگر فواید پیاده‌سازی نرم‌افزارهای CMMS/EAM است.
- **کاهش خاموشی و تلفات انرژی در شبکه:** نظام‌مند و یکپارچه‌سازی فعالیت‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداشت دارایی‌های شبکه و ماشین‌آلات و دیگر تجهیزات پشتیبان در بستر نرم‌افزار CMMS/EAM

۱. Overall Equipment Effectiveness



امکان پیشگیری مؤثر و رفع سریع خرابی‌های محتمل را فراهم می‌آورد. تأثیر اصلی این کار در کاهش میزان خاموشی‌ها و تلفات انرژی در سطح شبکه است.

▪ **عمر مفید طولانی‌تر تجهیزات:** از پیامدهای اصلی برنامه‌ریزی و کنترل دقیق برنامه‌های نگهداشت و رصد عملکرد تجهیزات، افزایش عمر مفید دارایی‌های سازمان است. CMMS/EAM با پشتیبانی از فرایندهای نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)^۱ به طولانی‌تر شدن عمر مفید تجهیزات کمک می‌کند.

▪ **کنترل موجودی:** کاهش هزینه‌های انبارداری و بهینه‌سازی موجودی انبارها از پیامدهای برنامه‌ریزی دقیق کارها و اختصاص قطعات و مواد مصرفی مورد نیاز برای آنها و ثبت رکوردهای داده‌ای صحیح برایشان است. همگام‌سازی فرایند مدیریت کارهای ساخت، بهره‌برداری و نگهداشت با فرایندهای خرید و انبارش و تحویل کالا با پیاده‌سازی سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی همچون نرم‌افزارهای EAM به دست می‌آید.

▪ **سفارش‌های خرید بلندمدت:** با ثبت و پردازش دقیق اطلاعات کالا می‌توان برای سفارش‌گذاری و خرید بلندمدت با عرضه‌کنندگان قطعات و مواد وارد مذاکره شد. یکی از فواید این کار امکان خودکارسازی فرایند سفارش‌گذاری و خرید قطعات بر اساس مقادیر حداقل و نقطه سفارش کالا است.

▪ **افزایش کیفیت نگهداشت:** بهبود کیفیت نگهداشت در درجه اول از طریق انجام اقدامات مؤثر در نگهداشت پیش‌کنشی^۲ ناشی می‌شود. نرم‌افزار CMMS/EAM اصلی‌ترین ابزار سازمان در پشتیبانی از اجرای دقیق برنامه‌های نگهداشت است.

▪ **تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات و شواهد:** با پیاده‌سازی استاندارد نرم‌افزار CMMS/EAM دسترسی به اطلاعات دارایی‌های فیزیکی به طرز چشمگیری بهبود پیدا می‌کند. با پایش اطلاعات ذخیره‌شده با استفاده از این ابزارها، تصمیم‌گیری‌های مدیریت چرخه عمر با داده‌های قابل اعتماد و به موقع از وضعیت دارایی‌ها ساده‌تر می‌شود. به همین دلیل، کیفیت گزارش‌دهی و پشتیبانی از سیستم‌ها و ماژول‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)^۳ می‌تواند در انتخاب و توجیه پیاده‌سازی نرم‌افزار مطلوب مؤثر باشد.

۱. Reliability Centered Maintenance

۲. Proactive

۳. Decision Support Systems



- **افزایش اثربخش قراردادهای خدمات:** با یکپارچه سازی نرم افزارهای مدیریت کار در سازمان، مجموعه اطلاعات کافی برای سنجش و مقایسه عملکرد پیمانکاران و دیگر بخش های خدمات رسان در اختیار قرار می گیرد. بر اساس این اطلاعات می توان نقاط قوت و ضعف انواع قراردادهای سازمان را سنجید و برای بهبود شرایط آن ها برنامه ریزی کرد.
 - **استانداردسازی فرایند تبادل داده ها در بین بخش های مرتبط با یکدیگر:** در نهایت، نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی در ایجاد ساختاری یکپارچه و استاندارد برای تبادل اطلاعات کمک می کند. پایش مداوم و منظم فرایندها (به صورت چرخه های بهبود فرایند) می تواند به مرور جایگاه نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی (CMMS/EAM) را در سازمان تثبیت کند و شرایط بهینه را مناسب اصول مدیریت دارایی ها و متناسب با شرایط سازمان به وجود بیاورد.
 - **مدیریت اطلاعات دارایی ها و تجهیزات:** با توجه به اهمیت وجود اطلاعات بروز از دارایی ها و تجهیزات در حال بهره برداری در شرکت، وجود بانک داده دارایی ها و تجهیزات بمنظور گزارشگیری های مختلف بر اساس پارامترهای مختص هر نوع تجهیز، الزامی است. مدیریت اطلاعات دارایی ها بایستی علاوه بر امکان مشاهده سوابق اطلاعات دارایی ها، امکان گزارشگیری عملیات و دستورکارهای اجرا شده بر روی هر دارایی را داشته باشد.
 - **کدگذاری دارایی های فیزیکی:** یکی از قابلیت های بسیار مهم در نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی، امکان کدگذاری (برچسب گذاری) فیزیکی روی دارایی ها بمنظور ایجاد امکان ثبت گزارشات آنلاین معایب شبکه و تاسیسات می باشد.
 - **مدیریت عملکرد:** امکان تولید گزارشات عملکرد گروه های اجرایی و نیروهای انسانی در سامانه مدیریت دارایی های فیزیکی به منظور پایش عملکرد از امکانات بسیار مهم سامانه های مدیریت دارایی می باشد.
- به صورت کلی می توان تأثیر پیاده سازی سیستم های نرم افزاری مدیریت دارایی های فیزیکی بر دستیابی به اهداف اصلی شرکت های توزیع نیروی برق را در دو حوزه اصلی افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها خلاصه کرد. در جدول ۱ اهداف کلان سازمان و نقش CMMS/EAM در رسیدن به آن ها مشخص شده است [2].



شرکت توانیر

معاونت هماهنگی توزیع - دفتر مهندسی و راهبری شبکه (نظارت بر توزیع)

سند چشم انداز پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی

شماره سند: ۱۴۰۰/۴/۱۵/ن

ویرایش: ۰

تاریخ صدور: ۱۴۰۰/۴/۱۵

جدول ۱. ارتباط اهداف کلان سازمان و نقش CMMS/EAM در رسیدن به آن

هدف کلی	اهداف عینی	الزامات کسب و کار	الزامات سیستم
افزایش ظرفیت و بهره‌وری	بهبود دسترسی پذیری، قابلیت اطمینان و تعمیر پذیری	کاهش خرابی‌ها کاهش وقفه‌ها افزایش سرعت	پشتیبانی از تحلیل سوابق و قابلیت اطمینان تجهیزات مدیریت داده‌های تجهیزات ثبت مهارت‌ها ثبت صورت قطعات پشتیبانی از ایجاد و زمان‌بندی برنامه‌های نگهداشت، اصلاح و ساخت
		کاهش اختلالات کاهش دوباره‌کاری	پایش اختلالات دارایی‌ها نسبت به عملکرد مطلوب پایش وضعیت دستورکار و تعیین دوباره‌کاری
		پایش عملکرد	ردیابی داده‌های هزینه و عملکرد هر تجهیز ردیابی داده‌های هزینه و عملکرد فرایندها (به‌ویژه مدیریت کار)
کاهش هزینه‌ها	کاهش هزینه‌های کلی نگهداشت	کاهش نیروی کار	ایجاد امکان کار و کنترل ایجاد امکان برنامه‌ریزی برای نیروی انسانی و مواد و قطعات یدکی
		کاهش دارایی موجودی	تحلیل مصرف موجودی تحلیل سرمایه‌گذاری در موجودی
		کاهش کار اضطراری	پشتیبانی از زمان‌بندی PM پشتیبانی از تحلیل داده‌های قابلیت اطمینان
		مکانیزه کردن فرایندها	خودکارسازی صدور دستورکار خودکارسازی سفارش کالا از انبار خودکارسازی سفارش خرید از تأمین‌کنندگان
		پایش عملکرد	ردیابی هزینه‌ها بر اساس منطقه، کار، نوع هزینه‌ها و نیروی انسانی



۳.۱. سیر تکاملی سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت و پشتیبانی

تکامل سیستم‌های مدیریت و پشتیبانی اطلاعات در صنایع مختلف سیر تکاملی متفاوتی داشته است. مهم‌ترین عامل در مسیر تکامل سیستم‌های اطلاعاتی، الزامات اصلی ارائه خدمات یا تولید محصولات سازمان‌های صنعتی بوده است. به‌طور کلی می‌توان صنایع را از نظر تمرکز بر دارایی یا تولید به دو گروه دارایی‌پایه و تولیدپایه تقسیم کرد [5]. در گروه اول دارایی فیزیکی در تماس مستقیم با مشتریان سازمان قرار دارد. به‌طوری که دارایی معادل محصول (ساختمان و ابنیه زیرساختی) یا بخش اصلی محصول (شرکت‌های خدمات‌رسان زیرساخت، همچون شرکت‌های توزیع نیروی برق، و صنایع حمل‌ونقل) است؛ در این صنایع به‌دلیل تأثیر بسیار بالای کیفیت عملکرد دارایی‌ها در عملکرد و سطح خدمات کلی سازمان، برنامه‌ریزی نگهداشت دارایی‌ها و تأمین منابع آن در هسته اصلی فعالیت‌های فنی قرار می‌گیرد. از این صنایع با اصطلاح دارایی‌پایه^۱ نام برده می‌شود [5]. رسیدن به حد اعلای قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری در مدیریت دارایی‌های فیزیکی یکی از مهم‌ترین الزامات عملیاتی در صنایع دارایی‌پایه است؛ چرا که در این صنایع بهره‌برداری قابل اطمینان از دارایی‌ها، مهم‌ترین عامل تداوم ارائه خدمات است. از همین رو تکامل نرم‌افزارهای رایانه‌ای مدیریت نگهداشت (CMMS) و در ادامه آن نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی بنگاه (EAM)^۲ ریشه در این صنایع دارد.

اما در صنایع تولیدی (همچون صنعت خودرو و قطعه‌سازی) هسته اصلی فعالیت‌ها بر برنامه‌ریزی منابع و تأمین الزامات تولید مداوم محصول بنا شده است؛ به همین دلیل از این صنایع بیشتر با اصطلاح تولیدپایه^۳ نام برده می‌شود. در این صنایع از دارایی فیزیکی برای تولید یک محصول ثانویه استفاده می‌شود و نسبت به گروه اول تأثیرگذاری کمتری بر زنجیره ارزش دارد؛ هرچند، در این صنایع نیز حفظ کیفیت و نرخ تولید تا حد قابل توجهی به کیفیت مدیریت دارایی‌های فیزیکی آن‌ها وابستگی دارد. برای خطاب این صنایع بیشتر از اصطلاح تولیدپایه^۴ استفاده می‌شود. به‌دلیل اهمیت نسبی برنامه‌ریزی منابع تولید، توسعه نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی یکپارچه منابع بنگاه (ERP)^۵ در پاسخ به نیازهای این نوع از صنایع صورت گرفته است (شکل ۱).

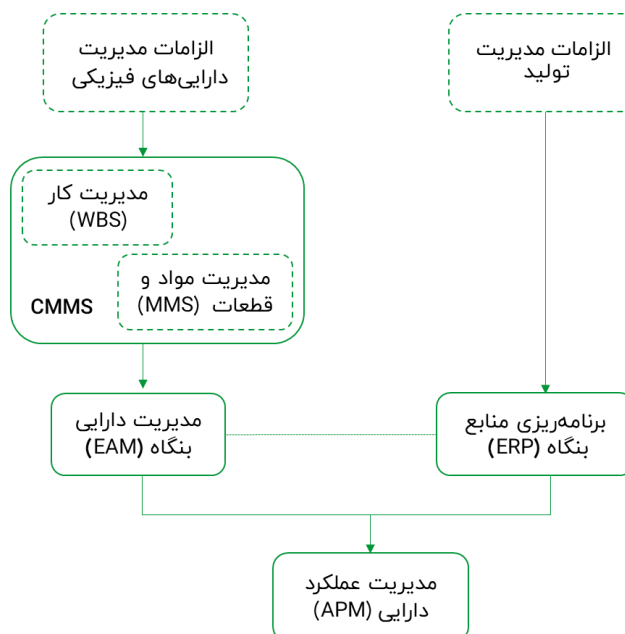
۱. Asset- based

۲. Enterprise Asset Management

۳. Production- based

۴. Production- based

۵. Enterprise Resource Planning



شکل ۱. سیر تکامل سیستم های مدیریتی (برگرفته از [۵])

اشاره شد که در دو رویکرد توسعه سیستم های مدیریتی، نوع نگاه به مدیریت نگهداشت یکی از تفاوت های اصلی است. به صورت کلاسیک در نرم افزارهای ERP، به دلیل توسعه در صنایعی که نگهداشت در هسته اصلی فعالیت های آن ها قرار ندارد، ماژول یا بخش به خصوصی برای مدیریت نگهداشت توسعه داده نمی شد [5] یا حداقل به عنوان یک ماژول اصلی و محوری به آن توجه نمی شد. یکی دیگر از تفاوت های رویکردی در بین نرم افزارهای EAM و ERP مربوط به ماژول های مدیریت موجودی است. اساساً در نرم افزارهای ERP مدیریت موجودی و خرید مواد متمرکز بر حفظ کیفیت خدمات رسانی انبارهای تولید است. در این نرم افزارها بر اساس برنامه تولید و تغییرات آن، کار برنامه ریزی موجودی انبارها و تحویل قطعات در خط تولید صورت می گیرد. اما در مقابل در رویکرد مدیریت دارایی های فیزیکی (EAM) مدیریت خرید و موجودی بر الزامات بخش نگهداشت بنا نهاده شده است. در این نرم افزارها هدف حفظ قابلیت اطمینان و دسترس پذیری دارایی ها در شرایط مطلوب و بر اساس هزینه های بهینه چرخه عمر آن بوده است [5].

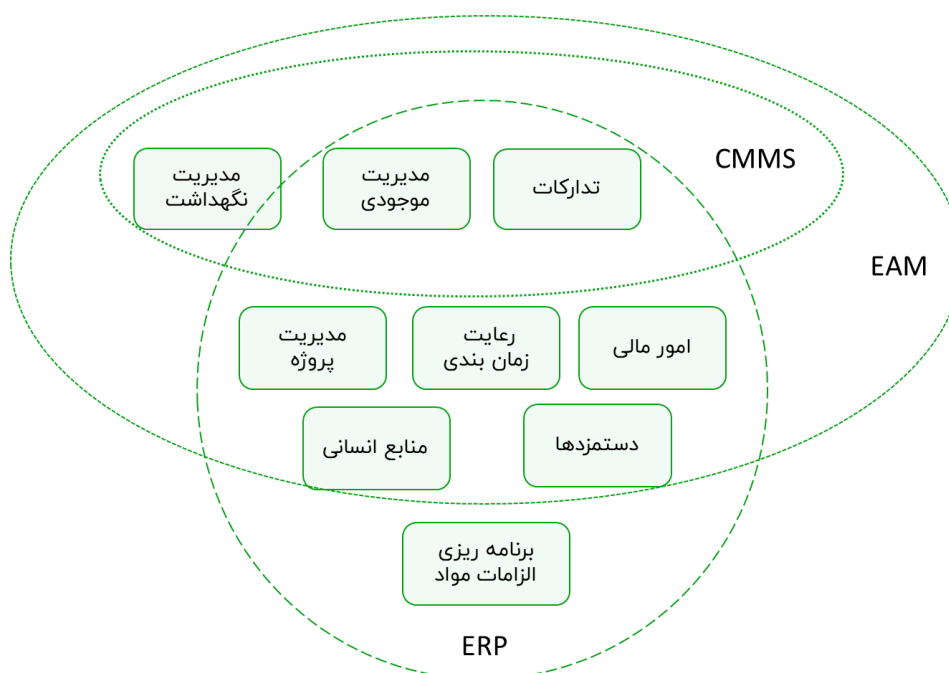
در گروه صنایع دارایی محور، به طور خاص، سیستم های پشتیبان مدیریت دارایی های فیزیکی از نرم افزارهای مدیریت کار نگهداشت (WMS)^۱ تکامل یافته اند؛ در حالت ابتدایی این نرم افزارها وظیفه مکانیزه کردن جریان اجرای دستورکارهای نگهداشت را بر عهده داشتند. سپس با افزوده شدن دو ماژول مدیریت تدارکات و خرید و مدیریت موجودی انبار به هسته اولیه مدیریت کار، اصطلاح سیستم های رایانه ای مدیریت نگهداشت (CMMS)^۲

۱. Work Management Systems

۲. Computerized Maintenance Management System



برای اشاره به این بسته‌های نرم‌افزاری رایج شد. در ادامه این روند تکاملی و با توجه بیشتر صنایع به اهمیت مدیریت یکپارچه دارایی‌های فیزیکی در سطح کل سازمان، علاوه بر ماژول‌های پایه‌ای CMMS، مجموعه ماژول‌های بیشتری همچون مدیریت منابع انسانی، مدیریت مالی، مدیریت پروژه و موارد دیگر (شکل ۲) در اختیار سیستم یکپارچه مدیریت دارایی‌های فیزیکی سازمان (EAM) قرار گرفت.



شکل ۲. مقایسه‌ای میان CMMS، EAM و ERP در ابتدای ایجاد این سیستم‌ها [۲]

همان‌طور که در مقدمه این فصل اشاره شد، در حال حاضر و با توسعه بلوغ صنعت فناوری اطلاعات، دیگر مرز خاصی بین نرم‌افزارهای CMMS و EAM قابل‌ترسیم نیست. این نکته در مورد تفاوت‌های دو خانواده نرم‌افزارهای EAM و ERP نیز صادق است. به‌طور مثال نرم‌افزار مدیریت منابع SAP اخیراً نسخه بهینه‌شده EAM خود را نیز ارائه کرده است.^۱ به‌صورت مشابه، شرکت INFOR که بیشتر به ارائه‌دهنده سیستم‌های مدیریت دارایی‌های فیزیکی شهره بود، نسخه ERP خود را نیز برای پیاده‌سازی در اختیار گذاشته است.^۲ امروزه، با متداول‌شدن ساختارهای استاندارد و پویای توسعه بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه و متداول‌شدن رویکرد معماری سرویس‌محور (SOA)،^۳ به‌صورت توسعه سرویس‌های تخصصی و سپس یکپارچه‌سازی آن‌ها در بستر

۱. <https://www.sap.com/products/digital-supply-chain/asset-management-eam.html>

۲. <https://www.infor.com/products/erp>

۳. Service Oriented Architectures



زیرساخت‌های تبادل داده^۱ ESB، امکان ترکیب و بهره‌برداری یکپارچه سیستم‌های مدیریت مالی و اداری، مدیریت منابع (همانند ERP) و مدیریت بهره‌برداری (همانند DMS^۲) و مدیریت دارایی (EAM) مهیا شده است. با تغییر نگاه به سمت یکپارچه‌سازی و همچنین فراگیری فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT)^۳، کلان داده^۴ و یادگیری ماشینی^۵ زمینه ظهور نسل جدیدی از سیستم‌ها با نام راهکارهای مدیریت عملکرد دارایی‌ها (APM)^۶ را فراهم کرده است. در این سیستم‌ها با بهره‌برداری از حجم بالایی از داده‌های عملیات تولید و عملکرد دارایی‌های فیزیکی و با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی بهینه‌ترین شرایط عملکرد دارایی‌ها محاسبه و برنامه‌ریزی فعالیت بر اساس آن انجام می‌شود. در نسخه‌های جدید استانداردهای حوزه یکپارچه‌سازی داده در شرکت‌های توزیع نیروی برق (IEC 61968) نیز مفهوم کارکردهای و سیستم مدیریت دارایی‌های فیزیکی بسیار نزدیک به کارکردهای مورد انتظار از سیستم‌های هوشمند مدیریت عملکرد دارایی (APM) است. این خانواده از نرم‌افزارهای صنعتی در بخش آینده نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی با شرح بیشتر معرفی می‌شوند. با توجه به نیاز روزافزون شرکت‌های توزیع به نرم‌افزارهای مدیریت دارایی، نرم‌افزارهای نگهداری و تعمیرات در حال استفاده در شرکت‌های توزیع بایستی به نحو مقتضی با نرم‌افزار مدیریت دارایی منطبق با این سند جایگزین یا به نرم‌افزار منطبق با این سند، ارتقا یابد.

۴.۱. کلیات و اجزای اصلی نرم‌افزارهای CMMS/EAM

مشخص شد که در سازمان‌های دارایی‌محور، نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی هسته اصلی سیستم یکپارچه مدیریتی را تشکیل می‌دهد. اما برای انتخاب، پیاده‌سازی و بهره‌برداری مطلوب از این سیستم‌ها شناخت الزامات اصلی شرکت‌های توزیع نیروی برق ضروری است. به صورت کلی الزامات نرم‌افزار مدرن CMMS/EAM به دو گروه الزامات کارکردی^۷ و الزامات غیرکارکردی^۸ یا کارکردهای ثانویه تقسیم می‌شود. این الزامات بر اساس اهداف و استراتژی‌های سازمان در پیاده‌سازی نرم‌افزار مدیریت دارایی‌ها تعیین می‌شوند. در این بخش به صورت اجمالی به مهم‌ترین این الزامات برای پیاده‌سازی در شرکت‌های توزیع نیروی برق اشاره شده است.

۴.۱.۱. الزامات کارکردی

الزامات کارکردی نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی بر اساس فرایندهای مدنظر برای اجرا در سیستم، تعیین می‌شوند. فرایند مدیریت کار از مهم‌ترین آن‌ها هستند. فرایندهای دیگر همچون فرایند درخواست و تحویل

۱. Enterprise Service Bus

۲. Distribution Management System

۳. Industrial Internet of Things

۴. Big Data

۵. Machine Learning

۶. Asset Performance Management Solution

۷. Functional Requirement

۸. Non-Functional Requirement



قطعات، بودجه‌ریزی، مدیریت ایمنی و مدیریت عملکرد نیز از این فرایند اصلی پشتیبانی می‌کنند. بر همین اساس اطلاعات اصلی و پایه نرم‌افزار مدیریت دارایی‌ها بر مبنای اطلاعات لازم برای اجرای این فرایندها شکل می‌گیرند. بر همین اساس، معمولاً نام هر ماژول در نرم‌افزار CMMS/EAM نیز بر اساس گروه فرایندی که در آن بخش مدیریت می‌شود، نام‌گذاری می‌شود. شرایط انتخاب و گسترده‌گی ماژول‌های نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی بر اساس اهداف، راهبردها و سطح بلوغ سازمان در مدیریت دارایی‌های فیزیکی مشخص می‌شود. اما به‌صورت کلی، ماژول‌های اصلی و متداول در نرم‌افزارهای CMMS/EAM به شرح ذیل است. در فصل بعد ماژول‌های اصلی سیستم‌های CMMS/EAM با توضیحات بیشتری معرفی می‌شوند.

- مدیریت اطلاعات دارایی‌ها (شناسایی و درخت دارایی‌ها، داده نگهداشت و خرابی)؛
- نیروی انسانی؛
- مدیریت کار؛
- کنترل موجودی انبار؛
- خرید و سفارش‌ها؛
- بودجه‌بندی؛
- مدیریت پروژه؛
- مدیریت عملکرد.

علاوه بر ماژول‌های اصلی نام‌برده، سازمان‌ها می‌توانند بر حسب استراتژی‌ها و برنامه‌های خود، ارائه ماژول‌های تخصصی دیگری نظیر ماژول نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) یا تحلیل علل ریشه‌ای (RCA) را از توسعه‌دهندگان نرم‌افزار انتظار داشته باشند.

۲.۴.۱. الزامات غیرکارکردی (ثانویه)

مجموعه کارکردهایی که برای افزایش امنیت، سهولت بهره‌برداری از نرم‌افزار و یکپارچه‌سازی آن با دیگر سیستم‌ها مورد احتیاج کاربران هستند، با عنوان الزامات غیرکارکردی یا کارکردهای ثانویه نرم‌افزار شناخته می‌شوند. این پارامترهای کیفی تا حد زیادی ضامن بقا و توسعه سیستم و استفاده پایدار از آن در سازمان است. برخی از این پارامترها عبارت‌اند از:

- ✓ کارکرد تحت شبکه نرم‌افزار؛
- ✓ قابلیت نصب و بهره‌برداری در چندین سازمان و ایجاد امکانات نظارتی در سازمان مرجع
- ✓ دسترسی به اطلاعات سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و موقعیت‌یابی تجهیزات در حداقل زمان؛
- ✓ وجود لایه‌های حفاظتی برای محدودسازی دسترسی کاربران مختلف به اطلاعات؛



✓ امکان طبقه‌بندی، تعریف دسترسی‌ها و نمایش اطلاعات دارایی‌ها برای سطوح مختلف کاربران، در حداقل زمان و حداکثر کارایی؛

✓ طراحی و به کارگیری پایگاه داده‌ای استاندارد و توانمند برای پردازش حجم وسیعی از داده‌ها در کوتاه‌ترین زمان ضمن حفظ تمامیت آن‌ها؛

✓ طراحی کاربرپسند، جهت ورود و دسترسی به اطلاعات در حداقل زمان و حداکثر دقت؛

✓ امکان توسعه و بهره‌گیری از امکانات انواع رایانه‌های همراه، تبلت و انواع تلفن‌های همراه (با رعایت الزامات امنیتی)؛

✓ انطباق با الزامات استانداردهای یکپارچه‌سازی داده و ارتباط نرم‌افزارهای شرکت‌های توزیع نیروی برق (مطابق استاندارد IEC61968).

همچون الزامات کارکردی، اولویت‌های سازمان در پیاده‌سازی نرم‌افزار مشخص‌کننده سطح مطلوب الزامات غیرکارکردی نرم‌افزارهای CMMS/EAM است. به همین دلیل ارزیابی دقیق از شرایط موجود، نوع پشتیبانی و تکامل‌پذیری نرم‌افزار در کنار انطباق آن با اهداف و راهبردهای سازمان در مدیریت دارایی‌های فیزیکی از معیارهای اصلی انتخاب آن است.



۲. فصل دوم: ماژول‌های اصلی نرم‌افزارهای CMMS/EAM

۱.۲. مقدمه

در فصل قبل در خصوص الزامات کارکردی اصلی و ثانویه سیستم‌های CMMS/EAM توضیحات اجمالی ارائه شد. در این فصل با تمرکز بیشتری اجزای اصلی سیستم یکپارچه مدیریت دارایی‌ها، که به عنوان ماژول‌های پایه نیز شناخته می‌شوند، شرح داده می‌شود. شایان ذکر است که ماژول‌های نام‌برده در این بخش لزوماً اجزای یک نرم‌افزار واحد نیستند؛ در بسیاری از موارد سازمان‌ها با اتخاذ راهبرد معماری خدمات‌محور (SOA)، مجموعه نرم‌افزارهای تخصصی خود را در یک بستر مشترک یکپارچه می‌سازند و یک سیستم جامع مدیریت دارایی‌های فیزیکی (EAMS) را از ترکیب نرم‌افزارهای توانمند خود می‌سازند. اما به هر ترتیب، کارکرد یکپارچه ماژول‌ها یا نرم‌افزارهای ذیل، و البته در بستر بزرگ‌تر و خدمات‌محور با سایر نرم‌افزارهای سازمان، برای مدیریت بهینه عملکرد دارایی‌ها در سازمان لازم است.

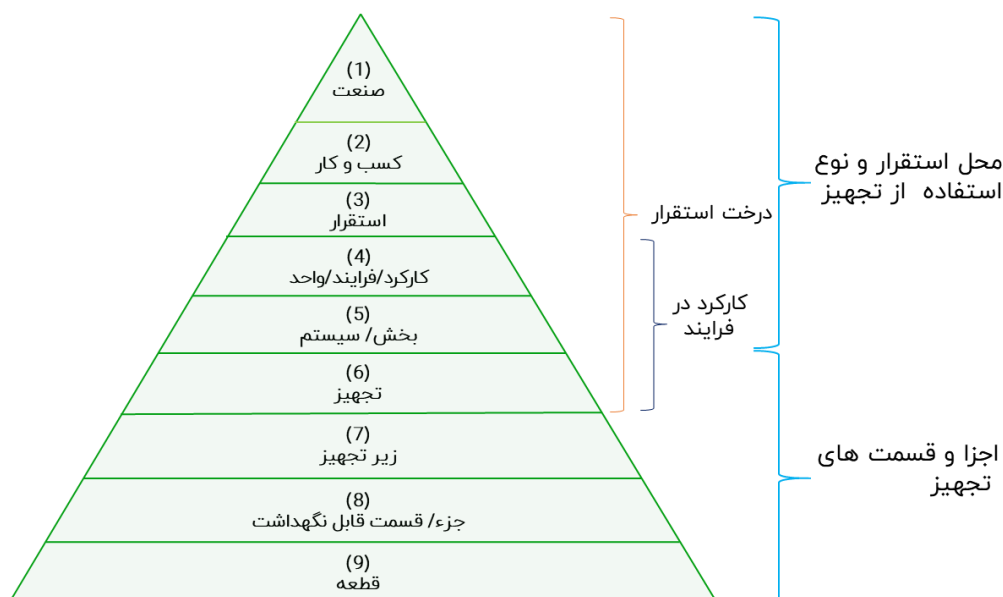
نظام نامه مدیریت دارایی‌های فیزیکی به عنوان یک سند مکمل سند حاضر در بردارنده الزامات اصلی نرم‌افزار خواهد بود و در سند حاضر سعی شده است این الزامات بصورت کاربردی تعریف و قابل اجرا توسط تولیدکنندگان نرم‌افزار باشد. تولید کننده نرم‌افزار بایستی سند فلوچارت یا مراحل نرم‌افزاری برای تمامی ماژول‌های اصلی ذیل و ارتباط بین ماژول‌ها را تهیه و در اختیار کارفرما قرار دهد. کارفرما (شرکت توزیع) نیز بایست این ارتباطات را در سازمان بررسی و امکان ایجاد یا عدم ایجاد آن ارتباطات را از نظر فنی، اجرایی و یا ساختار سازمانی بررسی نماید. شایان ذکر است صرف‌نظر از الزامات قید شده در این سند برای هر کدام از ماژول‌ها که کاملاً الزامی می‌باشد، درخواست شرکت توزیع به تیم تولید کننده نرم‌افزار بایستی توسط تیم تولید کننده نرم‌افزار بررسی و در صورت عدم نفی مفاد این سند، اجرا گردد.

۲.۲. ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی

این ماژول معمولاً یکی از اولین ماژول‌هایی است که نصب و پیاده‌سازی می‌شود. در این ماژول دارایی‌ها و مشخصات آن‌ها مانند مشخصات طراحی، عملیاتی و نگهداشت و... ثبت می‌شود. سپس بر اساس سلسله‌مراتب و روابط پدر و فرزندی به یکدیگر متصل می‌شوند و درخت‌واره دارایی‌های سازمان ترسیم می‌شود (شکل ۳). در چنین ساختار درختی‌ای می‌توان اطلاعات یک دارایی را در دو بخش کلی محل استقرار و نوع استفاده از آن به همراه اجزا و قسمت‌های دارایی مشخص کرد. در نرم‌افزارهای CMMS/EAM ماژول ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی کمک می‌کند تا تمام اطلاعات مربوط به دارایی‌های فیزیکی به صورت متمرکز قابل ردیابی و پایش باشد. باید توجه داشت که در شرکت‌های توزیع نیروی برق رصدپذیری ساختار درختی دارایی‌ها در بستر سیستم GIS سازمان اهمیت ویژه دارد. این موضوع در تقسیم‌بندی دارایی‌ها و ترسیم ارتباطات بین آن‌ها تأثیرگذار است. ارتباط بین دارایی در سامانه مدیریت دارایی‌های فیزیکی صرف‌نظر از مکان آن دارایی، بایستی با استفاده از یک



کد منحصر بفرد که در سیستم GIS ثبت شده است، وجود داشته باشد. به عبارتی همواره اطلاعات مربوط به دارایی فیزیکی از GIS و اطلاعات مکانی دارایی، از سامانه مدیریت دارایی های فیزیکی قابل استخراج خواهد بود.



شکل ۳. مثالی از روش ترسیم درختواره دارایی های یک صنعت [۶]

از جمله ویژگی هایی مازول ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی در نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی عبارت است از:

- دارابودن قابلیت ردیابی اطلاعات حساس تجهیزات از قبیل اطلاعات فنی، شرایط محیطی و... برای تهیه شناسنامه فنی تجهیزات؛
- امکان طبقه بندی و تعریف درختواره برای دارایی ها با رویکردهای متفاوت، به صورت مثال طبقه بندی مکانی در بستر GIS، طبقه بندی کارکردی و هر نوع طبقه بندی دیگر مورد نیاز سازمان. این کار برای تسهیل مدیریت داده و تخصیص فعالیت های سرویس و نگهداشت، عیب یابی تجهیز و مواردی از این دست انجام می شود.
- دارابودن قابلیت ردیابی اطلاعات خرید تجهیزات برای ارزیابی تأمین کنندگان؛
- دارابودن قابلیت تخصیص مالکیت تجهیزات به دو بخش درون شرکتی و مشتریان تحت قرارداد، برای کنترل فعالیت های مدیریت دارایی های فیزیکی؛
- قابلیت گزارش گیری از مجموع هزینه های دارایی برای سازمان، از جمله هزینه های تحصیل و منابع صرف شده (هزینه های نفر ساعت و قطعات مصرف شده)، برای آنالیز هزینه و تصمیم گیری های مدیریتی؛



- قابلیت ثبت و محاسبه تمامی حالت‌های عملیاتی و غیرعملیاتی بودن دارایی، برای محاسبه شاخص دسترسی پذیری و دیگر شاخص‌های عملکردی؛
- کدگذاری دارایی ها با استفاده از برچسب با استفاده از یک روش مشخص (نظیر QRCode یا رمزینه پاسخ سریع) و با دسترسی سریع به امکانات تعریف شده برای هر دارایی بمنظور گزارش خرابی ها و ... با استفاده از یک url بصورت عمومی یا نام کاربری؛
- قابلیت تولید سریع گزارش‌های لازم (درخت‌واره دارایی‌ها در بستر GIS، خرابی‌های اتفاق افتاده، برنامه‌های نگهداشت و زمان‌های صرف‌شده، زمان در دسترس بودن و توانمندی تولید گزارش‌ها بر اساس نیازهای دیگر کاربران).

۱،۲،۲. اطلاعات پایه در نرم‌افزار CMMS/EAM

در نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی ویژگی‌های اشاره شده بر اساس طراحی و همچنین روند تکاملی نرم‌افزار شکل‌های متفاوتی به خود می‌گیرد. به صورت تجربی پیکربندی نرم‌افزار در این مازول و مازول‌های دیگر بسیار به صنعتی که نرم‌افزار در آن متولد شده و ویژگی‌های عملیاتی آن صنعت بستگی دارد. اما در حالت پایه، نرم‌افزارهای CMMS/EAM باید مجموعه استانداردی از داده‌های دارایی را در اختیار کاربران قرار دهند. به این اطلاعات در جدول ۲ جهت آشنایی اشاره شده است.

جدول ۲. داده‌های لازم در مازول ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی [۷]

عنوان	توضیحات
۱	کدگذاری دارایی
۲	داده‌های شناسنامه‌ای



۱	سازنده، تاریخ ساخت، تاریخ و هزینه خرید، مدت تضامین و دیگر اطلاعات لازم)	
۲	- داده‌های نصب (تاریخ نصب، حساسیت^۱ و دیگر موارد) - ویژگی‌ها (ابعاد، وزن، توان، ظرفیت، سرعت، فشار و...) با امکان مدیریت نوع فیلد	
۳	- حالت عملکرد^۲ - تاریخ‌های عملیاتی (تاریخ اولین شروع به کار، تاریخ شروع در حالت جاری) - جمع کارکرد (ساعت، دور در دقیقه، تعداد روشن و خاموش شدن) - داده‌های اندازه‌گیری عملکرد و پایش وضعیت و فهم و سایر سنسورها و لوازم اندازه گیری که نرم‌افزار باید بتواند بر اساس شروط مشخص شده برای پارامترهای پایش وضعیت، در صورت نیاز درخواست کار صادر کند.	داده‌های عملیاتی
۴	- لیست اجزا و قطعات یدکی - ابزارهای ویژه دارایی - اطلاعات تأمین‌کنندگان (نام، تلفن، نشانی و...)	قطعات یدکی و ابزارهای ویژه
۵	- حالت‌های خرابی دارایی و ویژگی‌ها - برنامه نگهداشت و جزئیات آن - ارتباط به مستندات پشتیبان (دستورالعمل، نقشه، چک‌لیست) - ارتباط با دستورالعمل‌ها و فرایندهای ایمنی	داده‌های خرابی و نگهداشت
۶	- گروه‌های کاری مجاز برای فعالیت روی دارایی - ارتباط با برنامه‌های کاری گروه‌ها - ارتباط با آموزش‌ها	گروه‌های کاری
۷	- هزینه‌های نفر ساعت گروه‌های کاری - هزینه قطعات و مواد مصرفی - هزینه ابزار و ماشین‌آلات - و هر نوع هزینه دیگر	داده‌های هزینه

۱. Criticality

۲. Operational State



لازم به توضیح است که جمع آوری یکباره تمامی اطلاعات دارایی های موجود در شبکه تقریباً غیر ممکن است. به همین دلیل پیش از اجرای برنامه جمع آوری اطلاعات دارایی ها نیاز به اجرای برنامه تعیین حساسیت و اولویت بندی دارایی ها بر اساس سطح تأثیر خرابی آنها بر ایمنی، سلامت محیط زیست و عملیات مدیریت شبکه است. سپس با اساس رده بندی به دست آمده، برای دارایی های حساس سازمان، کار جمع آوری و ثبت داده آغاز می شود. در این کار نیز اولویت با کدگذاری و جمع آوری داده های پایه ای و مکانی دارایی های حساس سازمان، است. پس از آن به مرور زمان دیگر انواع داده های اشاره شده جمع آوری می شود.

۲.۲.۲. برنامه نگهداشت

یکی از بخش های مهم مازول مدیریت اطلاعات دارایی ها بخش برنامه نگهداشت پیشگیرانه^۱ دارایی هاست. در این بخش برنامه ها و فعالیت های نگهداشت مشخص شده برای دارایی تعریف می شوند. برای هر فعالیت مشخص شده، مجموعه ای از اطلاعات همچون بازه های زمانی، منطق تکرار، ریز فعالیت ها، مواد و قطعات، نیروی انسانی لازم و اولویت ها وارد می شود؛ و بر اساس آن ها، هزینه های فعالیت ها و منابع مشخص شده برآورد می شود. بر اساس برنامه تعریف شده در این بخش است که دستورکارهای پیشگیرانه برای اجرا در مازول مدیریت کار (مدیریت دستورکار) ایجاد و درخواست می شود. همچنین می توان کارکرد مرتب سازی دستورکارهای صادر شده بر اساس قیودی نظیر ترتیب اجرای فعالیت بهره برداری و نگهداشت را در این بخش افزود. کارکردهای مهم بخش نگهداشت پیشگیرانه عبارت است از [8]:

- ثبت رویه ها^۲ یا برنامه های کاری^۳ استاندارد: برای فعالیت های یکسان یک خانواده از دارایی ها، برنامه کار نگهداشت با جزئیات کامل از جمله جزئیات فعالیت PM، نیروی انسانی، قطعات و ابزارهای لازم و ارتباط با دستورالعمل های خاص مشخص می شود.
- اولویت بندی خرابی ها و برنامه نگهداشت متناظر: بر اساس پیامدهای خرابی متناظر با برنامه نگهداشت، عدد اولویت آن مشخص می شود. با استفاده از عدد اولویت خرابی و عدد حساسیت دارایی، اولویت برنامه ریزی و زمان بندی در زمان صدور دستورکار مشخص می شود.
- دوره اجرا: برای هر برنامه PM فرکانس اجرای آن در واحدهای زمانی (روز/هفته/ماه/سال) و کارکردی (ساعت/دور/تعداد استارت) یا ترکیبی از آن ها مشخص می شود. البته برای تسهیل زمان بندی کار نیاز است که در کنار دوره، یک بازه شناور نیز تعیین شود.

۱. Preventive Maintenance Plans (PM)

۲. Procedure

۳. Job Plan



- قیود اجرای کار: برای هر فعالیت PM قیود انجام آن مانند لزوم اجرا در حالت خط سرد، شرایط آب‌وهوایی یا زمانی خاص و مواردی از این دست مشخص می‌شود.
- پیمانکاران بیرونی: بعضی از فعالیت‌های خاص که برون‌سپاری می‌شوند در این ماژول مشخص می‌شوند و برنامه اجرای آن‌ها رصد می‌شود.

به صورت خاص، در ماژول مدیریت اطلاعات دارایی‌های نرم‌افزارهای اختصاصی EAM که از ابتدا برای مدیریت تمام مراحل چرخه عمر دارایی‌های فیزیکی توسعه یافته‌اند، اطلاعات و برنامه‌های لازم برای مدیریت تمام مراحل چرخه عمر، فراتر از برنامه‌های نگهداشت، ثبت می‌شوند. در نرم‌افزارهای EAM عموماً از نام ساده‌تر مدیریت دارایی^۱ برای ماژول ثبت و مدیریت اطلاعات و برنامه‌های دارایی‌ها استفاده می‌شود [9].

۳،۲،۲. خروجی‌های ماژول ثبت و مدیریت اطلاعات دارایی

بر اساس مجموع داده‌های شناسنامه‌ای و عملیاتی ثبت شده در ماژول مدیریت اطلاعات دارایی‌ها، می‌توان خروجی‌های متفاوتی از این ماژول به صورت گزارش‌های جدول‌بندی شده یا نشانگرهای گرافیکی شاخص‌های عملکردی دریافت کرد. مهم‌ترین اطلاعات خروجی این ماژول عبارت‌اند از [8]:

- تعداد و فهرست حالت‌های خرابی روی داده برای دارایی در بازه زمانی مشخص؛
- تعداد و نوع فعالیت‌های نگهداشت تدوین شده و انجام شده روی دارایی؛
- شاخص‌های قابلیت اطمینان دارایی همچون متوسط زمان بین خرابی‌ها (MTBF)^۲، متوسط زمان برای تعمیرات (MTTR)^۳؛
- دسترس‌پذیری^۴ به دارایی؛
- گزارش‌های کلی و جزئی هزینه‌ها و دیگر منابع صرف شده روی دارایی‌ها؛
- شرایط استهلاک فنی و شاخص‌های سلامت دارایی با استفاده از داده‌های نگهداشت و داده‌های سنسورهای پایش وضعیت؛
- عمر بهینه تعویض تجهیزات و دارایی‌ها؛
- خروجی قابل چاپ برچسب دارایی‌ها؛
- گزارش‌های نقل و انتقالات دارایی‌ها و جایگاه آن‌ها در درخت‌واره دارایی‌های سازمان.

۱. Asset Management

۲. Mean time Between Failure

۳. Mean time to Failure

۴. Availability



۳.۲. منابع انسانی

در این مازول فرایندهای مدیریت کارکنان، مهارت‌ها، پیشینه آموزش، دسترس‌پذیری منابع انسانی و میزان به‌کارگیری آن‌ها ثبت و مدیریت می‌شود. این مازول امکان تعریف گروه‌های کاری خاص و اختصاص آن‌ها به مجموعه دارایی‌های سازمان را نیز فراهم می‌آورد. در سازمان‌هایی که از سیستم‌های جامع مدیریت فرایندهای اداری برای مدیریت منابع استفاده می‌شود، با اتخاذ رویکرد یکپارچه‌سازی می‌توان از قابلیت مازول منابع انسانی آن سیستم بهره گرفت. لازم به ذکر است تمام یا برخی از امکانات مازول منابع انسانی می‌تواند در سایر سامانه‌های تحت مدیریت سازمان وجود داشته باشد و از طریق ارتباط وب سرویس سامانه مدیریت دارایی‌های فیزیکی، قابل دسترس باشد. برخی از امکانات این مازول عبارت است از:

- برنامه‌ریزی حضور و در دسترس بودن کارکنان؛
- قابلیت تعریف گروه‌های^۱ تخصصی اجرای کار و گزارش‌گیری از عملکرد آنان؛
- قابلیت تعریف هزینه‌های نفر ساعت کارکنان و همچنین برنامه‌های شیفت، مرخصی و آموزش آنان و گزارش‌گیری از هزینه‌های منابع انسانی؛
- طبقه‌بندی مهارت‌ها و صلاحیت‌های شغلی؛
- قابلیت تعریف و برنامه‌ریزی نیازمندی‌های آموزشی برای ارتقای سطح مهارت کارکنان؛
- قابلیت ثبت اطلاعات، چارت سازمانی و ثبت سوابق به‌کارگیری کارکنان پیمانکار خارج از شرکت؛
- قابلیت تعریف سطوح دسترسی برای انجام عملیات مختلف در نرم افزار تا ریزترین فعالیت‌ها به تفکیک و بر اساس ناحیه و ناحیه‌های زیرمجموعه (تعریف نواحی بصورت سلسله مراتبی قابل تعریف می‌باشد). تعریف سطوح دسترسی در ستاد و صف قابل ایجاد می‌باشد.
- طبقه‌بندی کارکنان و سنجش عملکرد آنان.

۴.۲. مدیریت کار

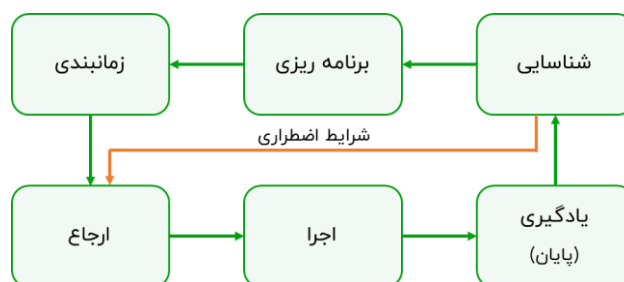
ماژول مدیریت کار (مدیریت دستورکار) قلب سیستم CMMS/EAM است [8]. پیش‌تر اشاره شد که سیستم‌های مدیریت کار (WMS)^۲ نسل اول نرم‌افزارهای مدیریت نگهداشت را تشکیل می‌دادند و سپس با مشخص‌تر شدن اهمیت فرایندهای نگهداشت در سازمان‌های دارایی‌محور، مازول‌های پشتیبان دیگری به این سیستم افزوده شد.

۱. Craft

۲. Work Management System



در این مازول گام‌های شش‌گانه گردش دستورکار شامل شناسایی، برنامه‌ریزی، زمان‌بندی، ارجاع، اجرا و بازخوردگیری (شکل ۴) مدیریت می‌شود. می‌توان کارکردهای این مازول از نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی را معادل کارکردهای در نظر گرفته‌شده در بسته^۱ مدیریت کار در استاندارد IEC-61968 دانست. در این استاندارد تأکید شده است که فرایند اجرای کار در فعالیتهای پاسخ‌گویی به درخواست‌های مشتریان، نگهداشت و بازرسی دارایی‌ها و تعمیرات و ساخت مشابه است و در یک بستر اطلاعاتی انجام می‌شود [10]. با کمی تأمل مشخص می‌شود که سه مجموعه فعالیت مشخص‌شده در دامنه مدیریت کار، حجم اصلی فعالیت‌های عملیاتی شرکت‌های توزیع نیروی برق در معاونت‌های امور مشتریان، بهره‌برداری و مهندسی را تشکیل می‌دهد. این مسئله نشانگر اهمیت ویژه مازول مدیریت کار است. همچنین این گستردگی نقش در مازول مدیریت کار، لزوم حرکت به سمت پیاده‌سازی سیستم‌های جامع سازمانی EAM (فراتر از سیستم‌های سنتی CMMS) را هرچه بیشتر نمایان می‌سازد.



شکل ۴. فرایند کلی مدیریت کار [۴]

به صورت معمول، به دلیل تنوع روش‌های شناسایی فعالیت‌ها و تفاوت نوع دسترسی‌های افراد در هر بخش، مازول مدیریت کار به دو زیربخش درخواست کار و مدیریت دستورکار تقسیم می‌شود. در بخش درخواست کار مجموع فرایندهای شناسایی فعالیت‌های پیشگیرانه و اصلاحی انجام می‌شود. در بخش مدیریت دستورکار نیز فعالیت برنامه‌ریزی و دیگر گام‌های فرایند پیگیری می‌شود. در هر مرحله از فرایند مدیریت کار، بر اساس نوع دستورکار، امکان اضافه شدن فیلدهای اطلاعاتی متفاوت با امکانات گزارشگیری مشخص باید وجود داشته باشد.

۱.۴.۲. درخواست کار^۲

در نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی درگاه‌های مختلفی برای درخواست کار تعبیه می‌شود. بخش اصلی درخواست‌ها را برنامه‌های نگهداشت پیشگیرانه دارایی‌ها تشکیل می‌دهد. این فعالیت‌ها در مازول مدیریت اطلاعات دارایی‌های ثبت می‌شوند و به صورت دوره‌ای فراخوانی می‌شوند. برای تدوین این برنامه‌ها روش‌های

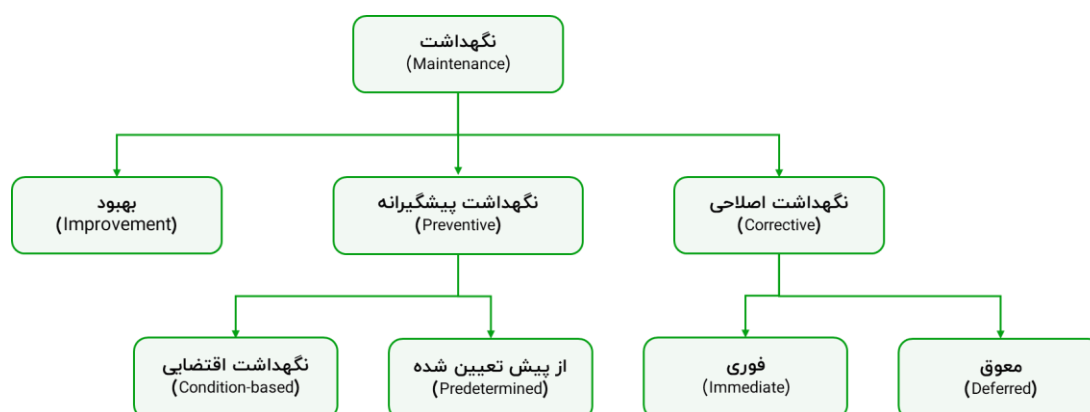
۱. Package

۲. Work Request



مختلفی در ادبیات مدیریت دارایی‌های فیزیکی پیشنهاد می‌شود، اما معتبرترین و کارآمدترین روش تدوین برنامه نگهداشت دارایی‌ها، استفاده از تحلیل نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)^۱ است [11]. در جریان تحلیل RCM و دیگر تحلیل‌های خانواده مدیریت قابلیت اطمینان، همچون تحلیل علل ریشه‌ای (RCA)^۲ خرابی یا مشکلات، مجموعه فعالیت‌های بهبود و بازطراحی‌های مطلوب دارایی‌ها نیز مشخص می‌شود. این فعالیت‌ها که با هدف ارتقای سطح قابلیت اطمینان، دسترس‌پذیری، تعمیرپذیری و ایمنی انجام می‌شوند [12]، بخش دیگری از درخواست‌های کار را تشکیل می‌دهند. اجرای فعالیت‌های بهبود می‌تواند به ایجاد تغییر در ساختار و فناوری دارایی منجر شود. به‌طور مثال تغییر ساختار یک فیدر فشار متوسط هوایی به نوع زمینی در یک منطقه خاص از این نوع فعالیت است. عموماً اجرای چنین برنامه‌هایی از طرف واحدهای بهره‌برداری و نگهداشت درخواست می‌شود و با مشارکت واحدهای مهندسی سازمان پیاده‌سازی می‌شوند.

نوع دیگر شناسایی فعالیت‌ها، درخواست کار از طرف ذی‌نفعان درون و برون‌سازمانی است. این نوع درخواست‌ها می‌تواند حاصل مشاهده خرابی در جریان برنامه‌های بازدید از دارایی‌ها و همچنین گزارش‌های خرابی و خاموشی بهره‌برداران یا مشترکان باشد؛ این نوع از درخواست‌ها در خانواده نگهداشت اصلاحی^۳ طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۵). خرابی‌های گزارش شده باید به‌صورت برنامه‌ریزی شده و در شرایط خاص، به‌صورت اضطراری بررسی و تعمیر شوند. در کنار انواع فعالیت‌های بخش نگهداشت (شکل ۵)، در نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی هر نوع فعالیتی که در بخش‌های امور مشترکان، بهره‌برداری و نگهداشت و ساخت شرکت‌های توزیع نیروی برق [10] قابل تعریف باشد، امکان ثبت درخواست کار دارد. در حوزه امور مشترکان ثبت درخواست بازرسی و کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری و در حوزه مهندسی درخواست کار ساخت و نصب تأسیسات و تجهیزات شبکه از مثال‌های این نوع فعالیت‌ها هستند.



شکل ۵. طبقه‌بندی فعالیت‌های نگهداشت [۱۲]

۱. Reliability Centered Maintenance
 ۲. Root Causes Analysis
 ۳. Corrective Maintenance



۲.۴.۲. انواع دستورکار^۱

بر اساس نوع درخواست کار دریافت شده از بخش های مختلف سازمان و تأیید مراجع مرتبط، انواع مختلفی از دستورکار صادر می شود. در نرم افزارهای مختلف این فعالیت ها به صورت های گوناگونی طبقه بندی می شوند. اما مهم، امکان تفکیک و گزارش گیری دقیق از تمام انواع فعالیت های درخواست و انجام شده در شرکت های توزیع نیروی برق است.

جدول ۳. برخی از انواع دستورکارهای نرم افزارهای CMMS/EAM [۳]

نوع دستورکار	شرح
نگهداشت قابل برنامه ریزی (نگهداشت اصلاحی معوق)	فعالیت های اصلاحی و تعمیراتی که در جریان بازدیدها و انجام فعالیت نگهداشت پیشگیرانه مشخص می شوند. خرابی های گزارش شده که اضطراری برای تعمیر آنها دیده نمی شود نیز در این خانواده قرار می گیرد.
نگهداشت اصلاحی اضطراری	برنامه های رفع خاموشی یا خرابی که به هیچ وجه امکان تعویق آنها وجود ندارد. این خرابی ها تبعات ایمنی، زیست محیطی و عملیاتی بالایی دارند.
نگهداشت اقتضایی (بر پایه وضعیت (CbM))	برای فعالیت های نگهداشت پیش بینانه، شامل ارزیابی شرایط فیزیکی، تحلیل و امکان صدور فعالیت های نگهداشت. پایش وضعیت به صورت دوره ای (فعالیت های دوره ای آنالیز ارتعاشات، ترموگرافی، آنالیز روغن، و آنالیز) یا به صورت فعال و پیوسته (با استفاده از داده های سنسورهای دارایی ها) انجام می شود.
نگهداشت برنامه ریزی شده (PM) (از پیش تعیین شده)	فعالیت های تکرارشونده و پیشگیرانه مشخصی که در بازه های زمانی و کارکردی اجرا می شوند. فعالیت هایی نظیر تعمیر و تعویض پیشگیرانه، سرویس های دوره ای، روغن کاری، تمیزکاری از مثال های آن است.
بهبود	فعالیت های مرتبط با اصلاح و بهبود دارایی ها و سیستم های دارایی ها
پروژه	فعالیت های مرتبط با اجرای پروژه های بلندمدت و سرمایه ای یا نصب تجهیزات. (در اجرای پروژه تمامی فعالیت های برنامه ریزی شده، به صورت درختی از دستورکارها از کل به جزء خرد می شود)

۱. Work Order



کالبراسیون	برای تدوین فعالیت و برنامه‌های کالبراسیون دارایی‌ها استفاده می‌شود.
ایمنی	برای بازرسی‌های ایمنی و نگهداشت تجهیز یا سیستم‌های ایمنی استفاده می‌شود.
برنامه‌ریزی شده	برای تمامی کارهای شناسایی شده در طول روزهای کاری معمول استفاده می‌شود.
توقف/خاموشی	برای دسته‌بندی تمامی فعالیت‌هایی که در زمان اعمال خاموشی یا توقف برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود.
آموزش	برای مستندسازی نفر ساعت صرف شده در آموزش‌های قابل گزارش‌دهی استفاده می‌شود.

۳.۴.۲. برنامه‌ریزی دستورکار

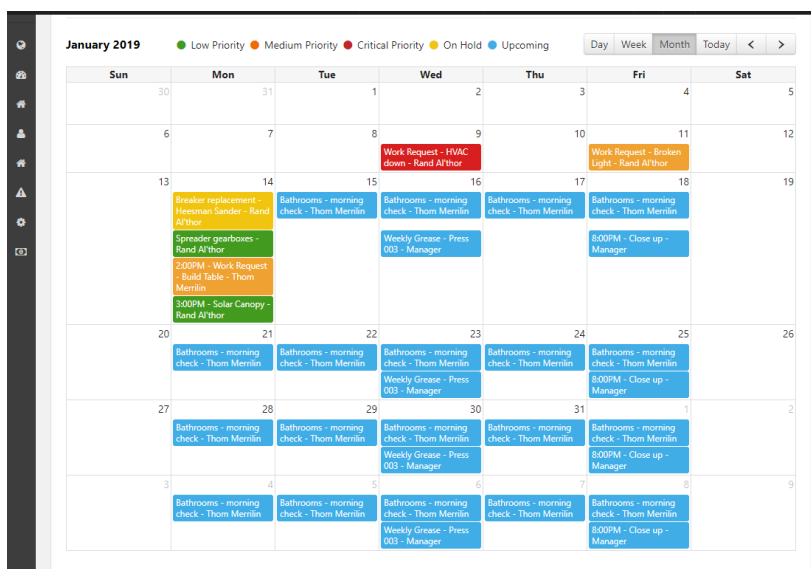
- پس از تأیید درخواست کار و تبدیل آن به دستورکار، برنامه‌ریزی توسط کارشناس/کارشناسان برنامه‌ریزی (پلنر / برنامه‌ریز) در بخش‌های مختلف سازمان انجام می‌شود. در مرحله برنامه‌ریزی به صورت کلی سه فعالیت تعیین اولویت‌بندی دستورکارها، آماده‌سازی منابع (همچون قطعات یدکی) و سازماندهی کار اجرا می‌شود.
- اولویت‌بندی فعالیت‌ها: بر اساس اطلاعات حساسیت دارایی و اولویت دستورکار نهایی می‌شود.
 - آماده‌سازی برای انجام کار: تعیین دامنه و گام‌های اجرای کار، منابع، ابزارها و تأییدات لازم.
 - سازماندهی فعالیت‌ها: مشخص کردن ترتیب اجرای فعالیت‌ها بر اساس قیود و ملاحظات فنی و منابع.
- برای اجرای برنامه‌ریزی به مجموعه داده‌هایی به شرح ذیل در نرم‌افزار CMMS/EAM احتیاج است.
- شماره دستورکار (که بصورت خودکار در مرحله برنامه‌ریزی صادر می‌شود)؛
 - شرح و اولویت؛
 - وضعیت^۱ دستورکار؛
 - نوع دستورکار؛
 - حالت خرابی و نوع اقدام نگهداشت در نظر گرفته شده؛
 - رزرو مواد، قطعات و تجهیزات؛
 - بررسی وضعیت خرابی و زمان توقف و خاموشی مرتبط؛
 - ثبت و ضبط هزینه‌های برنامه‌ریزی شده؛
 - پیوست مجوزها، دستورالعمل‌ها، اسناد و مدارک و الزامات ایمنی.



۴.۴.۲. زمان بندی دستورکار

زمان بندی مشخص می کند که کار در چه زمانی انجام می شود [11]. استفاده بهینه از زمان های خالی بین کارهای مختلف و پشت سرهم قراردادن آنها در مرحله زمان بندی انجام می شود. تجربه نشان داده که بازه های زمانی هفتگی برای زمان بندی فعالیت های حوزه بهره برداری و نگهداشت در شرکت های توزیع نیروی برق مناسب است. اما در حوزه های دیگر همچون مهندسی بر اساس وسعت پروژه های ساخت، بازه زمان بندی می تواند متغیر باشد. کار زمان بندی توسط کارشناسان خبره زمان بندی در بخش های مختلف سازمان انجام می شود. برای اجرای درست زمان بندی نیاز به اطلاعات و امکانات ذیل وجود دارد.

- برنامه کارهای به روز شده و ترتیب کارها (خروجی مرحله برنامه ریزی)؛
- محدودیت های مربوط به انجام فعالیت ها^۱ در سازمان، محدودیت های مربوط به بازه های زمانی، منابع، گروه های کاری داخلی و پیمانکاران (ورودی از ماژول های مدیریت موجودی، منابع انسانی و مدیریت پیمانکاران)؛
- تقویم اجرای فعالیت ها (شکل ۶) برای توزیع دستی یا خودکار فعالیت ها در بازه های هفتگی و ماهانه.



شکل ۶. نمایی از تقویم زمان بندی فعالیت های یک نرم افزار CMMS/EAM [۱۲]



۵.۴.۲. ارجاع دستورکار

پس از زمان‌بندی کلی (معمولاً به صورت هفتگی) کار زمان‌بندی دقیق اجرا می‌شود. در این مرحله به صورت دقیق برنامه روزانه گروه‌های نگهداشت توسط سرپرستان ابلاغ می‌شود. زمان‌بندی دقیق بر اساس در دسترس بودن نیروی انسانی و دیگر منابع کامل می‌شود. پس از آن گروه‌های عملیاتی برای اجرای فعالیت‌های اختصاص داده شده اعزام می‌شوند. مهم‌ترین اقدامات این مرحله عبارت‌اند از:

- برای هر فعالیت یا بسته کار - بنا بر شرایط برنامه‌ریزی - شخص/اشخاص مورد نظر مشخص می‌شوند.
- برای هر فعالیت گروه‌های اجرایی، ماشین‌آلات و نیروی انسانی مشخص می‌شوند.
- شرایط انجام کار و منابع آن (توجه به قیود و شرایط کار، ابزار، قطعات و دیگر منابع لازم) مدیریت می‌شود.
- گروه‌های تخصصی و نظارتی برای انجام کار اعزام می‌شوند.

در مرحله ارجاع دستورکار دسترسی و امکان مدیریت اطلاعات ذیل لازم است:

- محدودیت‌های منابع لازم برای فعالیت؛
- برنامه‌ریزی فعالیت‌ها به صورت به‌روزشده، تاریخ و دوره کارها و بار کاری؛
- نیروی انسانی در دسترس برای اجرای کار (داخل و خارج سازمان).

۶.۴.۲. اجرای دستورکار

در نهایت دستورکار برای اجرا به دست متخصصان عملیاتی سازمان می‌رسد. در این مرحله است که فعالیت‌های مشخص شده به ترتیب اولویت انجام می‌شوند.

در مرحله اجرای دستورکار دسترسی به اطلاعات ذیل ضروری است:

- اطلاعات شناسنامه‌ای و مکانی دارایی؛
- نقشه‌ها و درخت اجزای دارایی؛
- برنامه کار (Job Plan) دقیق فعالیت (شامل ترتیب اجرای فعالیت‌ها و ابزارهای مورد نیاز)؛
- چک‌لیست‌های تدوین شده برای فعالیت؛
- اسناد و دستورالعمل‌های راهنمای دارایی.

در مرحله اجرا، مجری بایستی گزارش کاملی از موارد زیر را در سامانه ثبت نماید:

- گروه‌های اجرایی، ماشین‌آلات و نیروی انسانی استفاده شده بر اساس تاریخ و زمان مشخص؛
- کالای برگشتی و کالای استفاده شده و منبع تامین آن؛
- عملیات اجرا شده در دستورکار؛
- اطلاعات مورد نیاز جهت بروزرسانی GIS؛



▪ تجهیزات و ابزارآلات استفاده شده.

۷.۴.۲. یادگیری و بازخورد (پایان دستورکار)

یادگیری و بهبود مستمر در فرایند مدیریت کار، با نظارت و تکمیل دقیق گزارش فعالیت‌های انجام‌شده و منابع صرف‌شده، صورت می‌گیرد. مجموعه موارد ذیل توسط ناظر در این مرحله ثبت شوند [14].

- زمان واقعی انجام هر کار (زمان کار فعال)؛
- تأخیر واقعی ایجادشده به دلیل لجستیک و امور اداری در هر کار؛
- زمان واقعی توقف/خاموشی به دلیل انجام کار؛
- توقف/خاموشی‌های برنامه‌ریزی‌نشده به دلیل فعالیت‌های گروه‌های عملیاتی؛
- فعالیت‌های تکراری و غیرضروری انجام‌شده؛
- شماره درخواست کارهای منتج از اجرای دستور کار پایه، به طور مثال درخواست اجرای مجدد فعالیت در شرایط عدم موفقیت و یا درخواست رفع نقص دیده شده در حین اجرای کار
- نفر ساعت واقعی صرف‌شده برای هر فعالیت؛
- قطعات و مواد مصرف‌شده در هر فعالیت؛
- ابزارهای استفاده‌شده؛
- فعالیت‌های پیشگیرانه یا اصلاحی پیشنهادی (فعالیت‌های شناسایی شده، علاوه بر دستورکار جاری)؛
- کل زمان واقعی اجرای فعالیت؛
- سایر موارد ثبت شده توسط مسئول اجرای دستور کار؛
- توضیحات بیشتر (در صورت نیاز).

۸.۴.۲. گزارش‌های ماژول مدیریت کار

لازم است نرم‌افزار CMMS/EAM قابلیت‌های لازم برای تولید گزارش‌هایی با مشخصات ذیل را داشته باشد.

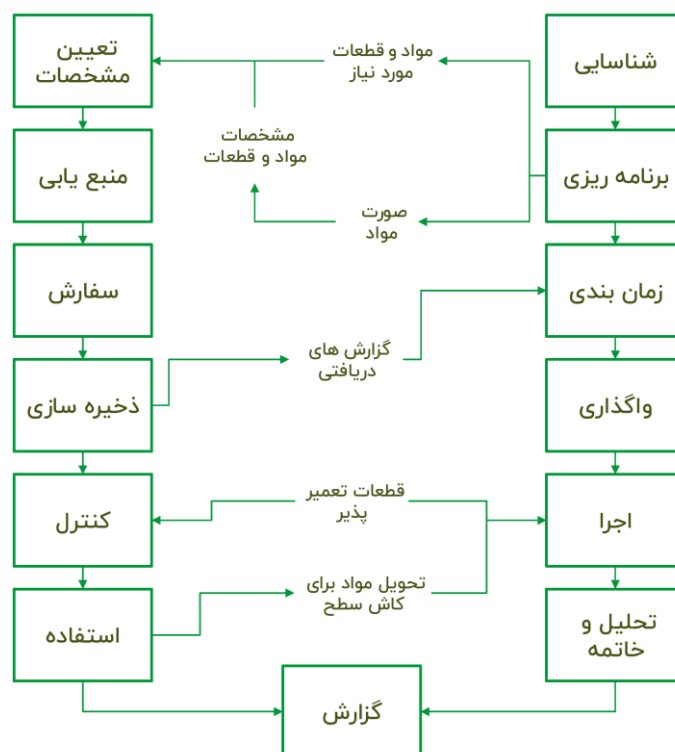
- دستورکارهای فعال در یک بازه زمانی مشخص؛
- دستورکارهای برنامه‌ریزی‌شده یا زمان‌بندی‌شده؛
- دسته‌بندی دستورکارها بر اساس اولویت دستورکار و حساسیت دارایی‌ها؛
- دستورکارهای عقب‌افتاده و معوق؛
- قطعات یدکی و مواد لازم در دستورکارها (تفکیک قطعات موجود و در حال تهیه)؛
- کمبود قطعات یدکی در دستورکارها؛



- نیروی انسانی لازم در دستورکارها (تفکیک ساعات لازم و در دسترس)؛
- جزئیات دستورکارها، همچون کلیه زمان‌های صرف‌شده، تأخیرها و علل آن‌ها و مواردی از این دست بر حسب نیاز کاربران؛
- زمان‌های خاموشی در دستورکارها (تفکیک زمان‌های خاموشی و هزینه‌ها)؛
- لیست حالت‌های خرابی واقع شده (تفکیک دستورکارها بر اساس نوع خرابی و فعالیت، منابع مصرف‌شده و هزینه)؛
- گزارش از انواع فعالیت‌های انجام‌شده در یک بازه زمانی مشخص و اولویت‌های آن‌ها؛
- گزارش عملکرد سازمان در اجرای دستورکارها (مانند درصد کارهای انجام‌شده در وقت معین‌شده)؛
- خلاصه هزینه‌ها (هزینه منابع مصرف‌شده در دستورکارها - نیروی انسانی، مواد و قطعات، هزینه‌های خارجی)؛
- اختلاف هزینه‌ها (هزینه‌های تخمین‌زده‌شده، هزینه‌های واقعی و اختلاف آن‌ها)؛
- تاریخچه فعالیت‌های اجراشده روی دارایی.

۵.۲. ماژول مدیریت موجودی

در این بخش از نرم‌افزار تجهیزات، کالاها و قطعات در سطح انبارها، مراکز توزیع یا تأسیسات مختلف سازمان مدیریت می‌شوند. به‌عنوان یک ماژول پشتیبان، مدیریت فرایند تأمین و تحویل قطعات یدکی به‌موازات فرایند مدیریت کار، در ماژول مدیریت موجودی اجرا می‌شود. سطح گستردگی ماژول مدیریت موجودی به نوع طراحی و تعدد ماژول‌های نرم‌افزار بستگی دارد. اما در حالت پایه کارکردهای اصلی این ماژول مدیریت موجودی و درخواست تأمین قطعات، ردیابی موجودی فعلی و نیز میزان و محل مصرف آن، و تخصیص قطعات یدکی برای استفاده در دستورکارهاست. تمام یا بخشی از امکانات مورد نیاز ماژول مدیریت موجودی، می‌تواند در نرم‌افزار دیگری در شرکت‌های توزیع پیاده‌سازی شده و با سامانه مدیریت دارایی‌های فیزیکی ارتباط داشته باشد.



شکل ۷. ارتباطات بین دو فرایند اصلی مدیریت کار و مدیریت مواد و قطعات یدکی [۱۱]

- برخی از مهم ترین قابلیت های مازول مدیریت موجودی عبارت است از:
- کنترل و انجام برآوردهای مدیریت موجودی قطعات بر اساس فاکتورهای موجودی در دست، حداقل موجودی، ذخیره احتیاطی، نقطه سفارش و دیگر فاکتورهای این حوزه؛
 - قابلیت ردیابی موجودی قطعات یدکی در انبارهای مختلف؛
 - قابلیت صدور گزارشی از لیست قطعاتی که موجودی آنها از میزان حداقل موجودی تعریف شده پایین تر است و صدور خودکار درخواست تأمین قطعه؛
 - قابلیت ثبت قطعات خریداری شده همراه با اطلاعات خرید و مشخصات فروشنده شامل قیمت خرید و هزینه حمل و نقل به منظور ارزیابی عملکرد فروشندگان؛
 - قابلیت ثبت اطلاعات مصرف قطعات مربوط به دستورکار شامل درخواست تعمیر، نگهداری پیشگیرانه و ... برای تعیین قطعات یدکی پر مصرف و آنالیز هزینه؛
 - محاسبه آخرین وضعیت موجودی از قطعات، همراه با پیشگیری هایی که مانع از اتمام بدون اطلاع قطعه می شود؛



- گزارش شاخص های عملکردی مدیریت موجودی و انبار قطعات یدکی، همچنین سطح سرویس انبار و موارد دیگر بنا بر تعریف؛
- ایجاد گزارش های لازم بر اساس نیازهای کاربران.
- برای دستیابی به قابلیت های اشاره شده در مازول مدیریت موجودی، ثبت و مدیریت اطلاعات ذیل لازم است:
 - نام، کد و توضیحات قطعه؛
 - اطلاعات تأمین کنندگان (کدهای تولیدکننده، مدت تحویل سفارش^۱، قیمت واحد، تعداد هر سفارش، تأمین کننده اصلی و موارد لازم دیگر)؛
 - داده ها، مشخصات^۲، واحد اندازه گیری و ارتباط با نقشه ها و دستورالعمل های خاص قطعات؛
 - قطعات مشابه و جایگزین؛
 - لیست تمام دارایی هایی که از این قطعه استفاده می کنند (شامل کد دارایی، کد محل نصب و تعداد قطعه)؛
 - محل انبار و ذخیره قطعه؛
 - تعداد قطعات موجود و تعداد قطعات رزرو شده برای اجرای دستورکارها؛
 - داده های حداقل و حداکثر موجودی، موجودی احتیاطی و نقطه سفارش و دیگر موارد لازم؛
 - ارتباط و دسترسی به لیست دستورکارهای باز؛
 - ارتباط و دسترسی به لیست دستور خریدهای باز؛
 - و موارد دیگر با توجه به الزامات سازمان.

۶.۲. تدارکات و خرید

ماژول تدارکات و خرید وظیفه اجرا و کنترل فرایندهای درخواست و صدور دستور خرید^۳ را بر عهده دارد. در این ماژول امکانات لازم برای مدیریت تأمین کنندگان، سفارش گذاری (با قابلیت خودکارسازی فرایند)، پیگیری مراحل و دریافت کالاها و خدمات لازم برای کاربران سیستم در نظر گرفته می شود. به صورت معمول، مجموعه این فعالیت ها در واحدهای پشتیبانی و تدارکات شرکت های توزیع نیروی برق کشور انجام می شود. در گذر زمان، این بخش ها نرم افزارهای تخصصی خود را توسعه داده اند. یکپارچه سازی کارکردهای این نرم افزارهای تخصصی با هسته اصلی نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی یا انتقال به سیستم جدید از چالش های اصلی پیاده سازی سیستم نرم افزاری مدیریت دارایی های فیزیکی است. لذا تمام یا بخشی از امکانات مورد نیاز ماژول

۱. Lead Time

۲. Specification

۳. Purchasing Order



تدارکات و خرید، می تواند در نرم افزار دیگری در شرکت های توزیع پیاده سازی شده و با سامانه مدیریت دارایی های فیزیکی و همچنین سامانه مدیریت موجودی انبار ارتباط داشته باشد. در هر حالت، قابلیت های مهم ماژول تدارکات و خرید به شرح ذیل خواهد بود.

- سفارش گذاری قطعات، مواد مصرفی و خدمات؛
- درخواست کالا و صدور دستور خرید و پیگیری فرایندهای مدیریت آن در سازمان؛
- ثبت اطلاعات خرید ماشین آلات، قطعات، ابزار و... از قبیل فاکتور فروش، مشخصات تأمین کننده و...؛
- آنالیز عملکرد تأمین کنندگان نسبت به پارامترهایی از قبیل تأمین قطعات در زمان تخمینی، پارامتر کیفی و...؛
- هوشمند بودن نسبت به بودجه تخمینی برای خرید؛
- ارزیابی سریع تأمین کنندگان همراه با مشخصه های کیفی محصولات ارائه شده؛
- تعریف و کنترل فرایندهای مرتبط با انواع معاملات (کوچک، متوسط و عمده) بر اساس قیود قانونی آنها؛
- ارسال درخواست لیست قیمت به تأمین کنندگان منتخب یا طرف قرارداد با سازمان؛
- تولید گزارش های مورد نیاز کاربران (دستور خریدهای در جریان، کالاهای دریافتی، تغییرات قیمت کالاهای، عملکرد تأمین کنندگان و...).

۷.۲. بودجه بندی

هدف از این ماژول پایش هزینه های پیش بینی شده و واقعی فعالیت های حوزه مدیریت دارایی های فیزیکی است. مجموع نقل و انتقالات مالی و هزینه های صرف شده برای فعالیت های چرخه عمر دارایی ها، نیروی انسانی، مواد و قطعات یدکی، خدمات و هزینه های بالاسری و سایر هزینه ها در حساب های تخصیص داده شده در این ماژول ثبت می شود. هدف از توسعه این ماژول کنترل هزینه ها و همچنین استفاده از داده ها برای بودجه ریزی آینده است. همانند دیگر ماژول های سیستم EAM، در صورت وجود نرم افزار توانمند بودجه بندی در سازمان، این نرم افزار می تواند به عنوان یک سیستم پشتیبان در ارتباط با نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی قرار گیرد. برخی از قابلیت های ماژول بودجه بندی عبارتند از:

- قابلیت تعریف بودجه برای هر ماه کاری (یا سال یا فصل، بسته به نیاز سازمان)؛
- تعیین مراکز هزینه برای تقسیم بودجه به هر بخش کاری اعم از بهره برداری، نگهداشت و...؛



- تولید گزارش از اطلاعات اقلام هزینه‌ای (بودجه‌های مصوب، اختلاف هزینه‌های تخمین‌زده و واقعی در نیروی انسانی، قطعات و مواد، و در حالت کلی).

۸.۲ مدیریت پروژه

ماژول مدیریت پروژه یکی از ماژول‌های تفکیک‌کننده دامنۀ سیستم EAM از CMMS است (شکل ۲). مفهوم پروژه در مدیریت دارایی‌های فیزیکی شامل فعالیت‌های مهندسی و سرمایه‌ای، برنامه‌های نگهداشت گسترده در سطح سازمان و پروژه‌های اصلاح و تعویض شبکه و مواردی از این دست می‌شود. این فعالیت‌های به‌صورت گسترده در بخش‌های مهندسی و امور مشترکان سازمان‌ها اجرا می‌شوند. در ماژول مدیریت پروژه فرایندهای تخصیص اعتبار، برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های سرمایه‌ای سازمان مدیریت می‌شود. بر اساس اطلاعات ثبت‌شده در این ماژول است که در نهایت امکان مقایسۀ انطباق برنامه و شرایط واقعی اجرای پروژه‌ها فراهم می‌شود. این ماژول باید توانایی تعریف و مدیریت پروژه‌های ساده - که تنها از چند دستورکار تشکیل می‌شوند - و پروژه‌های پیچیده و سرمایه‌ای سازمان را داشته باشد. برای مدیریت پروژه‌های پیچیده نیاز به تعریف دقیق ساختار شکست فعالیت‌ها (WBS)^۱ و تخصیص منابع و هماهنگ‌کردن اجرای آن‌ها در بخش‌های مختلف سازمان است [9]. تمام یا بخشی از امکانات مورد نیاز ماژول مدیریت پروژه، می‌تواند در نرم افزار دیگری در شرکت های توزیع پیاده سازی شده و با سامانه مدیریت دارایی های فیزیکی و همچنین سامانه مدیریت موجودی انبار، تدارکات و خرید ارتباط داشته باشد. برخی از قابلیت‌های ماژول مدیریت پروژه عبارت‌اند از:

- تعریف پروژه و مراحل اجرای آن، به همراه امکانات لازم برای کنترل و مدیریت عملکرد؛
- سازماندهی پروژه، زیرپروژه‌ها و ساختار دستورکار در انواع پیچیده‌گی‌ها؛
- تخمین منابع (انسانی، مالی و تجهیزات) لازم برای اجرای پروژه؛
- رزرو و درخواست خرید مواد، ابزار، تجهیزات و دیگر منابع اجرای پروژه؛
- طراحی ساختارهای پیش‌فرض (Template) برنامه‌ریزی و صدور دستورکارهای اجرای پروژه؛
- صدور درخواست خرید بر اساس نیازهای پروژه، در ارتباط با ماژول خرید و تدارکات؛
- برنامه‌ریزی خاموشی‌ها و صدور درخواست‌های لازم در ارتباط با سیستم‌های مدیریت شبکه.

۹.۲ مدیریت عملکرد و گزارشات

ماژول مدیریت عملکرد، به‌صورت ویژه، برای پردازش خروجی‌ها و تهیه گزارش‌های ماژول‌های دیگر توسعه پیدا می‌کند. همه ماژول‌های نرم‌افزار برای اجرای یک فرایند یا مجموعه‌ای از فعالیت‌ها طراحی می‌شوند، اما در

۱. Work Breakdown Structure



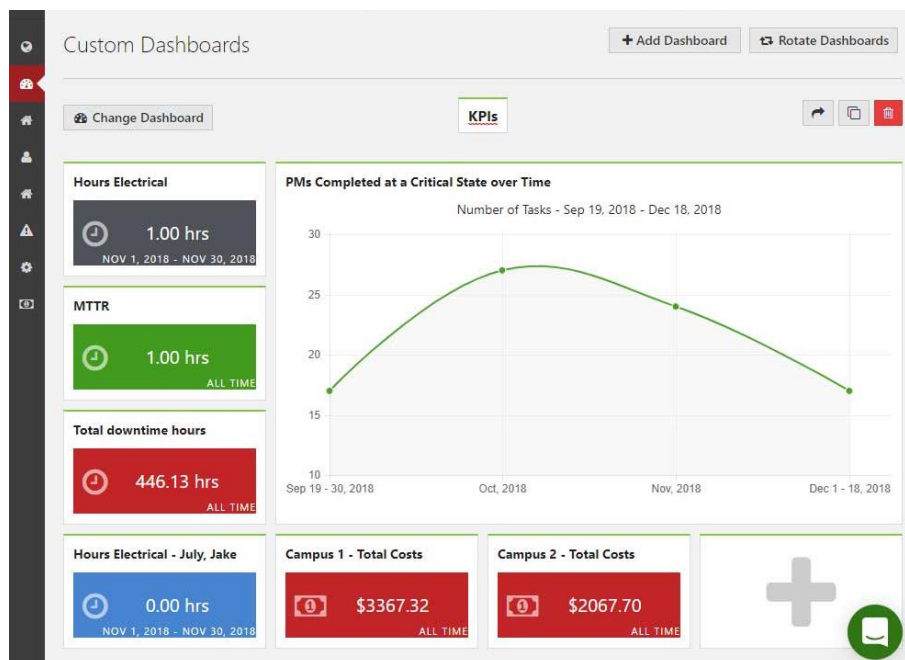
ماژول مدیریت عملکرد نتیجه عملکرد سازمان در اجرای فرایندهای مدیریت داراییهای فیزیکی محاسبه می شود و به نمایش در می آید. این کار با محاسبه شاخصهای عملکردی تعریف شده در سطح فرایندها و کارکردها انجام می شود. در نهایت با محاسبه شاخصهای فرایندی و نتایج به دست آمده از گزارشها، شاخصهای کلیدی عملکردی (KPI) مدیریت داراییهای فیزیکی سازمان محاسبه می شوند و به نمایش در می آیند (شکل ۸).

تعیین شاخصهای کلیدی عملکرد در هر سطح از کار مدیریت داراییهای فیزیکی وابسته به نوع فرایند و همچنین اهداف و اولویتهای استراتژیک سازمان در ابعاد مختلف اهداف عملیاتی، مالی، رضایت مشتریان، قابلیت اطمینان، ایمنی و توسعه نیروی انسانی است. در حال حاضر با پیشرفتهایی که در حوزه هوش تجاری^۱ و روشهای بصری سازی داده^۲ شده است، قابلیت نمایش گزارشها به شکلها و روشهای مختلف از قابلیتهای رقابتی نرم افزارهای مدیریت داراییهای شده است. به صورت خلاصه قابلیتهای لازم در ماژول مدیریت عملکرد عبارت است از:

- قابلیت تعریف شاخص با توجه به دادهها؛
- قابلیت اضافه کردن شاخصهای استاندارد به سیستم؛
- قابلیت تولید گزارش سفارشی مطابق با شاخصها و دادههای موجود؛
- قابلیت ترکیب شاخصها برای تحلیلهای پیشرفته بر روی دادهها؛
- قابلیت ایجاد وب سرویس بمنظور دریافت شاخصها به تفکیک تمامی نواحی؛
- قابلیت تولید انواع داشبورد، بر اساس شاخصها و نیازهای سطوح مختلف کاربران.

۱. Business Intelligence

۲. Data Visualization



شکل ۸. نمایی از روش نمایش شاخص های عملکردی کلیدی در نرم افزار CMMS/EAM [۱۳]

یکی از الزامات بخش مدیریت عملکرد نرم افزار امکان تعیین هدف گذاری برای هر شاخص در بازه های مختلف زمانی می باشد.

۱۰،۲. جمع بندی

در این فصل به الزامات و قابلیت های نرم افزارهای CMMS/EAM، متناسب با نیازهای شرکت های توزیع نیروی برق، پرداخته شد. اشاره شد که تنوع این ماژول ها یا افزودن ماژول های دیگر به مجموعه نرم افزار CMMS/EAM به استراتژی های سازمان و شرایط موجود دیگر نرم افزارهای تخصصی در بخش های مختلف بستگی دارد. اما آنچه در شرکت های توزیع نیروی برق اهمیت ویژه دارد، قابلیت یکپارچه شدن ماژول های نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی با دیگر سیستم های اصلی سازمان است. به طور مثال ارتباط با نرم افزارهای بخش مدیریت شبکه، امکان برنامه ریزی فعالیت های مدیریت دارایی ها بر اساس برنامه های مدیریت و مانور شبکه را به صورت خودکار فراهم می آورد. در فصل بعد، با شرح بیشتری به یکپارچه سازی نرم افزار CMMS/EAM با دیگر نرم افزارهای اداری سازمان (همچون نرم افزارهای مالی و اداری) و سیستم های بهره برداری (همچون SCADA و DMS) پرداخته می شود.



۳. یکپارچه سازی سیستم مدیریت اطلاعات دارایی در شرکت های توزیع

۱.۳. مقدمه

در فصول گذشته مشخص شد که نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی یکی از سیستم های حیاتی شرکت های توزیع نیروی برق در مدیریت و پشتیبانی از فعالیت های مدیریت چرخه عمر دارایی هاست. در ارتباط با طیف وسیعی از سیستم های دیگر، نرم افزار مدیریت دارایی ها برای شناسایی، برنامه ریزی و اجرای فعالیت های حوزه دارایی های فیزیکی و همچنین تفسیر و تصمیم گیری بر اساس اطلاعات استفاده می شود. برای بهره برداری از تمام ظرفیت های چنین سیستمی توجه به الزامات، روش ها و استانداردهای یکپارچه سازی کارکردهای سیستم های متنوع شرکت های توزیع نیروی برق ضروری است. در این بخش به صورت اجمالی به ساختارهای اصلی یکپارچه سازی فرایندهای اصلی در نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی با دیگر سیستم های فناوری اطلاعات (IT) و فناوری های بهره برداری (OT) و کارکردهای مدنظر استاندارد IEC 61968 در مدیریت دارایی های فیزیکی پرداخته می شود.

ارتباط نرم افزار با سایر سامانه های در حال استفاده و مستقر شده در شرکت بایستی از طریق وب سرویس قابل پیاده سازی بوده و به هیچ عنوان یک ماژول دو بار یا بیشتر در سامانه های مختلف پیاده سازی نشده باشد. بعنوان مثال در صورت پیاده سازی ماژول مدیریت کار در سامانه مدیریت دارایی های فیزیکی، نباید این ماژول در نرم افزار خدمات مشترکین پیاده سازی گردد.

۲.۳. انواع سیستم ها در شرکت های توزیع نیروی برق

در ادبیات هوشمند سازی شرکت های توزیع نیروی برق، سیستم های سازمان به دو دسته کلی سیستم های IT^۱ و سیستم های OT^۲ تقسیم می شوند [15]. یکپارچه سازی این سیستم ها در سطح مدل داده و کارکردها از شروط موفقیت پیاده سازی شبکه هوشمند و از جمله یکی از مهم ترین حوزه های آن یعنی مدیریت دارایی های فیزیکی است. سیستم های IT از مجموعه نرم افزارهای لازم برای تصمیم گیری های مالی، برنامه ریزی، مدیریت فرایندها و مدیریت منابع کسب و کار تشکیل می شوند. این دسته شامل نرم افزارهای اصلی ذیل هستند [15]. هر سازمان بر حسب نیازها و استراتژی های خود چیدمانی از این نرم افزارها را تشکیل می دهد.

- مدیریت دارایی های فیزیکی (EAM): سیستم مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت موجودی، مدیریت دارایی ها و مدیریت کار؛

۱. Information Technology

۲. Operation Technology



- برنامه ریزی منابع سازمان (ERP): نرم افزارهای مدیریت مالی و مدیریت منابع انسانی، مدیریت کالاها (همان طور که در فصل اول توضیح داده شد، در شرکت های دارایی محور می توان این ماژول ها را در سیستم یکپارچه EAM ادغام کرد)؛
- سیستم اطلاعات متقاضیان و مشترکان (CIS^۱): برای مدیریت داده مشترکان، داده های مصرف، صدور قبوض؛
- مدیریت سبد انرژی (EPM^۲): سیستم برنامه ریزی انرژی، بهینه سازی سبد خرید انرژی، مدیریت بازار برق، پیش بینی و تحلیل بار مصرفی و هزینه خرید انرژی؛
- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS^۳): سیستم ثبت نقشه و اطلاعات جغرافیایی.
- سیستم های OT نیز کارکرد اصلی مدیریت و کنترل بهره برداری از دارایی های فیزیکی در شبکه توزیع نیروی برق را بر عهده دارند. مهم ترین این سیستم ها در شرکت های توزیع نیروی برق عبارت اند از:
- سیستم سرپرستی و گردآوری داده (SCADA^۴): برای جمع آوری داده به صورت زمان واقعی^۵؛
- سیستم مدیریت توزیع (DMS^۶): برای مدیریت و کنترل شبکه توزیع، خود از زیرسیستم هایی نظیر FDIR^۷، بهینه سازی volt/Var، تخمین حالت^۸ و OMS^۹ تشکیل شده است.
- سیستم مدیریت انرژی (EMS^{۱۰}): برای مدیریت تولید و انتقال انرژی، با ورود انرژی های نو و رواج تولید پراکنده، این سیستم ها در آینده اهمیت بیشتری می یابند.
- سیستم مدیریت نیروی کار سیار (MWFM^{۱۱}) یا اتوماسیون نیروی کار (FFA^{۱۲}): برای مدیریت گروه های عملیاتی بهره برداری، نگهداشت و ساخت، ارجاع کارها و بهینه سازی یکپارچه برنامه گروه های کاری چندمهارتی می توان به سمت تمرکز فعالیت ها در یک سیستم حرکت کرد. به دلیل فنی تر بودن جنس فعالیت، این ماژول در برخی مراجع به صورت مجزا دیده شده است [15] [16]. اما همان طور که شرح داده شد،

۱. Customer information systems
 ۲. Energy portfolio management
 ۳. Geographic information systems
 ۴. Supervisory control and data acquisition
 ۵. Real time
 ۶. Distribution management systems
 ۷. Fault Detection, Isolation, and Service Restoration
 ۸. State estimation
 ۹. Outage Management Systems
 ۱۰. Energy management systems
 ۱۱. Mobile workforce management
 ۱۲. Field Force Automation



به صورت متداول این سیستم به صورت یکی از ماژول های سیستم جامع مدیریت دارایی های فیزیکی (EAM) در نظر گرفته می شود.

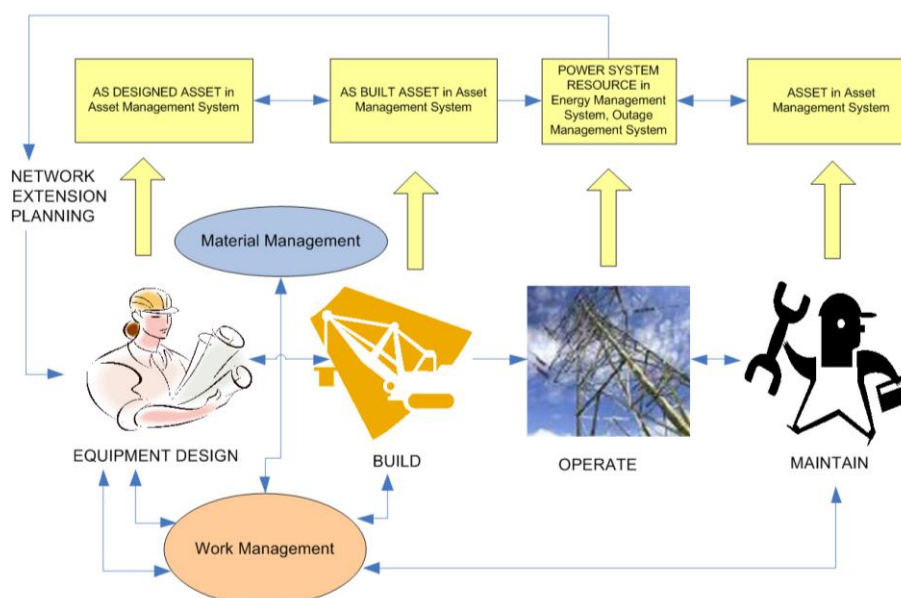
- زیرساخت پیشرفته اندازه گیری (^۱AMI): برای خوانش مداوم و از راه دور ابزارهای اندازه گیری و سنسورها در شبکه؛
- سیستم مدیریت تقاضا (^۲DSM): برای مدیریت برنامه های پاسخ به تقاضا و توسعه نیروگاه مجازی (^۳VPP).

۳.۳. یکپارچه سازی سیستم های مدیریت دارایی ها و دیگر سیستم های IT و OT

لازم است در دیدگاه کل نگر مدیریت دارایی های فیزیکی، سازمان زیرساخت ها و فرایندهای لازم برای یکپارچه سازی تمامی فعالیت ها و اطلاعات دارایی های فیزیکی در کل چرخه عمر دارایی را فراهم سازد. این کار با استفاده از ترکیب اطلاعات و فعالیت های سازمان در مجموعه ای از سیستم های نرم افزاری در دو گروه IT و OT اجرایی می شود. همچون بر اساس الگوی چرخه عمر مورد اشاره در استاندارد IEC 61968-6 [17]، در گام اول چرخه عمر، اطلاعات طراحی دارایی های جدید در سیستم مدیریت دارایی های فیزیکی (EAM) ذخیره می شود. برای این منظور ارتباط با دیگر سیستم ها نظیر نرم افزارهای طراحی، سیستم مدیریت کار (در صورت وجود ماژول مستقل)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و داده های سیستم های مدیریت شبکه (DMS) لازم است. در مرحله بعد اطلاعات دارایی ساخته شده به صورت نهایی شده در سیستم EAM ثبت می شود. همان طور که اشاره شد، فعالیت های حوزه بهره برداری شبکه در شرکت های توزیع نیروی برق در اختیار سیستم های مدیریت و کنترل شبکه نظیر DMS و SCADA قرار دارد. لازم است این سیستم ها به صورت پیوسته اطلاعات شبکه را در اختیار سیستم های ویژه نگهداشت شبکه قرار دهند. بر اساس این الگو یکپارچه سازی تمام اطلاعات لازم در چرخه عمر دارایی های فیزیکی از الزامات فعالیت هوشمند شبکه توزیع نیروی برق است (شکل ۹).

تمامی نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی تولید شده مطابق این سند، بایستی از وب سرویس های یکسان و مشترک استفاده نموده (از لحاظ جزئیات کاربردی) و امکان گزارشگیری های مختلف توسط شرکت توانیر وجود داشته باشد. لذا قبل از استقرار هر نرم افزار در شرکت های توزیع، کارگروهی متشکل از کارشناسان و خبرگان مسلط به این سند، امکان برقراری ارتباط داده ای نرم افزار را از طریق وب سرویس های مورد نیاز بررسی و تاییدیه لازم را صادر می نمایند.

۱. Advanced metering infrastructure
۲. Demand response management
۳. Virtual Power Plants



شکل ۹. مراحل چرخه عمر دارایی فیزیکی از نگاه استاندارد IEC ۶۱۹۶۸ | [۱۷]

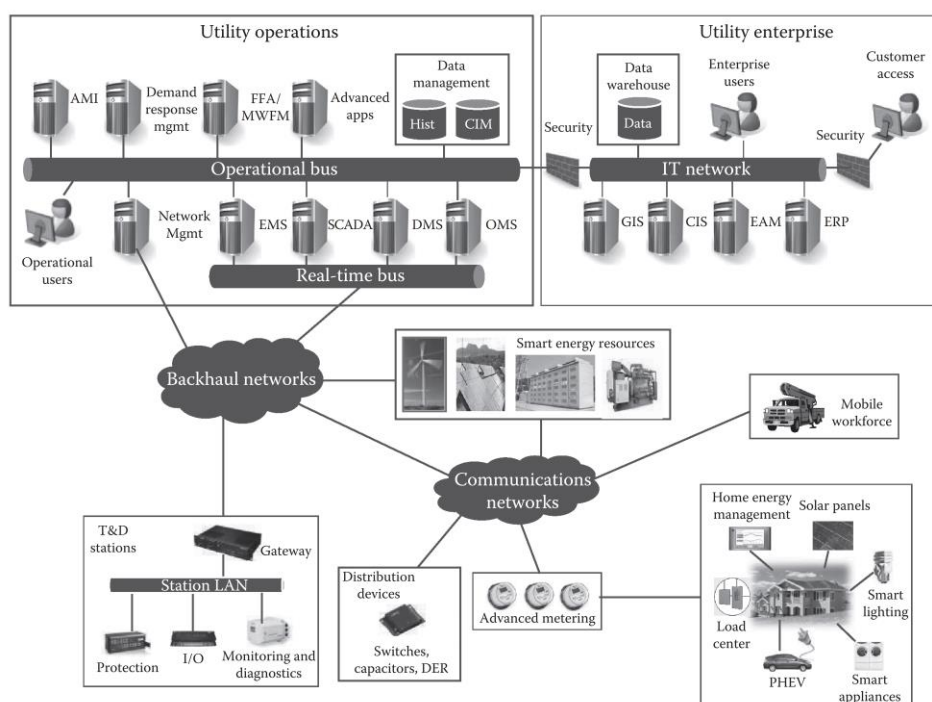
برای پیاده سازی یکپارچگی مطلوب، نیاز به توسعه زیرساخت های توانمند و قابل اطمینان در تبادل پیوسته اطلاعات بین سیستم ها است. به صورت کلی در شرکت های توزیع نیروی برق دو راهبرد اصلی برای پیاده سازی این ساختار یکپارچه تجربه شده است (شکل ۱۰ و شکل ۱۱). در راهکار اول که به مدل دوگانگی حوزه های IT و OT نزدیک تر است، مرزهای دو گروه سیستم های سازمان مشخص است و تبادل اطلاعات از طریق یک مسیر میانی انجام می شود. در این ساختار سیستم EAM به عنوان یکی از اعضای خانواده سیستم IT به صورت محلی به شبکه داخلی سیستم های IT نصب می شود و با آن ها تبادل اطلاعات خواهد داشت (شکل ۱۰). اما در ساختار دوم تمام سیستم های اطلاعات دارایی های سازمان، از جمله سیستم EAM، در بستر یک زیرساخت^۱ EIB یا^۲ ESB با یکدیگر یکپارچه می شوند و تبادل اطلاعات از طریق این زیرساخت میانی صورت می گیرد.

لازم است همچون همه دیگر انتخاب ها، شرکت های توزیع نیروی برق شرایط انطباق شرایط موجود و اهداف و اولویت های کوتاه مدت و بلندمدت خود را برای انتخاب هر کدام از این راهبردها در نظر داشته باشند. اما مسلم است که برای رسیدن به حد تعالی هوشمندسازی شبکه و مدیریت دارایی های فیزیکی آن، رسیدن به یک چارچوب^۳ و نقشه راه توسعه مدل یکپارچه داده سازمان (EIM)^۴، برای یکپارچه سازی کامل و پیوسته داده در دو حوزه سیستم های IT و OT ضروری است [15]. خوشبختانه خانواده استاندارد مدل مشترک داده (CIM)^۵

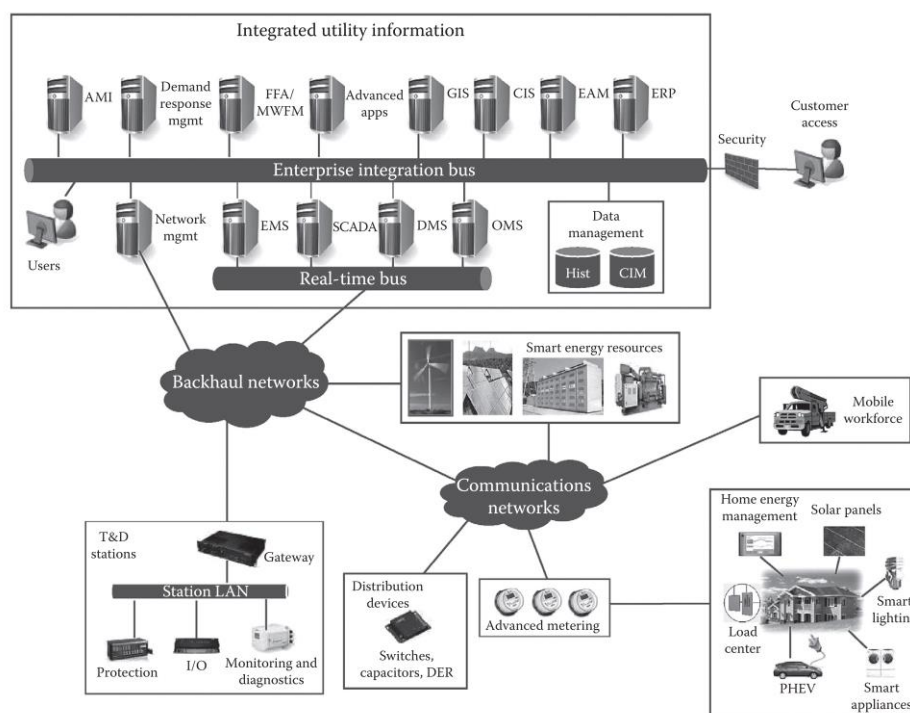
۱. Enterprise Information Bus
۲. Enterprise Service Bus
۳. Framework
۴. Enterprise Information Model
۵. Common Information Model



شرکت‌های توزیع نیروی برق (IEC 61968) برای راهنمایی سازمان‌ها در این مسیر ارائه شده است. لازم است شرکت‌های توزیع نیروی برق و همکاران ارائه‌دهنده خدمات نرم‌افزاری آن‌ها، قابلیت‌ها و فناوری‌های ارتباطی نرم‌افزارهای پیشنهادی، از جمله نرم‌افزار EAM، را با فرایندها و کارکردهای شرح‌داده‌شده در این مجموعه استاندارد منطبق و به‌روز سازند.



شکل ۱۰. ساختار دوگانه در ارتباط سیستم‌های شرکت‌های توزیع نیروی برق [۱۵]



شکل ۱۱. ساختار یکپارچه در ارتباط سیستم‌های شرکت‌های توزیع نیروی برق [۱۵]

۴.۳. انطباق نرم‌افزارهای CMMS/EAM با استاندارد IEC 61968

۴.۳.۱. معرفی استاندارد IEC 61968

مدیریت حجم عظیمی از داده که در نرم‌افزارهای مختلف و متعدد شرکت‌های توزیع نیروی تولید می‌شوند، از چالش‌های اصلی این سازمان‌هاست. در قسمت قبل در خصوص لزوم یکپارچه‌سازی این داده‌ها و کارکردهای نرم‌افزارهای مختلف با هدف دستیابی به بهترین عملکرد از دارایی‌ها در گستره چرخه‌عمر آنها توضیح داده شد. برای تسهیل در ایجاد ارتباط بین نرم‌افزارها و مازول‌های متعدد سیستم‌های OT و IT، خانواده استاندارد 61968 IEC تدوین شده است و در حال توسعه مداوم است. باید خاطرنشان کرد که هدف پیاده‌سازی این استاندارد ایجاد تغییرات گسترده در نرم‌افزارها و پایگاه‌های داده موجود سازمان‌ها نیست، بلکه هدف اصلی ایجاد ارتباط زمان‌واقعی^۱ بین نرم‌افزارهای عمدتاً با ساختار ناهمگون، در شرکت‌های توزیع است. این هدف با استفاده از توسعه خدمات میان‌افزاری^۲ برای واسطه‌گری و انطباق پیغام‌های ارسالی بین نرم‌افزارها برآورده می‌شود. بر همین اساس، رویکرد اصلی در این استاندارد تشویق سازمان‌ها برای اتخاذ استراتژی انتخاب و به‌روزرسانی نرم‌افزارها

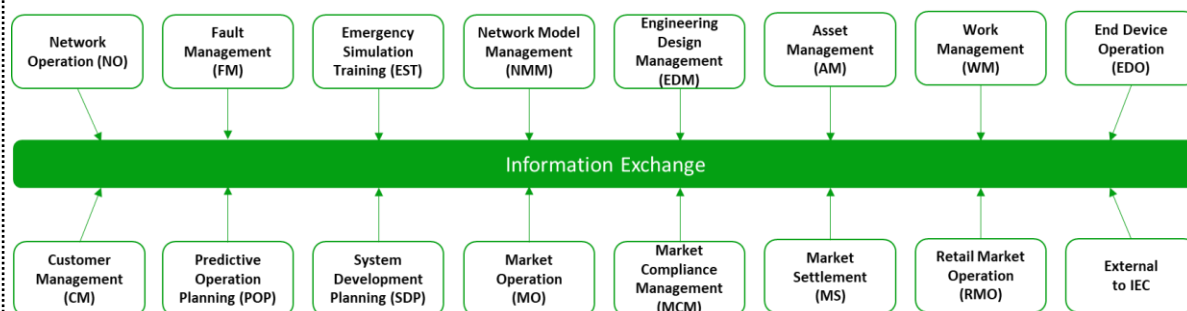
۱. Realtime

۲. Middleware



بر اساس معماری خدمات محور (SOA) و توسعه زیرساخت ESB است [10]. با انتخاب این رویکرد می توان با پویایی بیشتری از راهبردهای نوین بهره گیری از خدمات نرم افزاری در بستر اینترنت همچون راهبردهای خرید خدمات نرم افزاری (SaaS)^۱ و یا ذخیره و تحلیل داده در فضای ابری^۲ را فراهم می سازد. از این رو، این ساختار یکی از راهکارهای بسیار مؤثر برای افزایش بهره وری و پویایی در مدیریت سیستم های جاری و به روزرسانی سریع تر سیستم های IT و OT بر اساس توسعه شتابان فناوری است [15].

بر اساس فرض استاندارد IEC 61968، واحدهای مختلف یک شرکت توزیع نیروی برق در همکاری با هم، کار بهره برداری و مدیریت شبکه را بر عهده دارند. بعضی از این واحدها به صورت مستقیم درگیر فعالیت های بهره برداری از شبکه هستند و بعضی دیگر به صورت پشتیبان عمل می کنند. اما به صورت کلی همواره مجموعه ای از کارکردها (Functions) و زیرکارکردهای (Sub-functions) به هم مرتبط در شرکت توزیع نیروی برق در حال انجام است. در شکل ۱۲ کارکردهای اصلی یک شرکت توزیع نیروی برق در دسته بندی استاندارد IEC 61968 ارائه شده است. همان طور که از عنوان کارکردها در شکل ۱۲ مشخص است، تمرکز استاندارد بیشتر بر کارکردهای حوزه مدیریت انرژی و شبکه برق است. در این تقسیم بندی فعالیت های مرتبط با بخش مدیریت سازمان همچون مدیریت اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مدیریت روابط با مشتریان (CRM)، مدیریت ایمنی و محیط زیست (HSE)، مدیریت استراتژی، مدیریت مالی و تدارکات و دیگر موارد به صورت کلی در عنوان موارد خارج از IEC جمع شده است [10].



شکل ۱۲. کارکردهای شرکت های توزیع نیروی برق در مدل مرجع ارتباط متقابل (IFM)^۳ [۱۰]

در شرکت های توزیع نیروی برق اجرای هر کدام از کارکردهای اشاره شده در شکل ۱۲ و زیرفعالیت های آنها، بر عهده یک یا چند ماژول نرم افزاری و در ارتباط با دیگر نرم افزارهای سازمان است (شکل ۱۱). به طور مثال کارکرد مدیریت خطاهای (FM) شبکه خود به دو زیرکارکرد شناسایی خطا و برنامه ریزی عملیات بازگرداندن^۴

^۱ Software as a Service

^۲ Cloud Computation

^۳. Interface Reference Model

^۴. Restoration Operation Planning (ROP)



تقسیم و کار آن در سیستم DMS انجام می‌شود. اما برای اجرای کار، سیستم DMS به اطلاعات ذخیره‌شده در سیستم‌هایی مانند GIS و EAM محتاج است. از طرفی، برای برطرف کردن خطا به صورت دستی یا با اعزام گروه عملیاتی، لازم است دستورکاری در سیستم EAM صادر شود. مجموعه استاندارد IEC 61968 (در شماره‌های ۳ تا ۹ استاندارد) برای تسهیل تبادلات بین نرم‌افزاری، پیغام‌های ارسالی بین نرم‌افزارها را در فرمت تحت وب XML^۱ استانداردسازی کرده و استفاده از آن‌ها را برای سازمان‌ها توصیه می‌کند. اما برای تسهیل انطباق‌پذیری، در سند شماره ۱۳ استاندارد، شرایط بهره‌گیری از فناوری‌های دیگر تبادل داده همچون SOAP، JMS، RESTful HTTP، Web Services نیز شرح داده شده است. بر همین اساس، استاندارد با اتخاذ رویکرد معماری خدمات‌محور (SOA) و تشویق به پیاده‌سازی فناوری‌های میان‌افزاری انتقال و انطباق داده (ESB)، زمینه استفاده از انواع روش‌های تبادل بسته‌های داده را همگام با پیشرفت فناوری‌های این حوزه مهیا کرده است [10].

۲.۴.۳. مدیریت دارایی‌های فیزیکی در استاندارد IEC 61968

در نگاه کارکردمحور استاندارد، بسته (Package) مدیریت دارایی‌های فیزیکی شامل تمام کارکردها و نقش‌هایی می‌شود که برای ایجاد تعادل بین هزینه‌ها، فرصت‌ها و ریسک‌های مرتبط با عملکرد دارایی‌های فیزیکی، در راستای رسیدن به اهداف سازمانی، در حال فعالیت هستند. برای دستیابی به این هدف بسته مدیریت دارایی (AM) به صورت مجموعه‌ای از کارکردهای متنوع در ارتباط مستقیم با بسته‌های کارکردی مدیریت کار (WO)، مدیریت طراحی مهندسی (EDM)، مدیریت مدل شبکه (NMM) و بهره‌برداری شبکه (NO) قرار دارد. به صورت ویژه در شماره ۴ استاندارد زیرکارکردها و ساختارهای انتقال پیام بسته مدیریت دارایی‌های فیزیکی با جزئیات کامل توضیح داده شده است [16]. در استاندارد تصریح شده است که برای انطباق با مدل مشترک داده (CIM) لازم نیست که سیستم‌های مدیریت دارایی‌های فیزیکی عیناً از ساختار پیشنهادی در این شماره پیروی کنند؛ گرچه، توصیه شده که تأمین‌کنندگان سیستم‌های نرم‌افزاری و شرکت‌های توزیع نیروی برق شرایط اتصال و انطباق کارکردها و قابلیت‌های سیستم‌های خود با کارکردهای معرفی شده در این بسته را فراهم آورند [10].

از مشاهده زیرکارکردهای هر کدام از بسته‌های مرتبط با مدیریت دارایی‌های فیزیکی و انطباق دادن آن‌ها با ماژول‌های متداول در نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی (جدول ۴) می‌توان نتیجه گرفت که نگاه استاندارد IEC 61968 به سمت بهره‌گیری از ابزارهای هوشمند پشتیبان تصمیم‌گیری در مدیریت کل چرخه عمر دارایی‌های فیزیکی است. از پیش‌شرط‌های اجرای این کارکردهای هوشمند، جمع‌آوری حجم عظیمی از داده (به صورت دستی و با استفاده از سنسورهای متنوع)، پردازش این کلان داده، و تحلیل آن بر اساس الزامات افزایش قابلیت اطمینان، کاهش تلفات و افزایش ایمنی و سطح رضایت مشتریان است. همگام با رشد فناوری در این زمینه و برای پاسخ‌گویی به سطح جدیدی از الزامات سیستم‌های مدیریت دارایی‌های فیزیکی، نسل جدیدی

۱. Extensible Markup Language (XML)



از سیستم‌های هوشمند تصمیم‌گیری در حوزه مدیریت دارایی‌ها با نام راهکارهای مدیریت عملکرد دارایی (AMP)^۱ در حال توسعه هستند. در ادامه به معرفی این سیستم‌های جامع و ویژگی‌های آن‌ها پرداخته می‌شود.

جدول ۴: کارکردهای مرتبط با مدیریت دارایی‌های فیزیکی در استاندارد IEC 61968 و ماژول‌های نرم‌افزاری آن‌ها

Business Function	Sub- Function	Software System	EAM/APM Module
Asset Management (AM)	Substation and network inventory	EAM/APM	Asset Data Management
	Geographical inventory	GIS	
	Asset Management Planning	EAM/APM	Asset Management
	General inventory management	EAM/APM	Inventory Management
	Asset monitoring and measurement	EAM/APM	Asset Management & Performance Management
	Asset Decision Support	APM ^۲	APM Decision Support modules
Work Management (WM)	Work Dispatching	EAM/APM	Work Management
	Work Scheduling	EAM/APM	Work Management
	OrderAssetWork Execution	EAM/APM	Work Management
	Work Recording	EAM/APM	Asset Data Management
Engineering Design Management(EDM)	Conceptual Design Development	Design Software	
	Detailed Engineering	Design Software	
	Design Model Analysis	Design Software	
	Detailed Engineering	Design Software	
	Construction Planning	EAM/APM	Asset Management, Work & Project Management
	Design Model Management	EAM/APM	Asset Data Management
Network Operation (NO)	Obligated Operation Planning	DMS	
	Real-Time Operation	DMS	
	Post Event Analysis	DMS & APM	APM Decision Support modules

۵.۳. سیستم‌های جامع مدیریت عملکرد دارایی‌های فیزیکی (APM)

پیش از این شرح داده شد که افزایش پیچیدگی‌ها و اهمیت روزافزون تعالی در بهره‌وری تولید و ارائه خدمات، سازمان‌های صنعتی را به سمت استفاده از سیستم‌های یکپارچه برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) و مدیریت دارایی‌های فیزیکی (EAM) سوق داده است. اما با ظهور فناوری‌های تصمیم‌گیری بر اساس تحلیل کلان داده، بهره‌برداری از این سیستم‌ها جلوه جدیدتری یافته است. بر اساس تعریف وبسایت گارتنر، APM مجموعه‌ای از

۱. Asset Performance Management Solutions

۲. Asset Performance Management



ماژول‌ها و ابزارهای نرم‌افزاری هستند که برای افزایش قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری به دارایی‌های فیزیکی در سازمان‌های صنعتی طراحی می‌شوند. در حال حاضر، مفهوم APM در حال توسعه است و هنوز ساختار دقیق و استاندارد از قابلیت‌های آن‌ها به صورت مورد اجماعی تعریف نشده است. به طور کلی اما از قابلیت‌های این ابزارها می‌توان به امکانات جمع‌آوری، یکپارچه‌سازی، نمایش و تحلیل داده اشاره کرد که برای تصمیم‌گیری در نظارت و پایش وضعیت مداوم دارایی‌ها، پیش‌بینی خرابی‌ها و نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) بهره‌گیری می‌شود [18]. در ادامه بیشتر به کارکردها و قابلیت‌های اصلی این خانواده جدید از نرم‌افزارها بر اساس ویژگی‌ها و قابلیت‌های معتبرترین ارائه‌دهندگان سیستم‌های یکپارچه مدیریت عملکرد دارایی پرداخته می‌شود.

۱.۵.۳. کارکردهای اصلی راهکارهای APM

بر اساس مطالعات انجام شده در خصوص سیستم‌های جامع مدیریت عملکرد دارایی‌ها، مجموعه کارکردهای زیر قابل اشاره است [19].

- مدیریت برنامه استراتژیک و ریسک‌های دارایی‌ها؛
- هسته مدیریت کار و بهینه‌سازی هوشمند آن، به صورت سنتی مدیریت فعالیت کار اصلی و فرایندهای پشتیبانی از آن در صنایع دارایی‌محور در سیستم CMMS/EAM و در صنایع تولیدمحور در سیستم ERP انجام می‌شود؛
- مدیریت کالا و قطعات یدکی نگهداشت، تعمیرات و بهره‌برداری (MRO)^۱ و بهینه‌سازی هوشمند آن؛
- دریافت و تحلیل داده در ماژول‌های تخصصی، که بیشتر در قالب فعالیت‌هایی نظیر نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)، تحلیل علل ریشه‌ای خرابی‌ها (RCA) و مدیریت هزینه‌های چرخه عمر (LCC) نمود پیدا می‌کند؛
- کارکردهای ویژه در فناوری‌های پیشرفته نگهداشت پیش‌بینانه^۲ و پیشگیرانه، همچون آنالیز ارتعاشات، ترموگرافی و نظایر آن‌ها بر اساس صنعت مورد نظر.

۲.۵.۳. قابلیت‌های اصلی راهکارهای APM

برای جمع‌آوری داده و تحلیل آن‌ها و در نهایت پشتیبانی از تصمیمات سازمان در قالب توصیه‌های تحلیلی، راهکارهای APM از مجموعه‌ای از قابلیت‌ها و فناوری‌ها پشتیبانی می‌کنند. مهم‌ترین این قابلیت‌ها به شرح ذیل است [19].

۱. Maintenance, Repair and Operation

۲. Predictive



- تحلیل تجویزی^۱، که بر اساس بهره‌برداری از فناوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی توصیه‌هایی برای تصمیم‌گیری صادر می‌شود؛
- پشتیبانی از زیرساخت‌های اینترنت اشیای صنعتی (IIoT)^۲؛
- قابلیت بهره‌برداری و پردازش در فضای ابری^۳؛
- قابلیت یکپارچگی با نرم‌افزارهای مهندسی و طراحی، مدل‌سازی رفتار آینده بر اساس سناریوهای تعریف‌شده؛
- پشتیبانی گسترده از تجهیزات و ابزارهای سیار؛
- پشتیبانی از واقعیت افزوده^۴، واقعیت مجازی^۵، واقعیت ترکیبی^۶؛
- بهره‌گیری از فناوری بدل دیجیتال^۷؛
- پشتیبانی از بهترین تجارب^۸ و استانداردهای موجود و در حال تکامل.

۶.۳. جمع‌بندی

آنچه در این فصل ارائه شد، شرح مختصری از انواع سیستم‌های IT و OT در شرکت‌های توزیع نیروی برق و روش‌ها و استانداردهای یکپارچه‌سازی آن‌ها بوده است. در صنعت توزیع نیروی برق نیز همگام با تمام صنایع دیگر، روند تغییرات به سمت پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند اطلاعاتی و یکپارچه‌سازی فرایندهای آن‌ها برای تشکیل یک سیستم واحد مدیریت عملیات سازمان است. با ایجاد زیرساخت جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌های عملیاتی سازمان، زمینه‌سازی بهره‌برداری از انواع سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS^۹) بر اساس داده فراهم می‌آید. در ادبیات مدیریت دارایی‌های فیزیکی با افزوده شدن ابزارهای تحلیل و تصمیم‌گیری به سیستم‌های EAM، نسل جدیدی از سیستم‌ها با نام APM در حال ظهور و گسترش هستند؛ این سیستم‌های جامع با استفاده از فناوری‌های جمع‌آوری و تحلیل داده مانند اینترنت اشیاء، کلان داده‌ها و یادگیری ماشینی، وظیفه تصمیم‌گیری و خودکارسازی هرچه بیشتر فرایندها را بر عهده خواهند داشت. از این رو، لازم است شرکت‌های توزیع نیروی برق در انتخاب سیستم‌های مدیریت دارایی‌های خود به توانمندی‌های تحلیلی جاری و بالقوه و تکامل‌پذیری نرم‌افزارهای پیشنهادی توجه داشته باشند.

۱. Prescriptive Analytics

۲. Industrial Internet of Things

۳. Cloud

۴. Augmented Reality

۵. Virtual Reality

۶. Mixed Reality

۷. Digital Twin

۸. Best Practice

۹. Decision Support Systems



۴. فرایند انتخاب نرم افزار CMMS/EAM

۴.۱. مقدمه

انتخاب یک نرم افزار متناسب و کارآمد مدیریت دارایی های فیزیکی (EAM) که قابلیت تبدیل شدن به یک ابزار اصلی تصمیم گیری را داشته باشد، کار راحت و آسانی نیست. همین موضوع، انتخاب هوشمندانه نرم افزار CMMS/EAM را به یکی از چالش های اساسی مدیران و کارشناسان فنی سازمان های دارایی محور نظیر شرکت های توزیع نیروی برق تبدیل کرده است. عرضه تعداد زیادی از نرم افزارهای این خانواده و تنوع ویژگی ها و قابلیت های آنها، تا حد زیادی باعث سردرگمی مسئولان انتخاب و پیاده سازی نرم افزار شده است. به صورت معمول، سازمان ها بر اساس معیارهایی نظیر هزینه خرید، تعدد قابلیت ها و شرایط پشتیبانی، از بین نرم افزارهای موجود در بازار یکی را انتخاب می کنند یا در بعضی موارد تصمیم به توسعه یک نرم افزار درون سازمانی گرفته می شود. اما این نوع انتخاب در خیلی از مواقع به یک انتخاب درست و متناسب نیازهای سازمان منتهی نمی شود. تاجایی که طبق گزارش های جهانی، سازمان ها معمولاً حداکثر از ۴۰ درصد ظرفیت CMMS/EAM خود (با وجود اینکه خیلی از سازمان ها حتی بهترین نرم افزارهای موجود در این حوزه را خریداری کرده اند) استفاده می کنند [3]. این اتفاق بار مالی و ریسک های دیگری را بر سازمان تحمیل می کند. برای کاهش ریسک های انتخاب و پیاده سازی نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی در این بخش گام های اصلی این فرایند تشریح و بررسی می شود.

۴.۱.۱. پیامدهای انتخاب نادرست نرم افزار CMMS/EAM

قبل از پرداختن به گام های انتخاب، لازم است بار دیگر یادآوری شود که این انتخاب یک انتخاب معمولی نیست. اگر به درستی انجام نشود، پیامدهای منفی قابل تأملی را برای سازمان به بار می آورد. در ادامه به چند مورد از این پیامدها پرداخته شده است:

- **هزینه بالای خرید و پیاده سازی:** معمولاً نرم افزارهای CMMS/EAM (بسته به امکاناتی که در اختیار مشتری قرار می دهند) هزینه اولیه خرید قابل توجه و حتی هزینه پیاده سازی بیشتری دارند؛ لذا شناخت دقیق نیازهای سازمان و ارزیابی نرم افزارهای منتخب بر اساس شرایط، در برآورد این نیازها اهمیت حیاتی دارد.
- **هماهنگی و همگونی با دیگر نرم افزارها و سیستم ها:** نرم افزار CMMS/EAM وظیفه تسهیل فرایندهای مدیریت دارایی های فیزیکی، به ویژه بخش بهره برداری و نگهداشت را بر عهده دارند. بر همین راستا با سیستم های دیگر واحدهای سازمان (مثل واحد انبار، واحد مهندسی، واحد پشتیبانی، واحد خرید و ...) به طور مستقیم یا غیرمستقیم در ارتباط است. لذا اگر متناسب با نیازها و منطبق با فرایندهای سازمان



نباشد، پس از مدتی کنار گذاشته می شود یا در صورت اجبار برای استفاده، جنبه تشریفاتی پیدا می کند. در شرکت های توزیع نیروی برق هماهنگی این نرم افزار با سیستم های مدیریت شبکه و مدیریت تقاضاهای مشترکان و انطباق آن با الزامات استاندارد IEC-61968 [10] از الزامات مضاعف است.

▪ **اثرگذاری بر روند تعالی مدیریت دارایی های فیزیکی:** اما مهم ترین خطر یک تجربه بد در انتخاب و پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی ها کاهش اعتماد مدیریت و کارکنان به کلیت برنامه تعالی مدیریت دارایی های فیزیکی است. این اتفاق روند تغییرات را در سازمان بسیار کند می کند و در نتیجه حرکت سازمان در جهت تعالی مدیریت دارایی های فیزیکی اگر متوقف نشود، با چالش های بسیار جدی مواجه می شود.

اما از طرفی اگر این انتخاب هوشمندانه و اصولی انجام شود، نرم افزار CMMS/EAM به ابزار اصلی تصمیم گیری در سازمان تبدیل می شود. لازم است برای رسیدن به هدف بیشترین بازدهی در پیاده سازی نرم افزار، سازمان ها بر فرایندهای ارزیابی، خرید و پیاده سازی به صورت کامل و از ابتدا تا انتها تمرکز داشته باشند. با اتخاذ رویکرد علمی و گام به گام می توان برآورد درستی از فواید و مسائل هر نوع انتخاب داشت و از ریسک های پیاده سازی نرم افزار کاست. خوشبختانه در سال های اخیر در حوزه مدیریت دارایی های فیزیکی با پیشرفت تکنولوژی و توسعه ابزارهای مدیریت داده در کشور، مجموعه متنوعی از نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی و مدیریت منابع (ERP) در سطح کشور ارائه شده اند. در صورت توجه و تمرکز کافی سازمان ها بر مسئله انتخاب، بستر لازم برای پیاده سازی سیستم های یکپارچه متناسب با نیازهای شرکت های توزیع نیروی برق تا حد زیادی فراهم شده است. اما هنوز برای رسیدن به سطح جهانی و بلوغ در بهره برداری از نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی راه درازی باقی است.

۲.۴. توسعه درون سازمانی یا خرید نرم افزار

پس از مشخص شدن نیاز سازمان به یک سیستم نرم افزاری در مدیریت دارایی های فیزیکی، شاید اولین دو راهی سازمان پاسخ به این سؤال است که آیا می توان این نرم افزار را در خود سازمان توسعه داد، یا بهتر است از یک تأمین کننده خارج سازمان تهیه شود. هر کدام از این انتخاب ها مزایا و معایب خود را دارند (جدول ۵). انتخاب هر کدام از راهبردها، همچون هر انتخاب دیگری در حوزه مدیریت دارایی ها، به استراتژی های سازمانی و منابع در دسترس در سازمان بستگی دارد. به سبب اهمیت ویژه این موضوع، تأمل و صرف وقت و هزینه کافی در این مرحله از بایدهای فرایند انتخاب است. فرایندی که در ادامه این فصل شرح داده می شود، راهنمای سازمان در این مسیر خواهد بود.



شرکت توانیر

معاونت هماهنگی توزیع - دفتر مهندسی و راهبری شبکه (نظارت بر توزیع)

سند چشم انداز پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی

شماره سند: ۱۴۰۰/۴/۱۵/ن

ویرایش: ۰

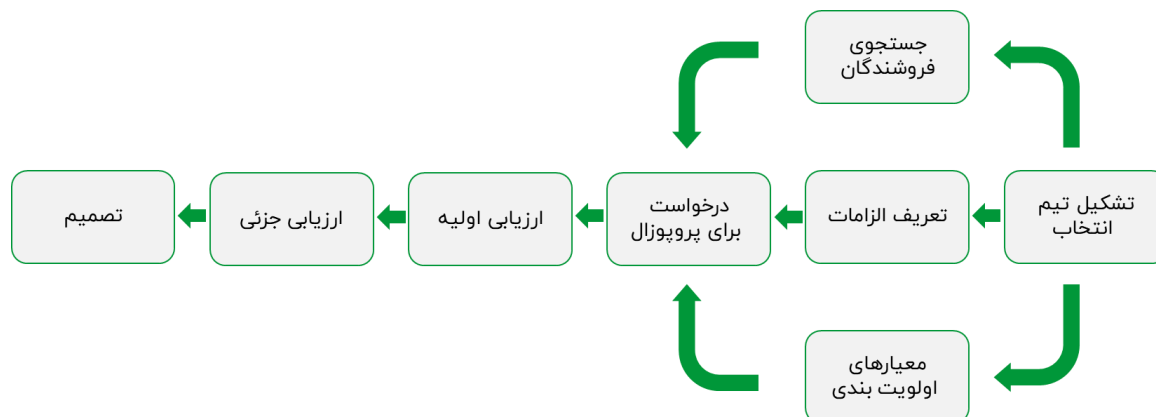
تاریخ صدور: ۱۴۰۰/۴/۱۵

جدول ۵. مزایا و معایب انواع روش های تأمین نرم افزار CMMS/EAM

مزایا	معایب
- انعطاف پذیری بالا - سهولت ارتباط با پایگاه داده و نرم افزارهای موجود - توسعه بر اساس الزامات تخصصی سازمان - بهینه و سریع تربودن نسبی آموزش ها - انطباق نسبی بیشتر با فرایندهای موجود - امکان پشتیبانی مطلوب و سریع تر	- تجربه و دانش نسبتاً پایین تیم توسعه نرم افزار - هزینه نسبی بیشتر - زمان پیاده سازی طولانی - خطر عدم برآورد انتظارات سازمان در بخش زمان و هزینه، قابلیت ها و ماژول ها - تمرکز بر توسعه سریع و دورشدن از ابتکارات فرایندی و فناوریانه - مستندسازی ضعیف در عجله برای اتمام کار
- هزینه نسبتاً پایین تر - عدم صرف زمان برای توسعه - زمان پیاده سازی کوتاه - استفاده از فناوری های روز - امکان خرید قابلیت های اضافه برای استفاده در آینده - انعطاف پذیری لازم برای تأمین نیازهای جاری و آینده سازمان - بهره گیری از دانش مجموعه سازمان های کاربر نرم افزار	- دشواری برقراری ارتباط با سیستم های دیگر - امکان ضعف در برخی از نیازهای تخصصی سازمان - امکان تأخیر در پشتیبانی و پاسخ گویی به درخواست های کاربران
توسعه درون سازمانی نرم افزار	
خرید و پیاده سازی نرم افزار آماده	

۳.۴. گام های انتخاب نرم افزار CMMS/EAM

پس از روشن شدن حساسیت و ریسک های انتخاب نرم افزارهای CMMS/EAM، نوبت به ترسیم نقشه راه تصمیم گیری می رسد. طی این مسیر برای سازمان ها فارغ از انتخاب روش تهیه نرم افزار از تأمین کننده خارج از سازمان و یا توسعه نرم افزار درون سازمان تقریباً یکسان است.



شکل ۱۳. نقشه راه انتخاب نرم افزار [۲]

۱،۳،۴. تشکیل تیم

پس از روشن شدن تصمیم سازمان برای پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM، اولین گام تشکیل کمیته یا کارگروه اجرای فرایند انتخاب و پیاده سازی و یا توسعه وبه روز رسانی نرم افزار است. این گروه از بخش های مختلف درگیر در حوزه مدیریت دارایی ها (مهندسی، بهره برداری و نگهداشت، مدیریت مالی، تدارکات و انبار و مدیریت فناوری اطلاعات) تشکیل می شود. این کارگروه باید تهیه موارد ذیل را بر عهده بگیرد.

- منشور پروژه^۱: در منشور پروژه، انتظارات سازمان از نرم افزار و مسئولیت های مشخص هر کدام از اعضا در روند انتخاب نرم افزار مشخص می شود.
- زمان بندی فعالیت ها: در سند زمان بندی الزامات و زمان بندی کلی کار نگاشته می شود. نگارش برنامه دقیق در این سند دشوار و دور از واقعیت کار خواهد بود، اما کلیات گام ها و الزامات مشخص می شود.
- انتخاب مدیر پروژه: مدیر کلی برنامه پیاده سازی توسط این گروه مشخص می شود. مدیر پروژه پیاده سازی شخص خاصی در سازمان است که توانایی مدیریت گروه پیاده سازی را در شرایط عدم قطعیت و تغییر مداوم شرایط داشته باشد؛ و مدیریت فرایند پیش از پیاده سازی، که انتخاب نرم افزار است، را نیز بر عهده دارد.

۲،۳،۴. جست و جوی فروشندگان

در مرحله دوم، لیست اولیه فروشندگان نرم افزارهای CMMS/EAM جست و جو و تدوین می شود. به صورت متداول این کار با اعلام درخواست اطلاعات (RFI^۲) محصول آغاز می شود. در سند RFI، شرکت درخواست دهنده

۱. Project Charter

۲. Request for Information



الزامات کارکردی و غیرکارکردی نرم افزار مطلوب خود را اعلام می کند. با این کار به نوعی دامنه^۱ کار و تنوع ماژول های مورد نیاز برای سازمان مشخص می شود [2]. معمولاً عرضه کنندگان نرم افزار طیف گسترده ای از قابلیت ها را در نرم افزار خود معرفی و بازاریابی می کنند؛ اما باید توجه داشت که بسیاری از این امکانات، حداقل در کوتاه مدت، مورد نیاز سازمان ها نخواهد بود. نکته مهم تر از تنوع امکانات، انعطاف پذیری نرم افزار برای پیاده سازی الزامات اصلی و کارآمدی آن برای تحقق اهداف سازمان است. در سند RFI علاوه بر مشخص کردن دامنه پروژه، دیگر اطلاعات لازم همچون تضامین فنی و مالی لازم، امکانات فروشنده در پشتیبانی طولانی مدت و دیگر فرضیات راستی آزمایی^۲ درخواست می شود. بر اساس تحلیل اطلاعات به دست آمده می توان تاریخ اعلام رسمی ارائه پیشنهاد (RFP^۳) را مشخص کرد. مهم ترین دستاوردهای این مرحله عبارت اند از:

- سند درخواست اطلاعات (RFI)؛
- لیست اولیه فروشندگان نرم افزار CMMS/EAM (بخش توسعه دهنده درون سازمانی هم می تواند به عنوان یکی از عرضه کنندگان محصول در لیست قرار گیرد).

۳.۳.۴. تعریف الزامات

کیفیت پیشنهادهای دریافتی و سنجش قابل اعتماد بودن آن ها به تعریف دقیق و روشن الزامات سازمان در انتخاب نرم افزار بستگی دارد. در سند الزامات، ویژگی های مطلوب نرم افزار در سطح کلی و سپس در سطح جزئیات به دقت تعریف می شود و مبنای تصمیم گیری سازمان قرار می گیرد. قابلیت های (کارکردی و غیرکارکردی) اشاره شده در فصول قبل این گزارش راهنمای مناسبی برای تعریف الزامات سازمان ها در انتخاب ماژول ها و همچنین قابلیت های مطلوب در هر بخش است. البته در شرایط خاص و برای پاسخ گویی به نیازهای ویژه هر سازمان، بهره گیری از مشاوران و همچنین برگزاری جلسات تبادل نظر با ارائه دهندگان نرم افزارهای مدیریت دارایی های فیزیکی و دیگر سیستم های مرتبط پیشنهاد می شود.

یکی از بهترین روش های مشخص کردن دقیق تر الزامات، ترسیم فرایندهای سازمان در شرایط موجود و ایجاد شناخت از شرایط مطلوب آن ها است. به طور مثال با شناخت دقیق فرایند استاندارد صدور دستورکار در مراحل شناسایی، تأیید، برنامه ریزی و زمان بندی و ارجاع تا ثبت گزارش اجرا و شرایط مطلوب پیاده سازی آن در سازمان، الزامات عملیاتی هسته اصلی نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی شکل می گیرد. بر اساس نقشه فرایندی ترسیم شده، گروه نگارش سند الزامات امکان برگزاری جلسات و کارگاه های لازم برای مصاحبه با ذی نفعان مختلف فرایند را پیدا می کنند و شناخت دقیقی از نیازهای هر بخش از ذی نفعان فرایند به دست می آید.

۱. Scope

۲. Due diligence

۳. Request for Proposal



در پیوست ۱ این راهنما، نمونه‌هایی از الزامات کارکردی و غیرکارکردی تأثیرگذار در انتخاب نرم‌افزارهای CMMS/EAM، ارائه شده است.

۴,۳,۴. مشخص کردن معیارهای اولویت‌بندی

پس از مشخص کردن الزامات کارکردی و غیرکارکردی مطلوب و انتظارات دقیق سازمان از نرم‌افزار CMMS/EAM خود، نوبت به مشخص کردن معیارهای اولویت‌بندی سیستم‌های پیشنهادی و توسعه ماژول‌های ایشان می‌رسد. این کار بر اساس مقایسه شرایط مطلوب سازمان و شرایط موجود نرم‌افزارهای پیشنهادی از طرف تأمین‌کنندگان درون و برون سازمانی انجام می‌شود. روش پیشنهادی برای اولویت‌بندی نرم‌افزارها استفاده از دو شاخص درجه نیاز^۱ و درجه انطباق^۲ است [2].

برای مشخص کردن شاخص درجه نیاز، الزامات تعیین شده برای نرم‌افزار با کمک خبرگان سازمان به روش ذیل طبقه‌بندی و نمره‌دهی می‌شوند [8].

▪ اجباری^۳، (۵) امکاناتی که بیشترین اهمیت را برای سازمان دارند. نبود یک یا چند مورد از این امکانات نرم‌افزار را غیرقابل قبول می‌سازد. در توسعه درون سازمانی نرم افزار این امکانات اولویت اصلی را خواهند داشت.

▪ لازم^۴، (۳) امکاناتی که ارزش بالایی برای سازمان دارند. نبود یک یا چند نمونه از این امکانات باعث رد سیستم نمی‌شوند، اما ارزش کلی آن را متأثر می‌سازند. در توسعه درون سازمانی نرم افزار این امکانات اولویت دوم را دارند.

▪ دلخواه^۵، (۱) امکاناتی که به بهتر انجام شدن فعالیت‌های کمک می‌کنند، اما بدون وجود آنها نیز فعالیت‌های اصلی قابل انجام است. در توسعه درون سازمانی نرم افزار این امکانات اولویت پایین‌تری دارند.

برای مشخص کردن شاخص درجه انطباق، شرایط موجود نرم‌افزار پیشنهادی سنجیده می‌شود و با کمک کاربران و خبرگان، نمره درجه انطباق بر اساس معیارهای ذیل تعیین می‌شود.

▪ (۵) انطباق کامل نرم‌افزار با الزام: هیچ‌گونه سفارشی‌سازی لازم نیست.

▪ (۳) انطباق با الزام مورد نظر: سطحی از سفارشی‌سازی توسط تأمین‌کننده لازم است.

۱. Degree of need

۲. Degree of compliance

۳. Mandatory

۴. Needed

۵. Desired



شرکت توانیر
معاونت هماهنگی توزیع - دفتر مهندسی و راهبری شبکه (نظارت بر توزیع)
سند چشم انداز پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی

تاریخ صدور: ۱۴۰۰/۴/۱۵
ویرایش: ۰
شماره سند: ۱۴۰۰/۴/۱۵/ن

▪ (۱) بدون سفارشی سازی کامل شرایط انطباق مهیا نخواهد بود.

▪ (۰) الزام مورد نظر قابل پاسخ گویی نیست.

دو یا چند نرم افزار مشخص شده در لیست اولیه با ضرب این دو شاخص و تجمیع نمره های به دست آمده، قابل مقایسه خواهند بود (به مثال ارائه شده در جدول ۶ رجوع شود). البته باید به تأمین قطعی الزامات و امکانات اجباری توجه شود. ناتوانی نرم افزار در برآورد این نوع از الزامات، آن را از لیست نامزدهای انتخاب نهایی حذف می کند.

در صورت انتخاب روش توسعه و به روز رسانی نرم افزار در درون سازمان، پس از مقایسه بین امکانات نرم افزار موجود و تهیه نرم افزار جدید و برآورد ریسک های فنی و مالی آن، لازم است در این مرحله اولویت بندی فعالیت ها و برنامه کلی توسعه و به روز رسانی نرم افزار توسط تیم توسعه نرم افزار ارائه شود.

جدول ۶. مثالی از معیارها و روش مقایسه نرم افزارهای CMMS/EAM

تأمین کننده:							
تأمین کننده A		تأمین کننده B		تأمین کننده C		امکانات و قابلیت ها	
درجه	امتیاز	درجه	امتیاز	درجه	امتیاز		
نیاز	انطباق	نیاز	انطباق	نیاز	انطباق		
I	A	B	IxB	C	IxC		
عمومی							
۳	۵	۱۵	۵	۳	۹	کاربری ساده (مبتنی بر نبودن)	
۳	۵	۹	۳	۳	۹	رابط کاربری ساده و انعطاف پذیر	
۵	۵	۲۵	۵	۵	۲۵	رمز عبور چند سطح سیستم	
۵	۳	۱۵	۳	۵	۲۵	امکان پشتیبان گیری	
۵	۳	۱۵	۳	۳	۱۵	امکان آرشیو اطلاعات	
۳	۳	۹	۱	۱	۳	گرافیک مناسب	
مدیریت کار							
۳	۵	۱۵	۳	۳	۹	جست و جوی سریع	
۵	۵	۲۵	۵	۳	۱۵	سابقه تعمیرات	
۵	۳	۱۵	۳	۳	۱۵	هزینه قطعات مصرفی	
۵	۳	۱۵	۳	۳	۱۵	هزینه های بیرونی و متفرقه	
۳	۳	۹	۳	۳	۹	کد خرابی	
۳	۵	۱۵	۵	۵	۱۵	تخصیص قطعات	
۳	۳	۹	۳	۱	۳	ردیابی اضافه کاری ها	
انبار و قطعات یدکی							



۹	۳	۹	۳	۱۵	۵	۳	سفارش دهی خودکار
۱۵	۳	۲۵	۵	۱۵	۳	۵	انبارگردانی
۹	۳	۹	۳	۱۵	۵	۳	طبقه بندی و آنالیز ABC
۳	۱	۳	۱	۱۵	۵	۳	پشتیبانی از بارکد
۰	۰	۳	۱	۹	۳	۳	پشتیبانی از تصاویر
۱۵	۳	۱۵	۳	۱۵	۳	۵	تعریف فروشندگان و تأمین کنندگان
۵	۱	۱۵	۳	۲۵	۵	۵	تعریف چند نقطه ای انبارها
۳	۱	۳	۱	۳	۱	۳	سفارش دهی خودکار
۲۲۶		۲۶۱		۳۰۹			جمع کل

۵.۳.۴. آماده سازی و ارائه پیشنهاد (RFP)

گام بعد از فرایند انتخاب نرم افزار CMMS/EAM، آماده سازی و ارائه سند RFP است. این سند به صورت خاص الزامات عملکردی نرم افزار را مشخص می کند و بر اساس شرایط و قوانین سازمان برای شرکت های انتخاب شده ارسال می شود. در سند RFP شرایط و معیارهای انتخاب و شرایط قراردادی سازمان در فرایند انتخاب و پیاده سازی نرم افزار درج می شود. یکی دیگر از بخش های سند RFP می تواند چک لیست نمایش امکانات و قابلیت های نرم افزارهای منتخب باشد. این چک لیست یا فرایند نمایش در اختیار تأمین کنندگان قرار می گیرد تا ایشان برای برگزاری جلسات ارائه نرم افزار خود آماده شوند. به سبب اهمیت موضوع و همچنین گستردگی حوزه اثر نرم افزار CMMS/EAM، چک لیست ها و برنامه های ارائه و پرسش و پاسخ در تمام بخش های مربوط همانند واحدهای مدیریت شبکه، بهره برداری و نگهداشت، مهندسی، مالی و پشتیبانی، فناوری اطلاعات و برنامه ریزی در نظر گرفته شود. زمان پیشنهادی برای ارائه کامل نرم افزارهای مدرن مدیریت دارایی های فیزیکی در یک سازمان دارایی محور، همچون شرکت توزیع نیروی برق، دو تا سه روز پیش بینی می شود. به صورت خلاصه موارد مهم و قابل تحویل در این مرحله عبارت اند از:

- سند ارائه پیشنهاد (RFP)، که در کارگروه انتخاب نرم افزار مطالعه و تأیید شده است.
- اطلاعات لازم برای شفاف سازی موارد قید شده در سند RFP (در صورت بروز پرسش های بیشتر این اطلاعات کمک فراوانی می کنند).
- ایجاد سازوکار ارتباط با تأمین کنندگان (می توان برای این موضوع یک خط ارتباطی ویژه اختصاص داد یا برنامه جلسات پرسش و پاسخ در خصوص مفاد RFP را در اختیار تأمین کنندگان گذاشت).
- چک لیست و برنامه دقیق ارائه و نمایش نرم افزار در بخش های مختلف سازمان.



۶.۳.۴. ارزیابی اولیه

در مرحله ارزیابی اولیه با استفاده از معیارهای اولویت بندی و روش مشخص شده در این بخش، مطابقت الزامات و کارکردهای خواسته شده از طرف سازمان و توانمندی ها و قابلیت های نرم افزارهای پیشنهادی بررسی می شود. بهره گیری از مشاوران آشنا به موضوع و نرم افزارهای پیشنهادی و بهره گیری از تجارب شرکت های همکار در بالارفتن دقت این مرحله از ارزیابی کمک خواهد کرد. مهم ترین دستاوردهای این مرحله عبارت اند از:

- ارزیابی اولیه مستند شده: این ارزیابی باید به تأیید و امضای تمام اعضای گروه انتخاب نرم افزار برسد.
- لیست کوتاه شده تأمین کنندگان: (پیشنهاد می شود این لیست حداکثر به چهار نرم افزار محدود شود) که برای ارزیابی دقیق فراخوانده شوند.

۷.۳.۴. ارزیابی جزئی^۱

در اجرای ارزیابی دقیق و با جزئیات کامل، اجرای کار در دو مرحله پیشنهاد می شود [2]. در ابتدا هر کدام از تأمین کنندگان انتخاب شده در مرحله قبل، ارائه ای با تمرکز بر کلیات محصول، پستوانه سازمانی و مالی و سوابق خود در ارائه خدمات و محصولات بر اساس کیفیت و رضایت مشتریان قبل خواهند داشت. سپس از بین این تأمین کنندگان، دو گزینه نهایی انتخاب می شوند و ایشان به صورت کامل برنامه ارائه نرم افزار و قابلیت های آن را اجرا خواهند کرد. به سبب هزینه بر بودن تمام این فعالیت ها، محدود کردن این کار به دو شرکت توصیه می شود. علاوه بر ارائه جنبه های فنی، از دیگر اهداف این مرحله می توان به ایجاد شناخت بیشتر از فرهنگ کاری تأمین کنندگان نهایی، رویکرد و برنامه پیاده سازی آن ها، نوع و برنامه آموزش نرم افزار، فرایندهای پشتیبانی و همچنین گفت و گو در خصوص تجارب پیاده سازی در سازمان های مشابه اشاره کرد. در نهایت بر اساس رأی گروه انتخاب نرم افزار و بررسی دقیق شرایط هر کدام از تأمین کنندگان نهایی، نرم افزار منتخب بر اساس الزامات و فرایندهای قانونی سازمان اعلام می شود.

۸.۳.۴. انعقاد قرارداد

پس از تبادل نظر و نتیجه گیری درباره دامنه دقیق کار، قیمت گذاری، منابع و برنامه پیاده سازی، قرارداد خرید و پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM منعقد می شود. تا به این مرحله در تمامی مراحل تمرکز اصلی بر انتخاب کاربردی ترین نرم افزار برای سازمان بوده است. در این مرحله می توان به صورت دقیق تر درباره کارکردهای غیر عملیاتی مطلوب و خاص برای سازمان، همانند گرافیک ویژه سازمان و شاید قابلیت تولید گزارش هایی خاص و طراحی آن ها، مذاکره بیشتری کرد و در نهایت به ساختار مطلوب نرم افزار رسید. در نهایت قرارداد

۱. Detailed Assessment



منعقد شده به تأمین کننده نهایی ابلاغ می شود و در سازمان نیز کار آماده سازی شرایط نصب و پیاده سازی نرم افزار آغاز می شود.

۴.۴. جمع بندی

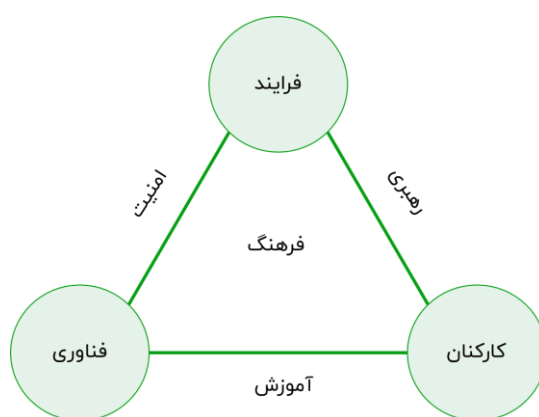
آنچه در این فصل توضیح داده شد، یکی از روش های استاندارد و سراسر ارزیابی و انتخاب نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی بوده است. باید توجه شود که انتخاب و توسعه نرم افزار مدیریت نگهداشت (CMMS) یا مدیریت دارایی های فیزیکی (EAM) در سازمان، یکی از حساس ترین انتخاب های پیش روی مدیران شرکت های توزیع نیروی برق است. این حساسیت ویژه، صرف انرژی و هزینه ویژه ای را در تمام مراحل انتخاب و پیاده سازی می طلبد. بی شک شرکت های توزیع نیروی برق کشور تجارب ارزنده ای از اجرای برنامه های ارزیابی و خرید انواع سیستم های IT و OT دارند و می توانند از آن تجارب در اصلاح برخی جزئیات این مراحل و بالابردن بهره وری کار بهره گیرند. به صورت تجربی مشاهده شده است که نرم افزارهای ارائه شده در کشور در بخش هایی نقاط قوت و نکات لازم به بهبود مختلفی دارند؛ از همین رو، انطباق این نرم افزارها با الزامات شرکت های توزیع نیروی برق حد بالایی از همکاری مشترک در اصلاح فرایندها و قابلیت ها را در روند پیاده سازی می طلبد. با پذیرش رویکرد برد-برد و ایجاد فرصت تکامل از طرف سازمان های کارفرما و همچنین پذیرش اصلاحات و تلاش برای پشتیبانی بیشتر از محصولات از طرف تأمین کنندگان نرم افزارهای CMMS/EAM، امید است شاهد بهره مندی تمامی ذی نفعان این بخش در استفاده از نرم افزارهای کارا و همگام با پیشرفت فناوری جهانی باشیم.



۵. فصل پنجم: پیاده سازی و توسعه نرم افزار CMMS/EAM

۱.۵. مقدمه

در پیاده سازی و یا توسعه موفق نرم افزارهای CMMS و EAM عوامل بسیاری تأثیرگذار هستند. به صورت کلی می توان این عوامل را به سه حوزه فرایندها، فناوری ها و منابع انسانی تقسیم بندی کرد. در پشتیبانی از آنها نیز عوامل پذیرش و همراهی رهبری سازمان، آموزش های لازم برای کارکنان و همچنین امنیت سیستم تأثیرگذار خواهد بود (شکل ۱۴). اما آنچه فراتر از هر عاملی در موفقیت پیاده سازی و توسعه نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی مؤثر است، فرهنگ سازمان و انطباق پذیری کلیه سطوح مدیریتی و عملیاتی سازمان و همراهی با تغییرات در فرایندها و فناوری هاست. در مطالعات و مقایسه های انجام شده در خصوص اصلی ترین عوامل موفقیت، حوزه کارکنان ۶۰ درصد، فرایندهای کسب و کار ۲۵ درصد و فناوری ۱۵ درصد آرا را به خود اختصاص داده است [2]. با توجه به این نتایج، همراهی مدیریت ارشد سازمان و دیگر کارکنان در پروژه پیاده سازی و توسعه نرم افزار امری حیاتی است. اما علاوه بر آن نباید از توجه به دیگر حوزه ها نیز غافل ماند. از این رو، در این فصل فرایند گام به گام پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی معرفی می شود و هر گام به صورت اجمالی شرح داده خواهد شد.



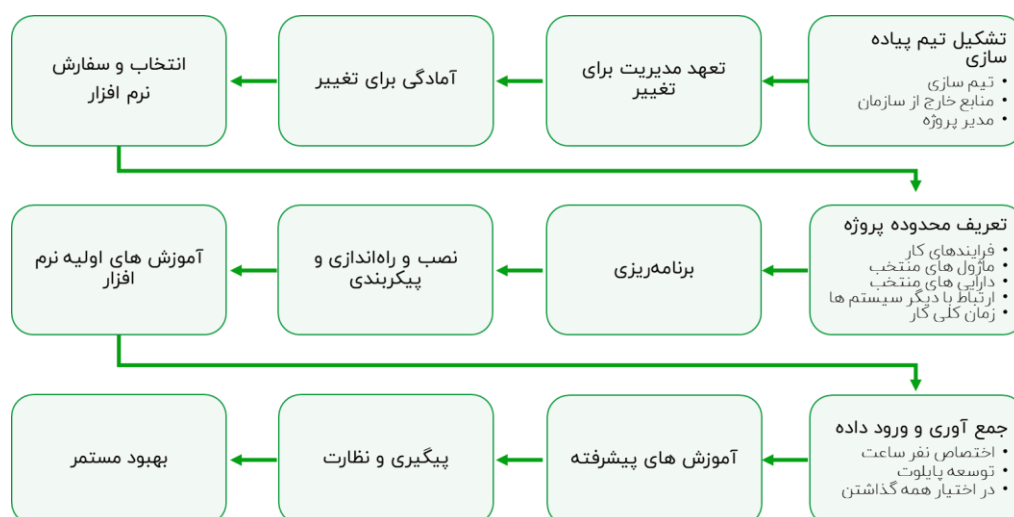
شکل ۱۴. اصلی ترین حوزه های تأثیرگذار در پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM [۲]

۲.۵. فرایند گام به گام پیاده سازی و توسعه نرم افزار

در هر دو حالت خرید و یا توسعه درون سازمانی نرم افزار CMMS/EAM، فرایند با تشکیل تیم پیاده سازی آغاز می شود. برداشتن این گام و مشخص شدن تیم مدیریت پروژه، مقدمات همراه سازی سازمان و اجرای برنامه های آماده سازی برای پذیرش تغییر را فراهم می آورد. در این حین فرایند انتخاب و عقد قرارداد نیز به پیش می رود. پس از سفارش نرم افزار، محدوده دقیق پیاده سازی نرم افزار شامل فرایندها، ماژول ها، دارایی هایی که در مرحله اول پیاده سازی مدنظر هستند و نحوه یکپارچه سازی سیستم با دیگر بخش های مرتبط مشخص می شود. در ادامه



آن، برنامه ریزی دقیق تر کارهای شروع شده و نمودار کلی شکست کار پیاده سازی و یا توسعه مشخص می شود. راه اندازی نرم افزار در سازمان و برگزاری آموزش های اولیه لازمه گام های بعد هستند. یکی از مهم ترین فعالیت ها در مرحله پیاده سازی و به روز رسانی نرم افزار، جمع آوری و ورود اطلاعات به نرم افزار جدید است. این کار شاید یکی از زمان برترین فعالیت ها باشد و اختصاص منابع لازم و دقت در انجام امر حساسی است. پس از پیاده سازی فرایندها و داده های اجرای آن ها نوبت به آموزش دقیق کارکنان بر اساس سطح دسترسی هر بخش به فرایندها و اطلاعات نرم افزار می رسد. نظارت و تأیید اجرای درست فعالیت های اشاره شده و همچنین توسعه برنامه های بهبود مستمر از گام های نهایی فرایند پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی ها هستند (شکل ۱۵). در ادامه به توضیح اجمالی مراحل مذکور پرداخته شده است.



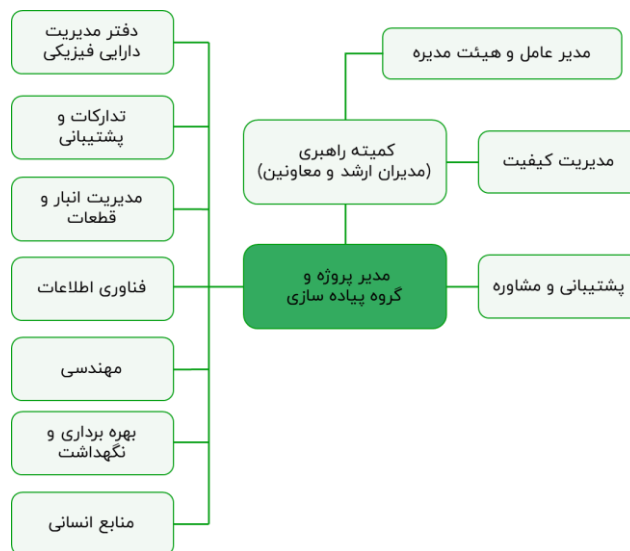
شکل ۱۵. فرایند گام به گام پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM [۸]

۳.۵. تشکیل تیم پیاده سازی

در فصل قبل در خصوص تشکیل تیم انتخاب نرم افزار و وظایف آن در مرحله انتخاب توضیحاتی ارائه شد. در این بخش به ساختار و وظایف تیم پیاده سازی نرم افزار پرداخته می شود. تیم پیاده سازی از افراد خبره و صاحب نظر از بخش های مختلف مرتبط با حوزه مدیریت دارایی های فیزیکی تشکیل شده است. این تیم با مدیریت یکی از افراد توانمند سازمان، در همکاری با کمیته ارشد راهبری پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM و بهره گیری از مشاوران و متخصصان خارج و داخل سازمان، وظیفه پیاده سازی ماژول ها، اصلاح فرایندها و مدیریت منابع لازم را بر عهده دارد. در این ساختار مدیر پروژه، به تعبیر دیگر رهبر پروژه، نقش کلیدی و محوری را خواهد داشت (شکل ۱۶). مدیر پروژه در کنار توانمندی های رهبری و باور و اشتیاق برای ایجاد تغییر در سازمان، باید دانش کافی درباره ساختار و فرهنگ سازمان، مدیریت دارایی های فیزیکی و مباحث فنی فناوری اطلاعات در دو بخش نرم افزار و سخت افزار را نیز داشته باشد. احاطه رهبر پروژه بر دانش مدیریت دارایی های



فیزیکی، فرایندها و ارتباطات آن و توانایی های فنی ایشان باعث ایجاد انگیزه و ارتباطات مؤثر در گروه می شود و اعتماد به نفس اعضای گروه را بالا می برد. این توانمندی ها از عوامل اصلی موفقیت در پشت سرگذاری دشواری های مسیر پیاده سازی و ایجاد فرهنگ بهره برداری کارآمد از نرم افزار خواهد بود.



شکل ۱۶. ساختار گروه پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM [۲]

در کنار مدیر پروژه دیگر اعضای تیم پیاده سازی از مجموعه ای متخصصان فناوری اطلاعات و اصلاح فرایند و کارشناسان خبره هر کدام از بخش های اشاره شده در شکل ۱۶ تشکیل شده است. از شروط اصلی برای انتخاب این افراد آشنایی کامل ایشان با شرایط حال حاضر شرکت (As Is) و شرایط مطلوب (To Be) بر اساس تجارب موفق سطح جهانی است. به طور مثال برای اصلاح روش کار و مشخص کردن اطلاعات مورد نیاز در پیاده سازی مازول مدیریت کار نگهداشت، آشنایی کامل اعضای تیم به جزئیات فرایند استاندارد مدیریت کار (اشاره شده در فصل دوم) و فرایندهای پشتیبان آن لازم است. به مجموعه آموزش های در نظر گرفته شده برای مشارکت کنندگان در برنامه ها و پروژه های اصلاحی در حوزه مدیریت دارایی های فیزیکی، در پیوست ۲ سند نظام نامه مدیریت دارایی های فیزیکی شرکت های توزیع نیروی برق [20] اشاره شده است.

۴.۵. تعهد مدیریت سازمان

پس از تشکیل تیم مدیریت پروژه، مشخص شدن تعهد و پیگیری مدیریت ارشد سازمان در فرایند پیاده سازی نرم افزار بسیار مهم است. معمولاً برای نشان دادن تعهد و درگیر کردن مدیران سازمان در این موضوع، کمیته راهبری پیاده سازی نرم افزار با حضور ایشان تشکیل می شود. نقش اصلی این کمیته حمایت و تسهیل اجرای فرایندهای درون سازمانی، رفع مشکلات و اختلافات احتمالی و تأمین منابع انسانی و مالی لازم است. شایان ذکر



است که فرایند تغییر در سیستم‌های انسانی مسیری زمان‌بر و پرچالش است و حمایت مدیران و پشتیبانی ایشان در بالاتر رفتن روحیه کاری و اطمینان از موفقیت تیم پیاده‌سازی بسیار مهم است.

۵.۵. آمادگی برای تغییر

تنها با ایجاد فهم از نیاز و فواید تغییر است که می‌توان کارکنان را به سمت پذیرش تغییرات هدایت کرد. یکی از راهکارهای ایجاد این شناخت، مشارکت دادن کارکنان در فرایند پیاده‌سازی نرم‌افزار است. برای این کار می‌توان در مراحل مختلف انواع نظرسنجی‌ها و جلسات پرسش و پاسخ و فعالیت‌هایی از این دست را برنامه‌ریزی کرد. از دیگر راهکارهای جامع‌تر برای ایجاد آمادگی برای تغییر، اجرای پروژه‌های مدیریت تغییرات فرهنگی در پیاده‌سازی برنامه‌های اصلاحی نگهداشت بر اساس روش‌های علمی این کار است [2]. در این روش‌ها بر اساس ارزیابی‌های دقیق جنبه‌های مؤثر مدیریت تغییرات فرهنگی، راهکارهای عملی و مؤثر بر اساس نظر و اولویت‌های نخبگان سازمان به دست می‌آید.

۶.۵. سفارش نرم‌افزار/سخت‌افزار

پیش‌تر گفته شد که در مرحله انتخاب، نرم‌افزار نهایی، نرم‌افزارهای بانک داده و سخت‌افزارهای لازم برای پشتیبانی از آن مشخص می‌شود. از سخت‌افزارهای لازم می‌توان به انواع رایانه‌های شخصی و قابل حمل، سرورهای داده، تجهیزات شبکه، دستگاه‌های صدور و چاپ بارکد و در صورت نیاز دستگاه‌های RFID^۱ اشاره کرد. در این گام نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای لازم سفارش‌گذاری می‌شوند و فرایند خرید آغاز می‌شود. این مرحله با انتخاب روش توسعه و به روز رسانی درون سازمانی نرم افزار با مرحله تعریف دامنه پروژه ادغام می‌شود.

۷.۵. تعریف دامنه^۲ پروژه

اولین اقدام در گام تعریف دامنه پروژه، ترسیم شرایط موجود فرایندهای کاری است. بدین منظور از سند «تعریف و اولویت بندی الزامات» که در فرایند انتخاب تدوین شده و مورد استفاده قرار گرفت نیز می‌توان استفاده کرد. پس از مشخص شدن شرایط موجود مواردی که لازم است اصلاح شوند، مشخص می‌شود. بعد از آن، بر اساس نیازسنجی‌های انجام شده، اولویت و ترتیب پیاده‌سازی و یا اصلاح و توسعه ماژول‌های نرم‌افزار مشخص می‌شود. به‌طور مثال، شاید سازمان ترجیح دهد که ماژول‌های اطلاعات تجهیزات، مدیریت کار و نگهداشت پیشگیرانه را در اولویت قرار دهد و پس از آن اقدام به پیاده‌سازی ماژول‌های مدیریت انبار و خرید کند. به همین ترتیب باید ورود اطلاعات دارایی‌ها را نیز اولویت‌بندی کرد. ترجیح بر این است که ورود اطلاعات تجهیزات حساس شبکه،

۱. Radio Frequency Identification Device

۲. Scope



همانند ترانسفورماتورها، در اولویت قرار گیرد. در فصول قبل اشاره شد که یکپارچه سازی نرم افزار مدیریت دارایی های فیزیکی با دیگر سیستم های اطلاعاتی شرکت های توزیع نیروی برق اهمیت ویژه ای دارد. بررسی شرایط موجود و تدوین فعالیت های لازم برای ایجاد یکپارچگی اطلاعاتی و فرایندی بین این نرم افزار و نرم افزارهای دیگر به ویژه با سیستم GIS و سیستم مدیریت شبکه نیز در این گام صورت می گیرد. با مشخص شدن دامنه فعالیت های پروژه پیاده سازی، زمان و منابع کلی لازم برای این کار نیز قابل محاسبه خواهد شد.

۸,۵ برنامه ریزی فعالیت های پیاده سازی و توسعه

یکی دیگر از مراحل مهم در پیاده سازی CMMS/EAM برنامه ریزی کارها است. بر اساس مراحل در نظر گرفته شده در شکل ۱۵ و منابع مالی و انسانی قابل دسترس برای هر مرحله، برنامه پیاده سازی اولیه کار مشخص می شود. در این برنامه برای هر کدام از مراحل پیش رو چهار سؤال اصلی مطرح می شود: چه چیزی؟ چرا؟ چه کسی؟ و چگونه؟ سپس بر اساس پاسخ به آن ها برنامه شکست کار هر مرحله به دست می آید. به دلیل ذات پیچیده، پرچالش و در خیلی از موارد غیرقابل پیش بینی برنامه پیاده سازی نرم افزارهای CMMS/EAM، پیشنهاد می شود که در صورت امکان از ساختارهای مدرن برنامه ریزی ناب^۱ و چابک^۲ برای تقسیم برنامه به بازه های کوتاه تر و بازخوردگیری از نتایج و استفاده از راهکارهای پیشنهادی برای اصلاح برنامه های مراحل پیش رو استفاده شود. از جمله روش های متداول برنامه ریزی ناب در صنعت توسعه و پیاده سازی نرم افزار می توان به روش برنامه ریزی چابک اسکرام^۳ اشاره کرد. در این روش در ابتدا کلیات برنامه پیاده سازی و توسعه نرم افزار مشخص می شود. اما با توجه به ذات متغیر برنامه پیاده سازی و توسعه نرم افزار، برنامه ریزی دقیق و به دوره های حداکثر دو هفته ای تقسیم می شود. این برنامه های دو هفته ای با نام یک اسپرینت^۴ شناخته می شوند. پس از پایان هر اسپرینت، پیشرفت صورت گرفته تحویل کاربر نهایی نرم افزار می شود. مهمترین دستاورد این روش برنامه ریزی امکان اصلاح خطاها و تصحیح مسیر و سرعت پیشرفت در کمترین زمان است.

۹,۵ نصب و پیکربندی

پیش از این مرحله ویژگی های کارکردی و غیرکارکردی نرم افزار، اولویت بندی پیاده سازی و سخت افزارهای و سیستم های پشتیبان آن مشخص شده است. بر اساس انتخاب نوع سیستم سرور پایه^۵ یا وب پایه^۶ نرم افزار، مراحل نصب متفاوت خواهد بود. اما از آنجا که روند پیاده سازی نرم افزارها و نیازهای جدید شرکت های توزیع نیروی برق آن ها را به سمت انتخاب نرم افزارهای تحت وب سوق می دهد، برای نصب و پیاده سازی نرم افزارها در

۱. Lean

۲. Agile

۳. Scrum

۴. Sprint

۵. client-server-based

۶. web-based



سازمان‌ها مسائل چندانی دیده نمی‌شود. اما کار اصلی در این مرحله توسعه و هماهنگی سازی دقیق نرم‌افزار مورد نظر با الزامات سازمان بر اساس اولویت بندی آنها است. در بعضی از موارد اینکار حجم قابل توجهی از کار اصلاحی روی نرم افزار انتخاب شده شده را می‌طلبد که باید زمان و هزینه لازم برای آن را پیش از این مرحله در نظر گرفت. مشخص کردن لایه‌های دسترسی به اطلاعات و فرایندها و اختصاص نوع دسترسی و رمزهای ورود کاربران نیز در این مرحله انجام می‌گیرد.

۱۰.۵. آموزش

آموزش در پیاده‌سازی نرم‌افزار در چند سطح انجام می‌شود.

آموزش پایه‌ای: برای استفاده از امکانات سیستم‌های رایانه‌ای شخصی و سیستم‌های همراه، مجموعه آموزش‌های اولیه برای کارکنان در نظر گرفته می‌شود. این آموزش‌ها در شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور در سطح تکنسینی و نیروهای عملیاتی صف اهمیت بیشتری دارد.

آموزش نرم‌افزار: برای کاربران نرم‌افزار مجموعه‌ای از آموزش‌های اولیه برای آشنایی با فضا، نوع دسترسی به امکانات و کلیات اصلی نرم‌افزار در نظر گرفته می‌شود. سپس با توجه به سطح کاربری و مازول‌های اصلی مورد استفاده هر گروه از کاربران، آموزش‌های ویژه و دقیق‌تری در نظر گرفته می‌شود.

آموزش‌های درون سازمان: علاوه بر آموزش‌هایی که از طرف شرکت تأمین‌کننده نرم‌افزار برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود، خود سازمان نیز باید برنامه آموزشی ویژه کارکنان خود را برنامه‌ریزی کند. این آموزش‌ها، که معمولاً بیشتر مورد کم‌توجهی قرار می‌گیرند، برای آشنایی کارکنان با تغییرات ایجاد شده در فرایندهای مدیریت کار و برنامه‌ریزی فعالیت‌ها، روش جدید درخواست کار و صدور دستورکار، نوع فراخوانی اطلاعات دارایی‌ها و استفاده از اطلاعات قطعات یدکی و مواردی از این دست است.

به‌صورت کلی، لازم است که در مرحله پیاده‌سازی نرم‌افزار از دانش و آگاهی کارکنان سازمان نسبت به ابزار جدیدی که در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد اطمینان حاصل کرد. باید توجه داشت که یکی از اهداف اصلی پیاده‌سازی سیستم‌های نرم‌افزاری مدیریت دارایی‌های فیزیکی به حداکثرسانی میزان جمع‌آوری داده قابل تحلیل و بالابردن کیفیت و قابلیت اطمینان آن‌ها در سازمان است. باید همواره در نظر داشت که مهم‌ترین عامل رسیدن به این هدف، همراهی و مشارکت کارکنان آگاه و آموزش دیده در تمامی بخش‌های سازمان است.

۱۱.۵. جمع‌آوری و ورود اطلاعات

در فصل دوم این راهنما در خصوص مازول ذخیره و مدیریت اطلاعات دارایی‌های نرم‌افزارهای CMMS/EAM توضیحاتی ارائه شد. همان‌طور که اشاره شد، اطلاعات دارایی‌های فیزیکی به‌صورت کلی به چند خانواده کلی از جمله داده‌های شناسنامه‌ای، داده‌های عملیاتی، نگهداشت، خرابی‌ها و... تقسیم می‌شوند (لطفاً به جدول ۲ رجوع شود). معمولاً شرکت‌های نرم‌افزاری که سابقه بیشتری در پیاده‌سازی نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی



دارند، فرم‌ها و فرایندهای بهینه‌ای را برای انتقال اطلاعات از سیستم‌های قبلی یا جمع‌آوری دستی اطلاعات از فرم‌ها و گزارش‌های سازمان دارند. در غیر این صورت، لازم است در این مرحله فرم‌های استاندارد جمع‌آوری انواع اطلاعات و سوابق دارایی‌های سازمان تدوین شود. طبیعی است که در نرم‌افزارهای جدید می‌توان جمع‌آوری داده را مستقیماً از طریق رابط‌های کاربری خود نرم‌افزار و با حذف واسطه‌هایی مانند فرم‌های کاغذی، اکسل و... انجام داد. همچنین در بسیاری از شرکت‌های برق ممکن است قسمت‌هایی از داده‌ها در نرم‌افزارهای قدیمی موجود باشد که مستقیماً یا همراه با تغییراتی باید به سیستم جدید منتقل شوند. برای انجام این کار همکاری مشترک شرکت تأمین‌کننده نرم‌افزار و متخصصان سازمان در بخش‌های مختلف ضروری است. با توجه به اهمیت ویژه این مرحله، اختصاص منابع مالی و انسانی کافی از داخل و حتی خارج از سازمان و همچنین بهره‌گیری از مشاوران حوزه مدیریت و بهره‌برداری از اطلاعات دارایی‌های فیزیکی توصیه می‌شود.

۱۲.۵. پیگیری و نظارت

پس از نصب نرم‌افزار مدیریت دارایی‌های فیزیکی و سپس اجرایی کردن بهره‌برداری از آن، لازم است تأثیر این سرمایه‌گذاری بر بهره‌وری سازمان مورد سنجش قرار گیرد. از حوزه‌های اصلی تأثیر نرم‌افزار می‌توان به کاهش هزینه‌های چرخه عمر، بالاتر رفتن نسبت و اثربخشی فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده، افزایش بهره‌وری کارکنان و بسیاری از دیگر موارد ذکر شده در این سند اشاره کرد. سنجش مقدار پیشرفت سازمان در این مسیر با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPI) انجام می‌شود. بسیاری از این شاخص‌ها در صنعت برق، به‌ویژه در حوزه قابلیت اطمینان و رضایت مشتریان، همچون شاخص‌های SAIFI^۱، SAIDI^۲ و CAIDI^۳ برای فعالان این بخش آشنا هستند [21]، اما علاوه بر این شاخص‌های اصلی، لازم است مجموعه شاخص‌های نشان‌دهنده کیفیت و بهره‌وری اجرای فرایندهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی و اثربخشی پیاده‌سازی نرم‌افزار تدوین شوند و به صورت دوره‌ای محاسبه و گزارش شوند. در ادبیات مدیریت دارایی‌های فیزیکی مجموعه‌ای از استانداردها [22] [23] و کتاب‌های راهنما [24] برای تعریف و استانداردسازی نحوه محاسبه شاخص‌های عملکردی در مدیریت دارایی‌های فیزیکی ارائه شده است. به صورت خلاصه مجموعه‌ای از متداول‌ترین شاخص‌های عملکردی در مدیریت دارایی‌های فیزیکی در پیوست ۲ نظام نامه مدیریت دارایی‌های شرکت‌های توزیع نیروی برق [20] ارائه شده است، مطالعه این سند و پیوست‌های آن به خوانندگان محترم توصیه می‌شود. با پیاده‌سازی سیستم نرم‌افزاری مدیریت دارایی‌های فیزیکی و جمع‌آوری داده در نرم‌افزار CMMS/EAM امکان تعریف مجموعه شاخص‌های نشان‌دهنده اثربخشی نرم‌افزار نیز مهیا می‌شود. (لطفاً به پیوست ۲ رجوع شود)

۱. System Average Interruption Frequency Index

۲. System Average Interruption Duration Index

۳. Customer Average Interruption Duration Index



۱۳,۵. به روزرسانی (بهبود مستمر) نرم افزار

پس از پیاده سازی نرم افزار و شروع بهره برداری از آن، کم کم نقاط لازم برای بهبود در سیستم مشخص می شوند. در این مرحله، می توان مذاکرات را با تأمین کننده نرم افزار، برای ایجاد قابلیت های جدید یا اصلاح بعضی از قابلیت ها و فرایندها، آغاز کرد. باید توجه داشت که در این مرحله هم تهیه لیست دقیقی از اصلاحات و الزامات مورد احتیاج به پیشرفت سریع و دقیق کار کمک بسیار می کند. یکی از ویژگی های اکثر نرم افزارهای معتبر حوزه مدیریت دارایی های فیزیکی مازولار بودن طراحی آن ها و امکان به روزرسانی سریع آن ها است. همچنین در این نرم افزارها مجموعه قابلیت هایی به صورت پیش فرض در نظر گرفته می شود که شاید در اولین دور از برنامه پیاده سازی به دلایل مختلفی، همچون ناآشنایی سازمان کارفرما با همه نیازهای خود، مورد استفاده قرار نگیرد. به صورت تدریجی و با بالاتر رفتن سطح بلوغ بهره برداری از نرم افزار، این امکانات نیز به مجموعه قابلیت های عملیاتی نرم افزار افزوده می شوند. شایسته است که شرکت های توزیع نیروی برق در هنگام انتخاب و خرید نرم افزار به قابلیت هایی مانند طراحی مازولار، اصلاح و تکامل پذیری نرم افزارهای پیشنهادی در سطح درون نرم افزاری و چه در یکپارچگی با دیگر سیستم ها در معماری SOA توجه ویژه داشته باشند.

۱۴,۵. جمع بندی

در این فصل فرایند گام به گام پیاده سازی نرم افزار CMMS/EAM مرور شد. همان طور که اشاره شد، سطح تأثیر فاکتورهای انسانی و به ویژه تعهد و همراهی مدیریت ارشد سازمان در موفقیت طی این مسیر بیش از بقیه عوامل سنجیده شده است. از همین روی لازم است سازمان ها در ابتدای این مسیر از همدل و هم هدف بودن مجموعه افراد ذی نفع در این فرایند اطمینان حاصل کنند. در کنار آن، اختصاص منابع کافی، آموزش مداوم و برنامه ریزی دقیق از دیگر عوامل موفقیت در این مسیر هستند. امید است شرکت های توزیع نیروی برق کشور با اختصاص منابع مالی و انسانی کافی و همچنین جلب حمایت و همدلی مدیران و کارکنان تأثیرگذار مسیر به روزرسانی سیستم های موجود یا نصب و پیاده سازی نرم افزارهای جدید مدیریت دارایی های فیزیکی خود را با موفقیت طی کنند.



مراجع

- [1] J. D. Campbell and J. V. R. Picknell, Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management, CRC Press, 2006.
- [2] J. D. Campbell, A. K. S. Jardine and J. McGlynn, Asset Management Excellence, Optimizing Equipment Life Cycle Decision, CRC Press, 2011.
- [3] D. Bertolini, "CMMS Explained Made Simple, 2nd Edition," Reliabilityweb.com, 2015.
- [4] John Dixon Campbell, James V. Reyes-Picknell, Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance, New York: Industrial Press, 2015.
- [5] D. Mather, CMMS, A Timesaving Implementation Process, Boca Raton, Florida: CRC PRESS, 2003.
- [6] "BS EN ISO 14224, Petroleum, petrochemical and natural gas industries Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment," BSI Standards Publication, 2016.
- [7] BRITISH STANDARD, "BS EN 13460:2009, Maintenance — Documentation for maintenance," 2009.
- [8] K. bagadia, Computerized Maintenance Management Systems Made Easy : How to Evaluate, Select, and Manage CMMS: How to Evaluate, Select, and Manage CMMS, McGraw Hill, 2006.
- [9] "Infor EAM Product Overview," Infor, 2014.
- [10] "IEC 61968-1, Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 1:Interface architecture and general recommendations," International Electrotechnical Commission, IEC, 2018.
- [11] J. D. Campbell and J. V. R. Picknell, Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management, CRC Press, 2006.
- [12] "BS EN 13306: Maintenance - Maintenance Terminology," British Standard, 2017.
- [13] "There's a better way to get a handle on your Maintenance," [Online]. Available: <https://limblecmms.com/>.
- [14] "DIN EN 17007: 2016, Maintenance process and associated indicators.," 2016.
- [15] S. Borlase, Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions, Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2013.



- [16] "IEC 61968-4, Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management - Part 4: Interfaces for records and asset management," European Committee for Electrotechnical Standardization, 2010.
- [17] "IEC 61968-6, Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management - Part 6: Interfaces for maintenance and construction," International Electrotechnical Commission, 2015.
- [18] Gartner, "Gartner Glossary: Asset Performance Management (APM)," [Online]. Available: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/asset-performance-management-apm>.
- [19] D. Miklovic, "Asset Performance Management (APM) 4.0 Solution Selection Guide," LNS research, 2018.
- [20] معاونت هماهنگی توزیع توانیر، نظام نامه مدیریت دارایی های فیزیکی، دفتر نظارت بر توزیع توانیر، ۱۳۹۹.
- [21] شرکت توانیر، "سامانه یکپارچه مدیریت شاخص های استراتژیک شرکت های توزیع نیروی برق کشور (طرح سیما)،" ۱۳۹۸.
- [22] "Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators;," EUROPEAN STANDARD, 2017.
- [23] "DIN EN 17007: Maintenance process and associated indicators;," EUROPEAN STANDARD, 2016.
- [24] T. Wireman, Developing performance indicators for managing maintenance, New York: Industrial Press, Inc., 2004.
- [25] T. WireMan, "Maintenance Strategy Series, Volume 5, Successfully Utilizing CMMS/EAM Systems," Terrence O'Hanlon, Myers, FL, 2013.
- [26] "SMRP Best Practices, Maintenance & Reliability Body of Knowledge, 5th Edition," Society for Maintenance & Reliability Professionals, 2009.



پیوست

پیوست ۱: اطلاعات و الزامات نرم افزارهای CMMS/EAM

در انتخاب نرم افزار CMMS/EAM توجه به قابلیت ها و ابزارهای نرم افزار و تطابق آنها با منابع و نیازهای سازمان اهمیت ویژه ای دارد. در این بخش، به برخی از الزامات متعارف سازمان ها در انتخاب این نوع از نرم افزارها پرداخته می شود. باید توجه شود که این بخش به جهت راهنمایی سازمان ها نگاشته شده و لازم است سازمان ها در زمان تهیه و توسعه نرم افزار CMMS/EAM به اصلاح، بازبینی و انطباق موارد گفته شده با الزامات درون سازمانی خود بپردازند.

ب.۱.۱. اطلاعات کلی از تأمین کننده و نرم افزار

- ۱) رزومه و ساختار سازمانی
- ۲) گردش مالی کلی
- ۳) تعداد پروژه های در حال اجرا
- ۴) تعداد پروژه های موفق انجام شده در نصب و راه اندازی نرم افزار و تعداد کلی کاربران آن
- ۵) صنایع تحت پوشش نرم افزار، به ترتیب تعداد پیاده سازی و تعداد کاربران و بلوغ این صنایع در مدیریت دارایی های فیزیکی
- ۶) اسناد پشتیبان پیاده سازی موفق و تأثیر نرم افزار بر ارتقا عملکرد مدیریت دارایی های فیزیکی سازمان های کاربر
- ۷) روش و ترتیب فعالیت های واگذاری نرم افزار و لایسنس آن؛ و یا جزئیات دریافت خدمات به صورت SaaS^۱
- ۸) امکان استفاده از سرویس های ابری، یا فقط امکان نصب در سرورهای محلی
- ۹) برنامه های امنیتی، پشتیبان گیری و Disaster Recovery
- ۱۰) ساختار/ ساختارهای قیمت گذاری و نحوه محاسبه هزینه های نصب راه اندازی و پشتیبانی
- ۱۱) ساختار تیم پیاده سازی نرم افزار و رزومه ایشان
- ۱۲) برنامه و پیشنهادهای آموزشی و در اختیارگذاری کنترل نرم افزار
- ۱۳) نوع و برنامه خدمات و پشتیبانی - سطح خدمات، هزینه ها و زمان مورد تعهد برای پشتیبانی؛ و ارتقا

۱. Software as a Service



۱۴) راهکارهای ارتباطی برای ارائه خدمات آموزشی و پشتیبانی (استفاده از وب سایت مشترک، تلفن پشتیبان، ارتباطات رسمی و موارد دیگر)

۱۵) برنامه‌های بهبود، توسعه و به‌روزرسانی نرم‌افزار و نحوه تعامل با خریداران

۱۶) فناوری‌های اصلی مورد استفاده از توسعه نرم‌افزار و راهکارهای ارتباطی آن با دیگر سیستم‌ها

۱۷) بر اساس الزامات و درخواست‌های سازمان خریدار: برنامه توسعه و شخصی‌سازی ماژول‌های نرم‌افزار، ایجاد ارتباطات لازم و راه‌اندازی آزمایشی و نهایی

۱۸) سطح تکامل و بلوغ ماژول‌های مختلف (چه بخش‌هایی در ابتدای مسیر توسعه قرار دارند و چه بخش‌هایی به تکامل نهایی نزدیک‌تر هستند)

۱۹) ماژول یا قابلیت‌های پیشنهادی، علاوه بر موارد ذکر شده در پروپوزال

۲۰) انتظارات و نیازمندی‌های تأمین‌کننده از سازمان خریدار نرم‌افزار

پ.۲.۱. الزامات نرم‌افزار CMMS/EAM

الزامات نرم‌افزارهای مدیریت دارایی‌های فیزیکی به دو بخش اصلی الزامات کارکردی (ماژول‌های اصلی) و الزامات غیرکارکردی (امکانات لازم برای بهره‌برداری مؤثرتر) تقسیم می‌شوند. این الزامات بر اساس اولویت‌های سازمان و بر اساس روش ارائه شده در جدول ۶ نمره دهی شده و در انتخاب نرم‌افزار مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پ.۳.۱. الزامات کارکردی (ماژول‌های اصلی)

به‌صورت پایه‌ای نرم‌افزار CMMS/EAM ماژول‌های اصلی ذیل را شامل می‌شود.

۱) مدیریت اطلاعات دارایی‌ها و کدگذاری دارایی‌ها

۲) سیستم مدیریت کار

۳) کنترل موجودی انبار

۴) تدارکات و خرید

۵) منابع انسانی

۶) بودجه‌بندی

۷) مدیریت پروژه

۸) مدیریت عملکرد

۹) پشتیبانی کاربران



۱۰) گزارشات

۱۱) بازدید و سرویس دوره ای دارایی ها

الزامات نرم افزارها در هر کدام از این ماژول های به شرط ذیل است.

۱. ماژول مدیریت اطلاعات دارایی ها

۱) توانمندی ثبت اطلاعات پایه ای دارایی (بر اساس طبقه بندی ارائه شده در جدول ۲) و برای انواع

دارایی های سازمان، اعم از دارایی های شبکه، خودروها، ساختمان و مستغلات و دارایی های تولید

پراکنده انرژی و امکان شخصی سازی و افزودن الزامات داده ای جدید به تجهیز در آینده

۲) توانمندی ترسیم ساختارهای درختی دارایی های سازمان بر اساس کارکرد و پراکندگی مکانی

دارایی ها (ارتباط مستقیم با سیستم GIS) - به صورت استاتیک (دارایی های ثابت) و دینامیک

(دارایی های متحرک، مانند خودروها)

۳) توانایی دریافت و ثبت گزارشات عمومی (کاربر میهمان) و کاربری مربوط به دارایی

۴) توانایی تخصیص کد منحصر بفرد به دارایی و شماره گذاری دارایی ها بصورت سلسله مراتبی (والد

فرزندی)

۵) توانایی تعریف گروه های مختلف برای دارایی ها، بر اساس نیاز کاربران

۶) توانایی تعریف انواع سنجه های کمی و کیفی برای دارایی ها

۷) قابلیت تولید رمزیننه پاسخ سریع (QRCode) به ازای هر دارایی

۸) قابلیت دسترسی به دستورالعمل های مختلف مربوط به هر نوع دارایی از طریق اسکن یا وارد

کردن کد دارایی در سامانه

۹) توانمندی تولید خروجی قابل چاپ برچسب های قابل نصب روی دارایی

۱۰) توانمندی طراحی برچسب مختص هر نوع دارایی و تنظیمات مربوط به چاپ برچسب

۱۱) تعریف و مدیریت انواع تجهیزات در سامانه و ویژگیهای آنها

۱۲) تعریف و مدیریت امکانات مختص هر دارایی/تجهیز که با وارد کردن یا اسکن کد دارایی در

سامانه قابل نمایش می باشد (نظیر منوی پرداخت قبض برای دارایی کنتور)

۱۳) امکان بروزرسانی مشخصات دارایی در دوره های مقتضی و نگهداری سوابق بروزرسانی اطلاعات

دارایی ها

۱۴) توانمندی تدوین برنامه های نگهداشت بر اساس معیارهای ذیل



- a. تعریف انواع فعالیت نگهداشت پیشگیرانه (پایش وضعیت، برنامه‌های از پیش مشخص و هر نوع دیگر، بنا بر تعریف سازمان)
 - b. دوره‌های اجرا و تلورانس قابل قبول
 - c. تدوین فعالیت‌های اصلاحی
 - d. تدوین چک‌لیست‌های ایمنی
 - e. تدوین درخت‌واره اجزای دارایی و فعالیت‌های نگهداشت متناظر
 - f. تدوین درخت‌واره خرابی دارایی‌ها و فعالیت‌های نگهداشت
 - g. یادآوری و درخواست اجرای فعالیت‌های نگهداشت بر اساس دوره‌های زمانی متفاوت (روزانه، هفتگی، ماهانه و...)
 - h. تدوین برنامه کار (Job Plan) استاندارد، شامل تخمین منابع زمانی، نیروی کار، قطعات و ابزار و هزینه‌های دیگر؛ ذخیره‌سازی این برنامه‌ها در کتابخانه، با امکان دسترسی، استفاده و بروز رسانی سریع
 - i. تغییر دوره اجرا اولیه بر اساس آخرین زمان اجرای فعالیت، بازه‌های زمانی شناور (در صورت تاخیر در اجرای یک برنامه، زمان‌های یادآوری فعالیت‌های بعد اصلاح شود)
 - j. درخواست نگهداشت پیشگیرانه بر اساس خوانش از نشانگرها
 - k. تغییر برنامه نگهداشت دارایی با جابه‌جا شدن و یا از رده خارج شدن آن
 - l. اصلاح برنامه‌های نگهداشت بر اساس سوابق
 - m. توانمندی تعریف برنامه نگهداشت برای یک تجهیز در مکان‌های متفاوت (بازرسی مجموعه ای از لوازم اندازه‌گیری پراکنده در یک دستورکار).
 - n. توانمندی تعریف برنامه نگهداشت برای مجموعه‌ای از دارایی‌های در یک مکان
 - o. توانمندی تعریف برنامه نگهداشت برای دارایی‌های در انبار و دارایی‌های در حال ساخت
 - p. تدوین قیود مختلف (مانند قیود زمانی و شرایط محیطی) برای اجرای برنامه‌های نگهداشت
 - q. امکان ایجاد فیلدهای اطلاعات بر اساس نیاز کاربر
- ۱۵) توانمندی تدوین برنامه‌های بازرسی و کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری و سنسورها
- a. مشخص کردن برنامه‌های کالیبراسیون تجهیزات و ابزارهای دقیق بر اساس حساسیت و پراکندگی مکانی



- b. تدوین برنامه‌های ویژه ابزارهای کالیبراسیون و بازرسی
- c. ایجاد رویه‌های استاندارد بهره‌برداری (^۱SOP) از ابزارهای کالیبراسیون و رویه‌های استاندارد اجرای فعالیت کالیبراسیون (برنامه کار کالیبراسیون)
- d. صدور خودکار دستورکارهای کالیبراسیون بر اساس زمان و دوره مشخص شده
- e. ثبت اطلاعات و استانداردهای کالیبراسیون
- f. تولید گزارش‌های استاندارد کالیبراسیون بر اساس قوانین صنعت و دستورالعمل‌های سازمان
- ۱۶) توانمندی ثبت سوابق دارایی‌ها و تولید گزارش‌های تحلیلی لازم
- a. تعداد و فهرست حالت‌های خرابی روی داده برای دارایی در بازه زمانی مشخص
- b. تعداد و نوع فعالیت‌های نگهداشت تدوین شده و انجام شده روی دارایی
- c. شاخص‌های قابلیت اطمینان دارایی همچون متوسط زمان بین خرابی‌ها (^۲MTBF)؛ متوسط زمان برای تعمیرات (^۳MTTR)،
- d. دسترسی پذیری ^۴ به دارایی
- e. گزارش‌های کلی و جزئی هزینه‌ها و دیگر منابع صرف شده روی دارایی‌ها در مراحل چرخه عمر
- f. گزارش‌های نقل و انتقالات دارایی‌ها و جایگاه آنها در درخت‌واره دارایی‌های سازمان
- ۱۷) توانمندی‌های ویژه در تحلیل‌های چرخه عمر دارایی (این بخش فراتر از توانمندی‌های پایه‌ای نرم‌افزارها است)
- a. محاسبه شاخص سلامتی دارایی و تخمین زمان در سرویس باقیمانده
- b. تحلیل دینامیک حساسیت دارایی‌ها بر اساس فاکتورهایی نظیر تأثیر خرابی، فرکانس وقوع و شاخص سلامت
- c. توانمندی عیب‌یابی بر اساس آنالیز عیب‌ها، خرابی‌ها و علت‌های آنها، جهت تشخیص دلایل بروز مشکل در تعمیر و بهره‌برداری از دارایی
- d. پشتیبانی از اجرای تحلیل علل ریشه‌ای خرابی‌ها (RCA)

۱. Standard Operating Procedures

۲. Mean time Between Failure

۳. Mean time to Failure

۴. Availability



- e. پشتیبانی از اجرای تحلیل علل و تأثیر خرابی (FMEA)
- f. پشتیبانی از اجرای تحلیل نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)
- g. پشتیبانی از اجرای برنامه‌های تحلیل قابلیت اطمینان همچون تحلیل Laplace, Weibull
- h. پشتیبانی از اجرای تحلیل‌های شناسایی بهینه‌ترین سیاست نگهداشت (مقایسه تبعات خرابی با هزینه و منابع لازم برای انواع نگهداشت و پیشنهاد بهترین نوع فعالیت بر اساس تحلیل هزینه و فایده)

۲. مدیریت کار

۱) توانمندی تولید درخواست کار از درگاه‌های مختلف،

- a. درخواست کار از طرف بهره‌برداران و گروه‌های بازدید و بازرسی دارایی‌ها
- b. درخواست کار از طرف مشترکان (از درگاه وب سایت و اپلیکیشن‌های سازمان و پورتال مشتریان)، با کمک فناوری‌هایی نظیر نقشه‌های آنلاین و اپلیکیشن‌های بارکد خوان
- c. درخواست کار و خدمات فنی و غیرفنی از طرف واحدهای درون سازمانی
- d. صدور درخواست کار به صورت خودکار، بر اساس تناوب برنامه‌های نگهداشت و یا تشخیص عیب در سیستم‌های پایش وضعیت
- e. صدور درخواست کار با انتخاب دارایی و یا مجموعه‌ای دارایی‌ها از درگاه‌های سیستم

GIS

- f. هر نوع صدور درخواست کار بر حسب نیاز سازمان
- ۲) قابلیت تعیین اولویت و منابع لازم برای اجرای درخواست کار (بر اساس سطح دسترسی به اطلاعات)
- ۳) قابلیت دسته‌بندی دستورکارهای بر اساس نوع درخواست صادر شده و نوع کار انجام شده
- ۴) قابلیت تولید دستورکار برای مجموعه تجهیزاتی که در یک مسیر قرار می‌گیرند و دسته بندی آنها بر اساس ترتیب اجرا در مسیرها و اولویت‌های مشخص شده در نقشه GIS
- ۵) قابلیت اتصال حالت‌های خرابی شناسایی شده دارایی به دستورکارهای صادر شده برای آن
- ۶) اولویت‌بندی دستورکار بر اساس اولویت کار و حساسیت دارایی
- ۷) امکان صدور دستورکار مادر و ایجاد درخت‌واره دستورکارها که هر سطح به صورت مستقل قابلیت برنامه‌ریزی و زمان‌بندی داشته باشد.



- ۸) امکان ایجاد ارتباط بین یک دستورکار و یک یا چند دارایی و قابلیت برنامه‌ریزی و زمان‌بندی برای هر فعالیت
- ۹) امکان تعریف فرایند استاندارد مدیریت کار در سه حوزه اصلی بهره‌برداری و نگهداشت، مهندسی و امور مشترکین؛ و تفکیک فعالیت‌ها و مراحل بر اساس الزامات سازمان و ثبت زمان گردش دستورکار در هر کدام از مراحل.
- ۱۰) امکان خصوصی‌سازی فرایندها بر حسب الزامات سازمانی یا حتی تعریف فرایند جدید
- ۱۱) امکان تخمین تمام منابع (نیروی انسانی، ابزار، ماشین‌آلات و کالای مورد نیاز) برای اجرای دستورکار و ثبت منابع واقعی صرف شده در انتهای کار و قابلیت گزارش‌گیری لحظه‌ای از جریان هزینه در نرم‌افزار
- ۱۲) امکان محاسبه هزینه‌های هر دستورکار صادر شده و تفکیک و تخصیص مراکز هزینه هر فعالیت بر اساس الزامات سازمان
- ۱۳) قابلیت تعریف قیود دسترسی، ترتیب اجرای فعالیت‌ها، قیود زمانی و هزینه‌ای برای فرایند مدیریت کار در انواع دستورکارها بر اساس الزامات سازمان
- ۱۴) امکان تعریف چک‌لیست‌های تعاملی برای اجرای کار
- ۱۵) قابلیت در نظر گرفتن قیود گارانتی و وارانتی سازنده در صدور دستورکار
- ۱۶) امکان ذخیره برنامه‌ریزی صورت گرفته برای یک دستورکار به عنوان برنامه کار استاندارد آن فعالیت در شرایط تکرار مجدد
- ۱۷) امکان رزرو قطعات در فرایند برنامه‌ریزی و زمان‌بندی دستورکار و اعلام قطعات ناموجود و یا خارج از دسترس
- ۱۸) امکان ردیابی و نمایش وضعیت دستورکارها بر اساس کد دستورکار، دارایی، مرحله گردش کار و کد سازمانی تمام ذی‌نفعان اجرای فعالیت
- ۱۹) قابلیت ردیابی دستورکارهای متوقف و دلیل توقف آنها
- ۲۰) امکان ارسال پیام‌های اطلاع دهنده به افراد ذی ربط در مسیر گردش دستورکار
- ۲۱) امکان تعریف گروه‌های کاری درون و برون سازمانی بر اساس نوع دستورکار و دارایی‌های مشخص شده در آنها



۲۲) امکان برنامه ریزی و برنامه ریزی بر اساس منابع انسانی در دسترس، شیفت های کاری و قیود زمانی در روزها و ماه های خاص

۲۳) قابلیت افزودن هر نوع چک لیست، سند، مجوز و دستورالعمل خاص به دستورکار

۲۴) قابلیت های تسهیل کننده برنامه ریزی و زمان بندی، مانند نشانگرهای رنگی سطح مصرف منابع، جداول برنامه ریزی روزانه، هفتگی و ماهانه، و لاجیک هایی که به حل تداخل در زمان بندی ها کمک نماید

۲۵) امکان برآورد بار کاری کارکنان و گروه ها و ایجاد تعادل در تخصیص فعالیت به آنها

۲۶) قابلیت زمان بندی خودکار و ارجاع هوشمند فعالیت ها به گروه های کاری؛ بر اساس ساعات کار کارکنان، زمان لازم برای حمل و نقل، زمان های آموزش، استراحت و مرخصی

۲۷) قابلیت زمان بندی و ارجاع خودکار بر اساس قیود و منابع در دسترس

۲۸) برقراری ارتباط خودکار بین دستورها و درخواست های صادر شده از سیستم های مدیریت بهره برداری (SCADA و DMS) با سیستم مدیریت کار، همچون هم زمان سازی خودکار برنامه های وقفه برنامه ریزی شده و زمان بندی انجام دستورکارها

۲۹) قابلیت خودکار سازی بخش های مختلف گردش کار در صورت وقوع حالات از قبل تعریف شده
۳۰) قابلیت تدوین گزارش از فعالیت های اجرا شده و گزارش خودکار موارد عدم انطباق به واحدهای نظارتی سازمان

۳۱) امکان ثبت حوادث و خسارات وارده به شبکه بر اساس فهرست بهای مشخص و تولید گزارشات مربوطه بمنظور پرداخت هزینه خسارات و حوادث

۳۲) امکان ورود و بروزرسانی اطلاعات معایب شبکه و تاسیسات

۳۳) امکان سفارشی سازی چرخه مدیریت کار اضطراری

۳۴) امکان پیوست مستندات GIS در مرحله اجرا بمنظور بروزرسانی دستورکار اجرا شده در نقشه GIS

۳۵) امکان صدور گزارشات اقدام اصلاحی توسط ناظر و ایجاد یک درخواست کار جدید

۳۶) امکان ثبت گزارشات برق های غیرمجاز و ارتباط آنلاین با سامانه نرم افزاری صدور انشعاب

۳۷) امکان ارجاع کار بین واحدی به منظور ثبت درخواست کار و ارجاع آن به واحد مربوطه در سامانه بصورت مکانیزه



۳۸) قابلیت تعریف کارتابل های مختلف در سامانه بمنظور تخصیص مراحل مختلف در فرآیند

مدیریت کار به کارتابل های تعریف شده

۳. مدیریت موجودی انبار

۱) انجام برآوردهای مدیریت موجودی قطعات با انجام محاسبات تعداد سفارش بهینه، حداقل

موجودی، ذخیره احتیاطی، نقطه سفارش و دیگر فاکتورهای این حوزه.

۲) انجام محاسبات شاخص سطح سرویس، در سطح قطعات، مجموع قطعات و انبار

۳) قابلیت ثبت هزینه ها و سوابق قطعات خریداری شده، ثبت شماره های سازنده، شماره گذاری انبار،

(همراه با اطلاعات خرید و مشخصات فروشنده شامل قیمت خرید، هزینه حمل و نقل) با استفاده

از فناوری های کدگذاری و ثبت سوابق همچون بارکد، QRCode و RFID

۴) ثبت زمان و تاریخ تولید کالا، تاریخ انبارش، تاریخ های بازرسی های از پیش مشخص شده و

تاریخ حداکثر دوره مصرف مواد و تجهیزات

۵) صدور درخواست های بازرسی، کالیبراسیون، و یا تعویض بر اساس ویژگی های قطعات و مواد

مصرفی موجود در انبار در ارتباط با ماژول مدیریت کار

۶) قابلیت گروه بندی قطعات، تشکیل سلسله مراتب و گروه های مختلفی از قطعات

۷) قابلیت تشکیل سلسله مراتب انبارهای سازمان و ردیابی موجودی و محل قطعات یدکی در

انبارهای مختلف

۸) محاسبه خودکار و دینامیک نقطه سفارش، زمان انتظار و حداکثر موجودی بر اساس سابقه مصرف

و سفارش قطعات انبار

۹) صدور گزارشی از لیست قطعاتی که موجودی آنها از میزان حداقل موجودی تعریف شده پایین تر

است و صدور خودکار درخواست تأمین قطعه.

۱۰) قابلیت ثبت اطلاعات مصرف و رزرو قطعات مربوط به دستورکارهای انجام شده و فعال، شامل

درخواست تعمیر، نگهداری پیشگیرانه و هر فعالیت دیگر در سازمان

۱۱) محاسبه آخرین وضعیت موجودی از قطعات، همراه با پیشگیری هایی (صدور درخواست خرید)

که مانع از اتمام بدون اطلاع قطعه می شود.

۱۲) گزارش شاخص های عملکردی مدیریت موجودی و انبار قطعات یدکی، همچنین سطح سرویس

انبار و موارد دیگر بنا بر تعریف.



۱۳) محاسبه ارزش جایگزینی دارایی‌های سازمان و موجودی انبار بر اساس الگوریتم‌های محاسباتی (جدا از ارزش دفتری)

۱۴) ایجاد فرایندهای درخواست و تحویل خودکار قطعات یدکی به گروه‌های عملیاتی

۱۵) امکان تعریف فرایندهای تعمیر و بازگرداندن قطعات و تجهیزات تعمیر پذیر به موجودی انبارهای سازمان

۱۶) تعریف فرایندهای مشخص کردن و اعلام قطعات و تجهیزات از رده خارج شده و ثبت در سوابق آنها

۱۷) پوشش دهی فرایندهای مدیریت قطعات تعمیرپذیر

۱۸) تعریف فرایندهای یکپارچه‌سازی خرید و انبارش

۱۹) قابلیت استفاده از واحدهای اندازه‌گیری متفاوت و تبدیل خودکار آنها به یکدیگر (به‌طور مثال واحد پولی ریال، دلار و یورو بر اساس داده به‌روز)

۲۰) ایجاد گزارش‌های لازم بر اساس نیازهای کاربران همانند:

a) گزارش بر اساس تعداد مصرف، قیمت خرید، هزینه دستورکار و...

b) گزارش بر اساس لیست قطعات مصرف شده از هر تأمین‌کننده

c) لیست قطعاتی که در مدت معین استفاده نشده اند.

d) گزارش تمام قطعاتی که باعث تاخیر در اجرای دستورکارها شده‌اند

e) و موارد دیگر بر اساس نیاز کاربران

۴. تدارکات و خرید

۱) سفارش‌گذاری قطعات، مواد مصرفی و خدمات

۲) درخواست کالا و صدور دستور خرید و پیگیری فرایندهای مدیریت آن در سازمان

۳) ثبت اطلاعات خرید ماشین‌آلات، قطعات، ابزار و .. از قبیل فاکتور فروش، مشخصات تأمین‌کننده و...

۴) تشکیل گروه‌های تأمین‌کننده، ایجاد ساختار سلسله‌مراتبی (به‌عنوان مثال یک تأمین‌کننده قطعه خاصی از تجهیز تأمین‌کننده دیگر را تولید می‌کند).

۵) ثبت سوابق و آنالیز عملکرد تأمین‌کنندگان نسبت به پارامترهایی از قبیل تأمین قطعات در زمان تخمینی، پارامتر کیفی و...



- ۶) هوشمند بودن نسبت به تغییرات قیمت‌ها و بودجه تخمینی جهت خرید.
 - ۷) ارزیابی سریع تأمین‌کنندگان همراه با مشخصه‌های کیفی محصولات ارائه‌شده
 - ۸) اصلاح برنامه‌های خرید بر اساس اصلاح در درخواست خرید، دستور خرید، رسیدها و صورت وضعیت‌ها
 - ۹) تعریف و کنترل فرایندهای مرتبط با انواع معاملات (کوچک، متوسط و عمده) بر اساس قیود قانونی آنها
 - ۱۰) تعریف تأمین‌کنندگان مشخص برای یک قطعه و گزینه‌های متفاوت خرید از تأمین‌کنندگان
 - ۱۱) ارسال درخواست لیست قیمت به تأمین‌کنندگان منتخب و یا طرف قرارداد با سازمان
 - ۱۲) امکان تعریف برنامه‌های خرید اینترنتی بر اساس فرایندهای مالی به‌روزشده و استفاده از امضا و تأییدهای دیجیتال
 - ۱۳) انجام خودکار محاسبات مالیاتی و در نظر گرفتن مالیات بر ارزش افزوده در جریان خرید کالا و قطعات
 - ۱۴) تولید گزارش‌های مورد نیاز کاربران (دستورخریده‌های در جریان، کالاهای دریافتی، تغییرات قیمت کالاها، عملکرد تأمین‌کنندگان و...)
۵. منابع انسانی
- ۱) ثبت اطلاعات کارکنان، سوابق فردی و گروهی، سوابق آموزش، دوره‌های حرفه و مدارک خاص هر کدام از کارکنان
 - ۲) قابلیت تعریف فرایندهای مدیریت منابع انسانی سازمان
 - ۳) برنامه‌ریزی حضور و در دسترس بودن کارکنان بر اساس برنامه مرخصی‌ها، آموزش‌ها و مناسبت‌های خاص
 - ۴) قابلیت سطح‌بندی و تعریف ساختار سازمانی، تعریف گروه‌های^۱ تخصصی اجرای کار و گزارش‌گیری از عملکرد آنان
 - ۵) امکان تخصیص نفرات و / یا تیم‌ها به تجهیزات/سیستم‌ها



- ۶) قابلیت تعریف هزینه‌های نفر ساعت کارکنان و/یا مهارت‌ها و همچنین برنامه‌های شیفت، مرخصی و آموزش آنان و گزارش‌گیری از هزینه‌های منابع انسانی
- ۷) طبقه‌بندی مهارت‌ها و صلاحیت‌های شغلی
- ۸) قابلیت تعریف و برنامه‌ریزی نیازمندی‌های آموزشی جهت ارتقاء سطح مهارت کارکنان
- ۹) قابلیت ثبت شرایط قراردادهای برون سپاری و به‌کارگیری کارکنان پیمانکار خارج از شرکت
- ۱۰) طبقه‌بندی کارکنان، تعریف شاخص‌های مدیریتی و سنجش عملکرد آنان
- ۱۱) تخصیص تیم‌ها به نفرات
- ۱۲) تعریف سطوح دسترسی در سامانه برای نیروهای انسانی
- ۱۳) تعریف و امکان ثبت زمان صرف شده برای هر کدام از نفرات/تیم‌ها برای اجرای دستورکارها
۶. بودجه‌بندی
- ۱) قابلیت تعریف بودجه و ارزیابی روند مصرف برای دوره‌های مشخص کاری (یا سال و یا فصل، بسته به نیاز و الزامات سازمان)
- ۲) یکپارچگی فرایندهای تخصیص و مصرف اعتبارات با فرایند برنامه‌ریزی مدیریت کار و مدیریت موجودی
- ۳) تعیین مراکز هزینه جهت تقسیم بودجه به هر بخش کاری در بهره‌برداری، نگهداشت و...
- ۴) قابلیت شبیه‌سازی مصرف بودجه بر اساس سناریوهای مختلف خوش بینانه و بد بینانه صدور دستورکارها و مصرف قطعات و تغییر میزان اعتبارات بر اساس نتایج شبیه‌سازی‌ها
- ۵) گزارش‌گیری از هزینه‌های صرف شده برای هر تجهیز، بخش و هر گروه و درخت‌واره دارایی، منابع انسانی و دیگر درخت‌واره‌های تشکیل شده در سیستم CMMS/EAM
- ۶) امکان محاسبه و آنالیز هزینه‌های چرخه‌عمر دارایی بر اساس سوابق دارایی و موارد مشابه (از درخواست و آنالیز نیاز به دارایی تا تعویض یا اسقاط)
- ۷) تولید گزارش از اطلاعات اقلام هزینه‌ای (بودجه‌های مصوب، اختلاف هزینه‌های تخمین زده و واقعی در نیروی انسانی، قطعات و مواد، و در حالت کلی)
۷. مدیریت پروژه
- ۱) تعریف پروژه و مراحل اجرای آن، به همراه امکانات لازم برای کنترل و مدیریت عملکرد
- ۲) پیگیری نرخ و میزان مصرف منابع و اعتبارات



- ۳) قابلیت تعریف طبقه‌بندی و تعریف انواع پروژه‌ها (در حوزه انواع دارایی‌های سازمان)
 - ۴) سازماندهی پروژه، زیر پروژه‌ها و ساختار دستورکار در انواع پیچیده‌گی‌ها و امکان ایجاد ارتباط با دستورکارهای روتین گروه‌های عملیاتی
 - ۵) وجود ابزارهای تخصصی مدیریت پروژه مانند نمودار گانت، تعیین مسیر بحرانی، وجود روابط فعالیت و زیر فعالیت، امکان زمان‌بندی مجدد، تعریف و پایش سریع انواع شاخص‌ها و...
 - ۶) تخمین منابع (انسانی، مالی و تجهیزات) لازم برای اجرای پروژه، ثبت مقادیر واقعی مصرف شده و گزارش تفاوت آنها با میزان تخمینی
 - ۷) رزرو و درخواست خرید مواد، ابزار، تجهیزات و دیگر منابع اجرای پروژه و اختصاص آنها به شماره پروژه
 - ۸) طراحی ساختارهای پیش فرض (Template) برنامه‌ریزی و صدور دستورکارهای اجرای پروژه
 - ۹) صدور درخواست خرید بر اساس نیازهای پروژه، در ارتباط با ماژول خرید و تدارکات
 - ۱۰) برنامه‌ریزی وقفه‌های مورد نیاز و صدور درخواست‌های لازم در ارتباط با سیستم‌های مدیریت شبکه
 - ۱۱) پیاده‌سازی فرایندهای مدیریت پروژه بر اساس استاندارد مورد پذیرش سازمان
 - ۱۲) پیاده‌سازی فرایند نظارت و تأیید پروژه و فرم‌ها و اسناد آن
 - ۱۳) قابلیت تولید گزارش‌های پیشرفت و وضعیت پروژه بر اساس طبقه‌بندی، محدوده جغرافیایی، هزینه‌ها، درصد پیشرفت، تاریخ‌های شروع و پایان، پیمانکاران، مدیر پروژه و دیگر موارد مهم برای سازمان
 - ۱۴) امکان برقراری ارتباط خروجی نرم افزار با یکی از نرم افزارهای متداول مدیریت پروژه
۸. مدیریت عملکرد و گزارشات
- ۱) توانمندی طراحی و تولید کتابخانه‌ای از گزارش‌ها بر اساس سطح کاربران و الزامات آنها
 - ۲) قابلیت تعریف شاخص با توجه به داده‌ها
 - ۳) قابلیت محاسبه شاخص‌های استاندارد شامل درصد آپاریدستی، نسبت کارهای اضطراری، درصد قبولی زمان بندی، درصد برنامه ریزی، درصد نظارت، درصد بروزرسانی GIS، زمان متوسط بروزرسانی دستورکارها در GIS و زمان کارهای معوق و همچنین تعریف حد پذیرش برای هر کدام از شاخص‌ها به تفکیک ناحیه و ...



- ۴) قابلیت تولید انواع گراف و نمودار
 - ۵) قابلیت تولید گزارش سفارشی مطابق با شاخص ها و داده های موجود
 - ۶) قابلیت ترکیب داده و شاخص ها برای تحلیل های هوش تجاری (تحلیل های آماری) بر روی داده ها
 - ۷) قابلیت تعریف درخت واره شاخص های کلیدی مدیریت دارایی ها از اهداف سازمانی تا به اهداف عملیاتی گروه ها و نمایش نتایج به دست آمده در دوره های زمانی مشخص و مقایسه با شرایط مطلوب هدف گذاری شده
 - ۸) قابلیت تولید انواع داشبورد، بر اساس شاخص ها و نیازهای سطوح مختلف کاربران
 - ۹) گزارشات درصد پیشرفت اهداف در بازه های مختلف زمانی
- پ.۱، ۴. الزامات غیرکارکردی (امکانات ویژه نرم افزار)
- الزامات غیرکارکردی نرم افزارهای CMMS/EAM را نیز می توان همچون دیگر الزامات در چند دسته طبقه بندی کرد.
- ۱) الزامات ارتباط با کاربران
 - ۲) الزامات یکپارچه سازی با دیگر سیستم ها
 - ۳) الزامات امنیتی
 - ۴) روش های ورود و جست و جوی داده سازمان
 - ۵) استفاده از فناوری های پشتیبان
۱. الزامات ارتباط با کاربران
- ۱) امکان Drag & Drop امکانات نرم افزار به صفحه کاربری (با هدف شخصی سازی امکانات و افزایش بهره وری)
 - ۲) امکان ایجاد نمودارها و صفحاتی که نشانگر ساختارهای درختی (مکان دارایی ها، ارتباطات انواع دارایی با هم و افراد متخصص)
 - ۳) امکان ایجاد فرم های از پیش مشخص شده و اصلاح طراحی آنها به همراه امکان افزودن یا کاستن از اطلاعات لازم برای ثبت (دستورکار، درخواست خرید و...)
 - ۴) امکانات ایجاد صفحات گفتگو و رد و بدل پیغام های تصویری، متنی و صوتی بین کاربران
 - ۵) امکان بهره گیری از نرم افزار در فضای وب و اپلیکیشن های انواع دستگاه های هوشمند سیار، با امکانات مشابه



- ۶) طراحی مسیرهای میانبر و سریع برای دسترسی آسان و سریع به فرم‌های صفحات پر کاربردتر برای هر کاربر
- ۷) امکان شخصی سازی شکل، رنگ و چیدمان صفحات
- ۸) امکان مشاهده هم زمان اطلاعات و برنامه‌های در حال اجرا روی دارایی و موقعیت جغرافیایی آن در سطح سازمان
- ۹) چشم نوازی و خسته نکردن کاربر از نظر نور، سایز و نوع فونت و...
- ۱۰) سرعت بالا در لود شدن صفحات، تولید گزارش‌ها و...
- ۱۱) عدم نیاز به انجام تنظیمات و کلیک‌های بیش از حد توسط کاربر
- ۱۲) در صورت وجود، مستندات و گواهینامه‌های مربوط به User Experience و User Friendliness
- ۱۳) امکان استفاده از سیستم‌های مونیتورینگ عملکردهای نرم‌افزار
۲. یکپارچه سازی با دیگر سیستم‌ها
- ۱) پشتیبانی از پروتکل‌های استاندارد تبادل داده برای ارتباط با دیگر سیستم‌های سازمان (سیستم‌های IT و OT)،
- ۲) ماژولار بودن طراحی نرم‌افزار و امکان استفاده مستقل از هر کدام از سرویس‌های اصلی و پشتیبان نرم‌افزار در معماری SOA (در سطح سازمان و در سطح خود نرم‌افزار)
۳. الزامات امنیتی
- ۱) ارائه مستندات نشان دهنده امنیت ساختاری نرم‌افزار در مقابل فعالیت نفوذ و سوء استفاده از داده
- ۲) ساز و کار مناسب بکاپ‌گیری و Disaster Recovery
- ۳) امکان تعریف سطوح امنیتی متفاوت و اختصاص آن به گروه کاربران
- ۴) امکان تشخیص و ردیابی سریع نقاط حساس و درگاه‌های نفوذ در صورت بروز مشکلات احتمالی
- ۵) امکان جست‌وجوی خودکار موارد خطا (هر نوع خطای سیستمی، فرایند و منطقی) در سیستم و محدود کردن رشد آن به سایر عملکردها
- ۶) ارسال خودکار پیغام‌های نشان دهنده خطا به افراد مشخص شده در سیستم
- ۷) امکان تعریف امضای الکترونیک برای کارکنان بر اساس استانداردهای بین المللی، مورد استفاده در ایجاد درخواستها و تأیید فرایندها
- ۸) امکان تعریف شناسه و رمز برای تمامی کاربران و چک انطباق آن با دستگاه‌های بیومتریک



- ۹) امکان تأیید امضای الکترونیک با استفاده از دستگاه‌های بیومتریک
 - ۱۰) امکان تعریف یا شرایط اکسپایر شدن شناسه و رمز
 - ۱۱) ساز و کار مناسب Password Recovery
 - ۱۲) اخذ تاییدیه فنی نرم افزار
 - ۱۳) اخذ تاییدیه امنیت اطلاعات
۴. روش‌های ورود و جست‌وجوی داده سازمان
- ۱) استفاده از روش‌های استاندارد و بهره‌ور انتقال اطلاعات از سیستم‌های موجود به سیستم جدید
 - ۲) امکان تعریف مقادیر اولیه (Default) مشخص برای تسريع در ثبت داده
 - ۳) امکان جست‌وجوی سریع انواع محتوا در نرم‌افزار
 - ۴) امکان انجام جست‌وجوهای پیشرفته، بدون نیاز به نوشتن دستورهای SQL
 - ۵) وجود کتابخانه Help برای جست‌وجوی سریع روش کاربری و امکانات نرم‌افزار
 - ۶) امکان دسترسی آن لاین به کتابخانه Help
 - ۷) امکان استفاده هم زمان کتابخانه Help و صفحه اصلی نرم‌افزار
 - ۸) امکان تصحیح و یا ارائه پیشنهاد تصحیح صفحات Help از طرف کاربران
۵. استفاده از فناوری‌های پشتیبان
- ۱) قابلیت دریافت موقعیت لحظه‌ای افراد و خودروها و تعریف قیود خاص در فرایندهای اختصاص کار بر این اساس
 - ۲) قابلیت اتصال به امکانات دستگاه‌های همراه نظیر دوربین عکاسی، امکانات ضبط صدا، ثبت اثر انگشت و دیگر امکانات لازم
 - ۳) قابلیت استفاده Online و Off-line از امکانات اپلیکیشن‌های همراه (به‌ویژه در ثبت نتایج دستورکار و ورود داده‌ها در مناطق دور افتاده) و ارسال اطلاعات در زمان اتصال به شبکه
 - ۴) قابلیت بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر RFID، Google Glass و واقعیت افزوده در جست‌وجو و دریافت اطلاعات دارایی‌ها
 - ۵) قابلیت اتصال به انواع دستگاه‌های تولید و خوانش بار کد و QR Code



پیوست ۲: شاخص های سنجش اثربخشی سیستم CMMS/EAM

بنا به دلایل متعددی، همچون موارد اشاره شده در ذیل، پیاده سازی موفق نرم افزارهای CMMS/EAM همواره با ریسک عدم موفقیت همراه است. به همین دلیل توصیه می شود با انجام دقت در تشکیل تیم انتخاب و پیاده سازی، اطمینان از همدلی و همراهی همگان و تدوین شاخص های لازم از حرکت در مسیر موفقیت اطمینان حاصل شود. مهم ترین دلایل در پایین بودن سطح شاخص های موفقیت پیاده سازی عبارت اند از [24]:

- توجه کم سازمان به اهمیت مدیریت دارایی های فیزیکی
- پیاده سازی ضعیف و ناقص نرم افزار
- ضعف در آموزش کارکنان و کاربری ناقص
- ضعف و عدم کفایت در اختصاص منابع لازم
- ثبت و ورود داده غیردقیق در نرم افزار
- استفاده ناصحیح از داده و امکانات در نرم افزار
- ضعف در انتخاب و شکل بندی ضعیف و ناقص نرم افزار

برای جلوگیری از حرکت در مسیر اشتباه، تخمین میزان پیشرفت در پیاده سازی و پایین آوردن احتمال شکست در پروژه پیاده سازی و بهره برداری از نرم افزار CMMS/EAM محاسبه و تحلیل شاخص های ذیل پیشنهاد می شود [25]. البته باید تأکید شود که دلیل اصلی محاسبه شاخص در مدیریت دارایی ها درک شرایط واقعی موجود و استفاده از آن برای برنامه ریزی فعالیت ها است. به همین دلیل نباید با اجبار به اصلاح عددها و بالاتر بردن سطح شاخص ها، هدف اصلی را مخدوش کرد.

۱) درصد هزینه های کارکنان

- کارکرد: مقایسه هزینه های نفر ساعت ثبت شده در نرم افزار EAM و هزینه های نفر ساعت ثبت شده در سیستم مالی

$$\frac{\text{Total Maintenance Labor Cost in CMMS/EAM}}{\text{Total Maintenance Labor Cost from Accounting}}$$

- روش محاسبه: $\frac{\text{Total Maintenance Labor Cost in CMMS/EAM}}{\text{Total Maintenance Labor Cost from Accounting}}$ ۱۰۰٪، عدد بیش از ۱۰۰ درصد نشان دهنده ثبت بیش از مقدار و کمتر از آن نشان دهنده عدم ثبت دقیق ساعات و هزینه های معادل است.

۲) درصد هزینه های قطعات ثبت شده در نرم افزار CMMS/EAM

- کارکرد: مقایسه هزینه های قطعات مصرف و ثبت شده در نرم افزار EAM و هزینه های قطعات ثبت شده در سیستم مالی

$$\frac{\text{Total Maintenance Material Cost in CMMS/EAM}}{\text{Total Maintenance Material Cost from Accounting}}$$

- روش محاسبه: $\frac{\text{Total Maintenance Material Cost in CMMS/EAM}}{\text{Total Maintenance Material Cost from Accounting}}$



- سطح پذیرش: ۱۰۰٪، عدد بیش از ۱۰۰ درصد نشان دهنده ثبت بیش از مقدار و کمتر از آن نشان دهنده عدم ثبت دقیق قطعات مصرف شده است.
- (۳) درصد هزینه قراردادها در CMMS/EAM
- کارکرد: مقایسه هزینه‌های قراردادهای برون سپاری فعالیت‌های نگهداشت ثبت شده در نرم‌افزار EAM و هزینه‌های قراردادهای برون‌سپاری ثبت شده در سیستم مالی
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Total Maintenance Contracting Cost in CMMS/EAM}}{\text{Total Maintenance Contracting Cost from Accounting}}$$
- سطح پذیرش: ۱۰۰٪، عدد بیش از ۱۰۰ درصد نشان دهنده ثبت بیش از مقدار و کمتر از آن نشان دهنده عدم ثبت دقیق هزینه‌های قراردادها است.
- (۴) درصد دارایی‌ها
- کارکرد: رصد و برنامه‌ریزی ورود اطلاعات دارایی‌ها در نرم‌افزار مدیریت دارایی‌ها
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Total Asset Items in CMMS/EAM}}{\text{Total Asset Items in Plant}}$$
- سطح پذیرش: در نهایت و در پیاده‌سازی کامل این شاخص باید به ۱۰۰ درصد برسد. سازمان‌ها ورود اطلاعات را به‌صورت تدریجی و از دارایی‌های حساس خود شروع می‌کنند.
- (۵) درصد پوشش قطعات یدکی
- کارکرد: رصد و برنامه‌ریزی ورود اطلاعات قطعات یدکی در نرم‌افزار مدیریت دارایی‌ها
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Total Number of Part Items in CMMS/EAM}}{\text{Total Number of Part Items in Plant}}$$
- سطح پذیرش: در نهایت و در پیاده‌سازی کامل این شاخص باید به ۱۰۰ درصد برسد. سازمان‌ها ورود اطلاعات را به‌صورت تدریجی و از دارایی‌های حساس خود شروع می‌کنند.
- (۶) درصد پوشش نگهداشت پیشگیرانه در نرم‌افزار
- کارکرد: مشخص کردن سطح پوشش و برنامه‌ریزی ورود اطلاعات نگهداشت دارایی‌ها در نرم‌افزار مدیریت دارایی‌ها
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Total Number of Preventive Maintenance Tasks}}{\text{Total Number of Asset Items in Plant} \times 3}$$
- سطح پذیرش: در نهایت و در پیاده‌سازی کامل این شاخص باید به ۱۰۰ درصد برسد. سازمان‌ها ورود اطلاعات را به‌صورت تدریجی و از دارایی‌های حساس خود شروع می‌کند.
- (۷) درصد ثبت دقیق اطلاعات هزینه نگهداشت دارایی در نرم‌افزار



- کارکرد: مشخص کردن میزان هزینه‌های نگهداشت که قابل ثبت و رصد نیستند. برای هر دارایی این اختلاف هزینه برای انجام تحلیل‌های چرخه عمر و عیب‌یابی، همانند هزینه‌یابی چرخه عمر، مفید است.
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Total Maintenance Costs Charged to Individual Equipment Items}}{\text{Total Maintenance Costs from Accounting}}$$
- سطح پذیرش: برای هر دارایی ثبت شده در نرم‌افزار این نسبت به صورت مجزا قابل محاسبه است. در حالت حدی و مطلوب، این نسبت ۱۰۰ درصد است. اما همواره امکان وجود هزینه‌های ثبت نشده‌ای وجود دارد.
- ۸) نسبت تعداد نفرات اجرایی به سرپرستان
- کارکرد: برنامه‌ریزی و تأمین منابع برای رسیدن به سطح مطلوب نسبت نیروی انسانی عملیاتی به تعداد سرپرستان
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Number of Maintenance Employees or Full Time Equivalents}}{\text{Number of Supervisors}}$$
- سطح پذیرش: در سازمان‌های صنعتی به صورت کلی دامنه این شاخص ۸:۱ تا ۱۲:۱ است. در شرایط بهینه این شاخص نسبت ۲۰:۱ را دارد [26]. حضور بیش از ۱۲ نفر در سرپرستی یک نفر، باعث ناکارآمد شدن گروه می‌گردد، حضور کمتر از ۸ نفر نیز به دلیل امکان ایجاد شرایط غیربهره‌ور، توصیه نمی‌شود.
- ۹) نسبت تعداد نفرات اجرایی به برنامه‌ریزان
- کارکرد: برنامه‌ریزی و تأمین منابع، برای رسیدن به سطح مطلوب نسبت نیروی انسانی عملیاتی به تعداد برنامه‌ریزان
- روش محاسبه:
$$\frac{\text{Number of Maintenance Employees or Full Time Equivalentss}}{\text{Number of Planners}}$$
- سطح پذیرش: در سازمان‌های صنعتی به صورت کلی دامنه این شاخص از ۱۵:۱ تا ۲۰:۱ است. در شرایط بهینه این شاخص نسبت ۲۰:۱ را دارد [26]. نسبت بیشتر از ۲۰ امکان افزایش خطا در فرایند برنامه‌ریزی فعالیت‌ها را به همراه دارد، نسبت کمتر از ۱۵ نیز به دلیل امکان ایجاد شرایط غیربهره‌ور توصیه نمی‌شود.
- ۱۰) نسبت نفرات اجرایی (مستقیم) به نفرات پشتیبان (غیر مستقیم) نگهداشت
- کارکرد: برنامه‌ریزی تأمین منابع و نظارت بر هزینه‌های بالاسری فعالیت نگهداشت بر اساس نسبت کارکنان پشتیبانی به نفرات اجرایی نگهداشت.
- روش محاسبه [26]:



$$\frac{(\text{Number of Direct Maintenance Personnel} + \text{Number of Direct Contract Maintenance Personnel})}{(\text{Number of Indirect Maintenance Personnel} + \text{Indirect Contract Maintenance Personnel})}$$

- سطح پذیرش: برای سازمان‌های به صورت کلی دامنه ۲:۱ تا ۳:۱ برای این شاخص توصیه شده است [26]. نسبت کمتر از ۲ نشان‌دهنده تعداد بالای کارکنان ستادی و پشتیبان و هزینه بالاسری غیربهره‌ور است. با توسعه اتوماسیون، ساده‌سازی فرایندها و همچنین بهره‌گیری از کارکنان چندمهارتی، می‌توان این نسبت را بهینه‌سازی نمود.

ضرورت اجرا و فاز بندی انجام کارها

به منظور ارتقا نرم افزارهای جاری در شرکت‌های توزیع و یا استقرار نرم افزار مدیریت دارایی به صورت اجرایی، مراحل پیشنهادی اجرای قابلیت‌های نرم افزار در ادامه مشخص می‌گردد. (البته توجه به اولویت یا توانمندی‌های جاری در شرکت‌های توزیع ممکن است برخی از موارد جا بجا شود).

اولویت ۱-۲-۳-اختیاری	عنوان فعالیت
	۱. مازول مدیریت اطلاعات دارایی‌ها
۱	a) توانمندی ثبت اطلاعات پایه‌ای دارایی‌های قابل نگهداشت اصلی در شبکه الکتریکی
۱	b) امکان بروز رسانی اطلاعات پایه با توجه به نرخ تغییرات و طول عمر اعتبار این اطلاعات به صورت خودکار و همچنین به درخواست کاربر
اختیاری	c) توانمندی ثبت و مدیریت سایر دارایی‌ها (مطابق جدول ۲) برای انواع دارایی‌های سازمان، شامل خودروها، ساختمان و مستغلات و دارایی‌های تولید پراکنده انرژی و امکان شخصی‌سازی و افزودن الزامات داده‌ای جدید به تجهیز در آینده
۱	d) توانمندی ترسیم ساختارهای درختی دارایی‌های سازمان بر اساس کارکرد و پراکندگی مکانی دارایی‌ها (ارتباط مستقیم با سیستم GIS) - به صورت استاتیک (دارایی‌های ثابت) و دینامیک (دارایی‌های متحرک، مانند خودروها)
۱	e) توانمندی شماره‌گذاری دارایی‌ها



اختیاری	f) توانایی تعریف گروه‌های مختلف برای دارایی‌ها، بر اساس نیاز کاربران
۲	g) توانایی تعریف انواع سنج‌های کمی و کیفی برای دارایی‌ها
	h) توانمندی تدوین برنامه‌های نگهداشت بر اساس معیارهای ذیل
۲	• تعریف انواع فعالیت نگهداشت پیشگیرانه (پایش وضعیت، برنامه‌های از پیش مشخص و هر نوع دیگر، بنا بر تعریف سازمان)
۱	• دوره‌های اجرا و تلورانس قابل قبول
۲	• تدوین فعالیت‌های اصلاحی
۲	• تدوین چک‌لیست‌های ایمنی
۲	• تدوین درخت‌واره اجزای دارایی و فعالیت‌های نگهداشت متناظر
۲	• تدوین درخت‌واره خرابی دارایی‌ها و فعالیت‌های نگهداشت
۳	• یادآوری و درخواست اجرای فعالیت‌های نگهداشت بر اساس دوره‌های زمانی متفاوت (روزانه، هفتگی، ماهانه و...)
۱	• تدوین برنامه کار (Job Plan) استاندارد، شامل تخمین منابع زمانی، نیروی کار، قطعات و ابزار و هزینه‌های دیگر؛ ذخیره‌سازی این برنامه‌ها در کتابخانه، با امکان دسترسی، استفاده و بروز رسانی سریع
۲	• تغییر دوره اجرا اولیه بر اساس آخرین زمان اجرای فعالیت، بازه‌های زمانی شناور (در صورت تاخیر در اجرای یک برنامه، زمان‌های یادآوری فعالیت‌های بعد اصلاح شود)
۳	• درخواست نگهداشت پیشگیرانه بر اساس خوانش از نشانگرها
۲	• تغییر برنامه نگهداشت دارایی با جابه‌جا شدن و یا از رده خارج شدن آن
۱	• اصلاح برنامه‌های نگهداشت بر اساس سوابق
۱	• توانمندی تعریف برنامه نگهداشت برای یک تجهیز در مکان‌های متفاوت (بازرسی مجموعه ای از لوازم اندازه‌گیری پراکنده در یک دستورکار).



۱	توانمندی تعریف برنامه نگهداشت برای مجموعه‌ای از دارایی‌های در یک مکان
۳	توانمندی تعریف برنامه نگهداشت برای دارایی‌های در انبار و دارایی‌های در حال ساخت
۱	تدوین قیود مختلف (مانند قیود زمانی و شرایط محیطی) برای اجرای برنامه‌های نگهداشت
۳	امکان ایجاد فیلدهای اطلاعات بر اساس نیاز کاربر
i	توانمندی تدوین برنامه‌های بازرسی و کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری و سنسورها
۲	مشخص کردن برنامه‌های کالیبراسیون تجهیزات و ابزارهای دقیق بر اساس حساسیت و پراکندگی مکانی
۲	تدوین برنامه‌های ویژه ابزارهای کالیبراسیون و بازرسی
۲	ایجاد رویه‌های استاندارد بهره‌برداری (SOP^۱) از ابزارهای کالیبراسیون و رویه‌های استاندارد اجرای فعالیت کالیبراسیون (برنامه کار کالیبراسیون)
۲	صدور خودکار دستورکارهای کالیبراسیون بر اساس زمان و دوره مشخص شده
۲	ثبت اطلاعات و استانداردهای کالیبراسیون
۲	تولید گزارش‌های استاندارد کالیبراسیون بر اساس قوانین صنعت و دستورالعمل‌های سازمان
j	توانمندی ثبت سوابق دارایی‌ها و تولید گزارش‌های تحلیلی لازم
۱	تعداد و فهرست حالت‌های خرابی روی داده برای دارایی در بازه زمانی مشخص
۱	تعداد و نوع فعالیت‌های نگهداشت تدوین شده و انجام شده روی

۱. Standard Operating Procedures



دارایی	
۲	شاخص‌های قابلیت اطمینان دارایی همچون متوسط زمان بین خرابی‌ها (MTBF)^۱؛ متوسط زمان برای تعمیرات (MTTR)^۲،
۱	دسترس پذیری^۳ به دارایی
۳	گزارش‌های کلی و جزئی هزینه‌ها و دیگر منابع صرف شده روی دارایی‌ها در مراحل چرخه عمر
۳	گزارش‌های نقل و انتقالات دارایی‌ها و جایگاه آنها در درخت‌واره دارایی‌های سازمان
	k) توانمندی‌های ویژه در تحلیل‌های چرخه عمر دارایی (این بخش فراتر از توانمندی‌های پایه‌ای نرم‌افزارها است)
3	محاسبه شاخص سلامتی دارایی و تخمین زمان در سرویس باقیمانده
3	تحلیل دینامیک حساسیت دارایی‌ها بر اساس فاکتورهایی نظیر تأثیر خرابی، فرکانس وقوع و شاخص سلامت
3	توانمندی عیب یابی بر اساس آنالیز عیب‌ها، خرابی‌ها و علت‌های آنها، جهت تشخیص دلایل بروز مشکل در تعمیر و بهره‌برداری از دارایی
2	پشتیبانی از اجرای تحلیل علل ریشه‌ای خرابی‌ها (RCA)
2	پشتیبانی از اجرای تحلیل علل و تأثیر خرابی (FMEA)
1	پشتیبانی از اجرای تحلیل نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)
۳	پشتیبانی از اجرای برنامه‌های تحلیل قابلیت اطمینان همچون تحلیل Laplace، Weibull

۱. Mean time Between Failure
۲. Mean time to Failure
۳. Availability



۳	پشتیبانی از اجرای تحلیل‌های شناسایی بهینه‌ترین سیاست نگهداشت (مقایسه تبعات خرابی با هزینه و منابع لازم برای انواع نگهداشت و پیشنهاد بهترین نوع فعالیت بر اساس تحلیل هزینه و فایده)
---	--

	۲. مدیریت کار
	(۱) توانمندی تولید درخواست کار از درگاه‌های مختلف،
۱	درخواست کار از طرف بهره‌برداران و گروه‌های بازدید و بازرسی دارایی‌ها
۱	درخواست کار از طرف مشتریان (از درگاه وب سایت و اپلیکیشن‌های سازمان و پورتال مشتریان)، با کمک فناوری‌هایی نظیر نقشه‌های آنلاین و اپلیکیشن‌های بارکد خوان
۱	درخواست کار و خدمات فنی و غیرفنی از طرف واحدهای درون سازمانی
۱	صدور درخواست کار به صورت خودکار، بر اساس تناوب برنامه‌های نگهداشت و یا تشخیص عیب در سیستم‌های پایش وضعیت
۱	صدور درخواست کار با انتخاب دارایی و یا مجموعه‌ای دارایی‌ها از درگاه‌های سیستم GIS
۱	هر نوع صدور درخواست کار بر حسب نیاز سازمان
۲	(۲) قابلیت تعیین اولویت و منابع لازم برای اجرای درخواست کار (بر اساس سطح دسترسی به اطلاعات)
۱	(۳) قابلیت دسته‌بندی دستورکارهای بر اساس نوع درخواست صادر شده و نوع کار انجام شده
۱	(۴) قابلیت تولید دستورکار برای مجموعه تجهیزاتی که در یک مسیر قرار می‌گیرند و دسته بدنی آنها بر اساس ترتیب اجرا در مسیرها و



	اولویت‌های مشخص شده در نقشه GIS
۱	۵) زماندار شدن هر دستور به طوریکه انحراف انجام کار به ازای هر دستورکار به ازای طول دوره برنامه و به ازای کار قابل محاسبه باشد.
3	۶) قابلیت اتصال حالت‌های خرابی شناسایی شده دارایی به دستورکارهای صادر شده برای آن
1	۷) اولویت‌بندی دستورکار بر اساس اولویت کار و حساسیت دارایی
2	۸) امکان صدور دستورکار مادر و ایجاد درخت‌واره دستورکارها که هر سطح به صورت مستقل قابلیت برنامه‌ریزی و زمان‌بندی داشته باشد.
2	۹) امکان ایجاد ارتباط بین یک دستورکار و یک یا چند دارایی و قابلیت برنامه‌ریزی و زمان‌بندی برای هر فعالیت
۱	۱۰) امکان تعریف فرایند استاندارد مدیریت کار بهره‌برداری و نگهداشت شامل: • بازدید و تعمیرات پیشگیرانه شبکه فشار متوسط و فشار ضعیف • بارگیری و ولتاژ گیری پست و فیدر فشار ضعیف • گرم‌نگاری • بازدید درختان متداخل و شاخه زنی • بازدید و اصلاح روشنایی معابر • حفاظت و کنترل (رله) و اصلاح تپ ترانسها
۱	۱۱) امکان اجباری کردن حضور در محل (فاصله مشخص از عارضه) هنگام ثبت معایب یا تکمیل فرم های سرویس و تعمیر
۱	۱۲) پشتیبانی از فعالیت نظارت و نظارت عالی برای درصد تعیین شده از کارها برای فرایندهای مختلف
3	۱۳) امکان تعریف فرایند تکمیلی استاندارد مدیریت کار در سه حوزه اصلی بهره‌برداری و نگهداشت، مهندسی و امور مشترکین؛ و تفکیک فعالیت‌ها و مراحل بر اساس الزامات سازمان و ثبت زمان گردش دستورکار در هر کدام از مراحل.



3	۱۴) امکان خصوصی سازی فرایندها بر حسب الزامات سازمانی یا حتی تعریف فرایند جدید
1	۱۵) امکان تخمین تمام منابع (نیروی انسانی، ابزار، ماشین آلات و قطعات) برای اجرای دستورکار و ثبت منابع واقعی صرف شده در انتهای کار و قابلیت گزارش گیری لحظه ای از جریان هزینه در نرم افزار
2	۱۶) امکان محاسبه هزینه های هر دستورکار صادر شده و تفکیک و تخصیص مراکز هزینه هر فعالیت بر اساس الزامات سازمان
2	۱۷) قابلیت تعریف قیود دسترسی، ترتیب اجرای فعالیت ها، قیود زمانی و هزینه ای برای فرایند مدیریت کار در انواع دستورکارها بر اساس الزامات سازمان
1	۱۸) امکان تعریف چک لیست های تعاملی برای اجرای کار • امکان پیشنهاد عملیات و تجهیزات مصرفی، بازگشتی در صورت انتخاب هر عیب در تجهیزات • امکان انجام محاسبات در فرم ها از قبیل تعیین اولویت در فرم ترموگرافی بر اساس دما یا درصد بار پست یا فیدر فشار ضعیف
3	۱۹) قابلیت در نظر گرفتن قیود گارانتی و واراتی سازنده در صدور دستورکار
۲	۲۰) امکان ذخیره برنامه ریزی صورت گرفته برای یک دستورکار به عنوان برنامه کار استاندارد آن فعالیت در شرایط تکرار مجدد
۲	۲۱) امکان رزرو قطعات در فرایند برنامه ریزی و زمان بندی دستورکار و اعلام قطعات ناموجود و یا خارج از دسترس
۲	۲۲) امکان ردیابی و نمایش وضعیت دستورکارها بر اساس کد دستورکار، دارایی، مرحله گردش کار و کد سازمانی تمام ذی نفعان اجرای فعالیت
۲	۲۳) قابلیت ردیابی دستورکارهای متوقف و دلیل توقف آنها
۳	۲۴) امکان ارسال پیغام های اطلاع دهنده به افراد ذی ربط در مسیر گردش دستورکار
۳	۲۵) امکان تعریف گروه های کاری درون و برون سازمانی بر اساس نوع



	دستورکار و دارایی های مشخص شده در آنها
۱	۲۶) امکان برنامه ریزی و برنامه ریزی بر اساس منابع انسانی در دسترس، شیفت های کاری و قیود زمانی در روزها و ماه های خاص
۱	۲۷) قابلیت افزودن هر نوع چک لیست، سند، مجوز و دستورالعمل خاص به دستورکار
۱	۲۸) قابلیت های تسهیل کننده برنامه ریزی و زمان بندی، مانند نشانگرهای رنگی سطح مصرف منابع، جداول برنامه ریزی روزانه، هفتگی و ماهانه، و لاجیک هایی که به حل تداخل در زمان بندی ها کمک نماید
۱	۲۹) امکان برآورد بارکاری کارکنان و گروه ها و ایجاد تعادل در تخصیص فعالیت به آنها
۲	۳۰) قابلیت زمان بندی خودکار و ارجاع هوشمند فعالیت ها به گروه های کاری؛ بر اساس ساعات کار کارکنان، زمان لازم برای حمل و نقل، زمان های آموزش، استراحت و مرخصی
۲	۳۱) قابلیت زمان بندی و ارجاع خودکار بر اساس قیود و منابع در دسترس
۱	۳۲) برقراری ارتباط خودکار بین دستورها و درخواست های صادر شده از سیستم های مدیریت بهره برداری (SCADA و DMS) با سیستم مدیریت کار، همچون هم زمان سازی خودکار برنامه های وقفه برنامه ریزی شده و زمان بندی انجام دستورکارها
۲	۳۳) قابلیت خودکار سازی بخش های مختلف گردش کار در صورت وقوع حالات از قبل تعریف شده
۱	۳۴) قابلیت تدوین گزارش از فعالیت های اجرا شده و گزارش خودکار موارد عدم انطباق به واحدهای نظارتی سازمان



	۳. مدیریت موجودی انبار
۲	۱) انجام برآوردهای مدیریت موجودی قطعات با انجام محاسبات تعداد سفارش بهینه، حداقل موجودی، ذخیره احتیاطی، نقطه سفارش و دیگر فاکتورهای این حوزه.
اختیاری	۲) انجام محاسبات شاخص سطح سرویس، در سطح قطعات، مجموع قطعات و انبار
اختیاری	۳) قابلیت ثبت هزینه ها و سوابق قطعات خریداری شده، ثبت شماره های سازنده، شماره گذاری انبار، (همراه با اطلاعات خرید و مشخصات فروشنده شامل قیمت خرید، هزینه حمل و نقل) با استفاده از فناوری های کدگذاری و ثبت سوابق همچون بارکد و RFID
اختیاری	۴) ثبت زمان و تاریخ تولید کالا، تاریخ انبارش، تاریخ های بازرسی های از پیش مشخص شده و تاریخ حداکثر دوره مصرف مواد و تجهیزات
۳	۵) صدور درخواست های بازرسی، کالیبراسیون، و یا تعویض بر اساس ویژگی های قطعات و مواد مصرفی موجود در انبار در ارتباط با مازول مدیریت کار
۲	۶) قابلیت گروه بندی قطعات، تشکیل سلسله مراتب و گروه های مختلفی از قطعات
۲	۷) قابلیت تشکیل سلسله مراتب انبارهای سازمان و ردیابی موجودی و محل قطعات یدکی در انبارهای مختلف
۳	۸) محاسبه خودکار و دینامیک نقطه سفارش، زمان انتظار و حداکثر موجودی بر اساس سابقه مصرف و سفارش قطعات انبار
۳	۹) صدور گزارشی از لیست قطعاتی که موجودی آنها از میزان حداقل موجودی تعریف شده پایین تر است و صدور خودکار درخواست تأمین قطعه.
۳	۱۰) قابلیت ثبت اطلاعات مصرف و رزرو قطعات مربوط به دستورکارهای انجام شده و فعال، شامل درخواست تعمیر، نگهداری پیشگیرانه و هر



فعالیت دیگر در سازمان	
(۱۱) محاسبه آخرین وضعیت موجودی از قطعات، همراه با پیشگیری‌هایی (صدور درخواست خرید) که مانع از اتمام بدون اطلاع قطعه می‌شود.	۳
(۱۲) گزارش شاخص‌های عملکردی مدیریت موجودی و انبار قطعات یدکی، همچنین سطح سرویس انبار و موارد دیگر بنا بر تعریف.	اختیاری
(۱۳) محاسبه ارزش جایگزینی دارایی‌های سازمان و موجودی انبار بر اساس الگوریتم‌های محاسباتی (جدا از ارزش دفتری)	اختیاری
(۱۴) ایجاد فرایندهای درخواست و تحویل خودکار قطعات یدکی به گروه‌های عملیاتی	۳
(۱۵) امکان تعریف فرایندهای تعمیر و بازگرداندن قطعات و تجهیزات تعمیر پذیر به موجودی انبارهای سازمان	اختیاری
(۱۶) تعریف فرایندهای مشخص کردن و اعلام قطعات و تجهیزات از رده خارج شده و ثبت در سوابق آنها	اختیاری
(۱۷) پوشش دهی فرایندهای مدیریت قطعات تعمیرپذیر	اختیاری
(۱۸) تعریف فرایندهای یکپارچه‌سازی خرید و انبارش	اختیاری
(۱۹) قابلیت استفاده از واحدهای اندازه‌گیری متفاوت و تبدیل خودکار آنها به یکدیگر (به‌طور مثال واحد پولی ریال، دلار و یورو بر اساس داده به‌روز)	اختیاری
(۲۰) ایجاد گزارش‌های لازم بر اساس نیازهای کاربران همانند:	
f) گزارش بر اساس تعداد مصرف، قیمت خرید، هزینه دستورکار و...	۳
g) گزارش بر اساس لیست قطعات مصرف شده از هر تأمین‌کننده	۳
i) لیست قطعاتی که در مدت معین استفاده نشده اند.	۳
k) گزارش تمام قطعاتی که باعث تاخیر در اجرای دستورکارها شده‌اند	۳
m) و موارد دیگر بر اساس نیاز کاربران	اختیاری



	۴ تدارکات و خرید
۱	۱) سفارش گذاری قطعات، مواد مصرفی و خدمات
۳	۲) درخواست کالا و صدور دستور خرید و پیگیری فرایندهای مدیریت آن در سازمان
اختیاری	۳) ثبت اطلاعات خرید ماشین آلات، قطعات، ابزار و .. از قبیل فاکتور فروش، مشخصات تأمین کننده و...
اختیاری	۴) تشکیل گروه های تأمین کننده، ایجاد ساختار سلسله مراتبی (به عنوان مثال یک تأمین کننده قطعه خاصی از تجهیز تأمین کننده دیگر را تولید می کند).
اختیاری	۵) ثبت سوابق و آنالیز عملکرد تأمین کنندگان نسبت به پارامترهایی از قبیل تأمین قطعات در زمان تخمینی، پارامتر کیفی و...
اختیاری	۶) هوشمند بودن نسبت به تغییرات قیمت ها و بودجه تخمینی جهت خرید.
اختیاری	۷) ارزیابی سریع تأمین کنندگان همراه با مشخصه های کیفی محصولات ارائه شده
اختیاری	۸) اصلاح برنامه های خرید بر اساس اصلاح در درخواست خرید، دستور خرید، رسیده ها و صورت وضعیت ها
اختیاری	۹) تعریف و کنترل فرایندهای مرتبط با انواع معاملات (کوچک، متوسط و عمده) بر اساس قیود قانونی آنها
اختیاری	۱۰) تعریف تأمین کنندگان مشخص برای یک قطعه و گزینه های متفاوت خرید از تأمین کنندگان
اختیاری	۱۱) ارسال درخواست لیست قیمت به تأمین کنندگان منتخب و یا طرف قرارداد با سازمان
اختیاری	۱۲) امکان تعریف برنامه های خرید اینترنتی بر اساس فرایندهای مالی به روز شده و استفاده از امضا و تأییدهای دیجیتال
اختیاری	۱۳) انجام خودکار محاسبات مالیاتی و در نظر گرفتن مالیات بر ارزش افزوده



	در جریان خرید کالا و قطعات
اختیاری	۱۴) تولید گزارش های مورد نیاز کاربران (دستور خرید های در جریان، کالاهای دریافتی، تغییرات قیمت کالاها، عملکرد تأمین کنندگان و...)

	۵. منابع انسانی
۱	۱) ثبت اطلاعات کارکنان، سوابق فردی و گروهی، سوابق آموزش، دوره های حرفه و مدارک خاص هر کدام از کارکنان
۳	۲) قابلیت تعریف فرایندهای مدیریت منابع انسانی سازمان
۱	۳) برنامه ریزی حضور و در دسترس بودن کارکنان بر اساس برنامه مرخصی ها، آموزش ها و مناسبت های خاص
۱	۴) قابلیت سطح بندی و تعریف ساختار سازمانی، تعریف گروه های ^۱ تخصصی اجرای کار و گزارش گیری از عملکرد آنان
۳	۵) امکان تخصیص نفرات و / یا تیم ها به تجهیزات / سیستم ها
۲	۶) قابلیت تعریف هزینه های نفر ساعت کارکنان و / یا مهارت ها و همچنین برنامه های شیفت، مرخصی و آموزش آنان و گزارش گیری از هزینه های منابع انسانی
۲	۷) طبقه بندی مهارت ها و صلاحیت های شغلی
۲	۸) قابلیت تعریف و برنامه ریزی نیازمندی های آموزشی جهت ارتقاء سطح مهارت کارکنان
۲	۹) قابلیت ثبت شرایط قراردادهای برون سپاری و به کارگیری کارکنان پیمانکار خارج از شرکت
۲	۱۰) طبقه بندی کارکنان، تعریف شاخص های مدیریتی و سنجش عملکرد آنان



	۶. بودجه بندی
۱	۱) قابلیت تعریف بودجه و ارزیابی روند مصرف برای دوره های مشخص کاری (یا سال و یا فصل، بسته به نیاز و الزامات سازمان)
۱	۲) یکپارچگی فرایندهای تخصیص و مصرف اعتبارات با فرایند برنامه ریزی مدیریت کار و مدیریت موجودی
۲	۳) تعیین مراکز هزینه جهت تقسیم بودجه به هر بخش کاری در بهره برداری، نگهداشت و ...
۳	۴) قابلیت شبیه سازی مصرف بودجه بر اساس سناریوهای مختلف خوش بینانه و بد بینانه صدور دستورکارها و مصرف قطعات و تغییر میزان اعتبارات بر اساس نتایج شبیه سازی ها
۲	۵) گزارش گیری از هزینه های صرف شده برای هر تجهیز، بخش و هر گروه و درختواره دارایی، منابع انسانی و دیگر درختواره های تشکیل شده در سیستم CMMS/EAM
۳	۶) امکان محاسبه و آنالیز هزینه های چرخه عمر دارایی بر اساس سوابق دارایی و موارد مشابه (از درخواست و آنالیز نیاز به دارایی تا تعویض یا اسقاط)
۳	۷) تولید گزارش از اطلاعات اقلام هزینه ای (بودجه های مصوب، اختلاف هزینه های تخمین زده و واقعی در نیروی انسانی، قطعات و مواد، و در حالت کلی)

	۷. مدیریت پروژه
اختیاری	۱) تعریف پروژه و مراحل اجرای آن، به همراه امکانات لازم برای کنترل و مدیریت عملکرد
اختیاری	۲) پیگیری نرخ و میزان مصرف منابع و اعتبارات
اختیاری	۳) قابلیت تعریف طبقه بندی و تعریف انواع پروژه ها (در حوزه انواع دارایی های سازمان)
اختیاری	۴) سازماندهی پروژه، زیر پروژه ها و ساختار دستورکار در انواع پیچیده گی ها



	و امکان ایجاد ارتباط با دستورکارهای روتین گروه‌های عملیاتی
اختیاری	۵) وجود ابزارهای تخصصی مدیریت پروژه مانند نمودار گانت، تعیین مسیر بحرانی، وجود روابط فعالیت و زیر فعالیت، امکان زمان‌بندی مجدد، تعریف و پایش سریع انواع شاخص‌ها و...
اختیاری	۶) تخمین منابع (انسانی، مالی و تجهیزات) لازم برای اجرای پروژه، ثبت مقادیر واقعی مصرف شده و گزارش تفاوت آنها با میزان تخمینی
اختیاری	۷) رزرو و درخواست خرید مواد، ابزار، تجهیزات و دیگر منابع اجرای پروژه و اختصاص آنها به شماره پروژه
اختیاری	۸) طراحی ساختارهای پیش فرض (Template) برنامه‌ریزی و صدور دستورکارهای اجرای پروژه
اختیاری	۹) صدور درخواست خرید بر اساس نیازهای پروژه، در ارتباط با مازول خرید و تدارکات
اختیاری	۱۰) برنامه‌ریزی وقفه‌های مورد نیاز و صدور درخواست‌های لازم در ارتباط با سیستم‌های مدیریت شبکه
اختیاری	۱۱) پیاده‌سازی فرایندهای مدیریت پروژه بر اساس استاندارد مورد پذیرش سازمان
اختیاری	۱۲) پیاده‌سازی فرایند نظارت و تأیید پروژه و فرم‌ها و اسناد آن
اختیاری	۱۳) قابلیت تولید گزارش‌های پیشرفت و وضعیت پروژه بر اساس طبقه‌بندی، محدوده جغرافیایی، هزینه‌ها، درصد پیشرفت، تاریخ‌های شروع و پایان، پیمانکاران، مدیر پروژه و دیگر موارد مهم برای سازمان

	۸. مدیریت عملکرد و گزارش
۲	۱) توانمندی طراحی و تولید کتابخانه‌ای از گزارش‌ها بر اساس سطح کاربران و الزامات آنها
۲	۲) قابلیت تعریف شاخص با توجه به داده‌ها
۲	۳) قابلیت اضافه کردن شاخص‌های استاندارد به سیستم



۲	۴) قابلیت تولید انواع گراف و نمودار
۲	۵) قابلیت تولید گزارش سفارشی مطابق با شاخص‌ها و داده‌های موجود
۲	۶) قابلیت ترکیب داده و شاخص‌ها برای تحلیل‌های هوش تجاری (تحلیل‌های آماری) بر روی داده‌ها
۲	۷) قابلیت تعریف درخت واره شاخص‌های کلیدی مدیریت دارایی‌ها از اهداف سازمانی تا به اهداف عملیاتی گروه‌ها و نمایش نتایج به دست آمده در دوره‌های زمانی مشخص و مقایسه با شرایط مطلوب هدف‌گذاری شده
۲	۸) قابلیت تولید انواع داشبورد، بر اساس شاخص‌ها و نیازهای سطوح مختلف کاربران



اعضاء کارگروه تهیه کننده سند چشم انداز پیاده سازی نرم افزار مدیریت دارایی

ردیف	نام و نام خانوادگی	سازمان متبوع
۱	مسعود صادقی	توانیر
۲	مجید برنگی	توانیر
۳	مهدی نوری نژاد	توانیر
۴	نرگس السادات غیائی	توانیر
۵	حسن حشمتی	توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
۶	حسین سودخواه	توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
۷	کوروش خوش بین	توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
۸	وحید باغیشنی	توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی
۹	ناصر نایب	توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی
۱۰	علی زواشکیانی	شرکت پمکو
۱۱	مهران حسن نژاد چابکی	شرکت پمکو