

## استراتژی انتخاب شاخص مناسب در مدیریت دارایی‌های فیزیکی

فهمیه نوری<sup>۱</sup>، مجتبی پوراحمدی<sup>۲</sup>، مهدی صادقی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دکتری فیزیک، دانشگاه شهاب دانش (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup> کارشناسی مکانیک، مدیر واحد نت

<sup>۳</sup> کارشناسی برق، کارشناس واحد نت

### چکیده

مدیریت دارایی‌های فیزیکی و بهره‌برداری بهینه در تولید از مهمترین اهداف هر شرکت تولیدی است. توسعه روزافزون فناوری و نیز پیچیدگی تجهیزات و قطعات و جایگزینی ماشین‌آلات به‌جای منابع انسانی، منجر به توسعه سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شده و از اینرو واحد نگهداری و تعمیرات (نت) را به یکی از ارکان مهم سازمان تبدیل کرده است. وظیفه‌ی این واحد، نگهداری و حفظ تجهیزات در شرایط مطلوب و همچنین تعمیر و بازگرداندن آنها از شرایط نامطلوب به شرایط مطلوب است. از این رو عملکرد واحد نت از اهمیت بالایی برخوردار است. شاخص‌های شناخته شده‌ای جهت بررسی عملکرد واحد نت تعریف شده است که معمولاً در واحدهای نت شرکت‌های تولیدی بررسی و پایش می‌شوند. نویسندگان این مقاله که کارشناسان واحد نت شرکت پاک‌لایه‌سان که یک شرکت تولید اسپتیک و از زیر مجموعه‌های گروه صنعتی لینا است، در راستای ارزیابی بهتر عملکرد واحد، شاخص‌هایی که عمومیت کمتری دارند را بررسی و تحلیل کردند. بر اساس نتایج بدست آمده این شاخص‌ها عملکرد مفیدتری نسبت به شاخص‌هایی که در اکثر مراکز تولیدی استفاده می‌شود داشتند. از اینرو این مقاله گزارش بررسی و پایش این شاخص‌ها است.

**واژه‌های کلیدی:** زمان تقویمی، زمان مستقیم کاری، شاخص اثربخشی کلی تجهیز، شاخص فاصله زمانی بین دو توقف، شاخص درصد توقفات اضطراری، شاخص میانگین زمانی بین دو خرابی، نگهداری و تعمیرات.

## ۱. مقدمه

مدیریت دارایی‌های فیزیکی و بهره‌برداری بهینه در تولید از مهمترین اهداف هر شرکت تولیدی می‌باشد. بشر از دیرباز با ابزار و روش‌های مختلف، سعی در نگهداری و تعمیر ابزار و تجهیزات خود داشته است. با توسعه روزافزون فناوری و پیچیدگی تجهیزات و قطعات و جایگزینی ماشین‌آلات به جای منابع انسانی، سیستم‌های نگهداری و تعمیرات در جهت توسعه و بهبود تولید حرکت کرده است [۱] و پیشرفت‌های فناوری و پیچیدگی‌های روزافزون ماشین‌آلات ضرورت توسعه و بهبود روش‌های موجود نگهداری و تعمیرات را به دنبال داشته است [۲].

پایش تولید همراه با تعمیرات و نگهداری (نت) تجهیزات در مجموعه از اقدامات مهم به منظور دستیابی به اهداف مذکور در سیستم‌های تولیدی است [۳].

در یک مجموعه رو به رشد همه واحدها بر اساس اهداف مجموعه، فرایندهایی را دنبال می‌کنند. جهت عملکرد بهینه‌ی واحد پارامترهای مختلفی مورد سنجش و تحلیل قرار می‌گیرند. یکی از این پارامترها تعریف شاخص مناسب است. شاخص، کمیتی است که عملکرد واحد را به صورت مستقل یا بین واحدی بررسی می‌کند. معمولاً برای بهینه کردن عملکرد یک واحد ابتدا شاخص‌های مناسب واحد تعریف شده و سپس پیش آن شاخص در دوره‌های زمانی مشخص بررسی و در نهایت نتایج بدست آمده تحلیل و مقایسه می‌شوند [۴،۵،۶].

## ۲. مبانی نظری و کلیات

## ۲.۱. شاخص‌های زمانی واحد تولید

بررسی عملکرد بهینه واحد نت نیازمند مقایسه عملکرد آن با میزان تولید که نشان‌دهنده کارکرد تجهیزات است، می‌باشد. بررسی عملکرد این واحد به تنهایی کار مطلوبی نخواهد بود و هنگامی می‌توان گفت یک واحد نت به خوبی کار خود را با هر برنامه نگهداری و تعمیرات انجام می‌دهد که بتواند تجهیزات و خطوط تولیدی را آماده به کار داشته باشد. از اینرو در ادامه شاخص‌های ارزیابی واحد تولید و زمان‌هایی که در واحد تولید تعریف شده بررسی می‌شود. شاخص‌های مختلفی در تولید جهت ارزیابی کار واحد تولید وجود دارد. از میان این شاخص‌ها در این مقاله شاخص‌های زمانی معرفی می‌شوند.

اولین شاخص، شاخص زمان تقویمی (TC) است. این شاخص مدت زمان یک هفته است که تجهیزات کارخانه امکان و توان تولید دارند. زمان تقویمی به دو بخش زمان غیرعملیاتی (TNO) و زمان عملیاتی (TO) تقسیم‌بندی می‌شود. همچنین زمان غیرعملیاتی نیز به زمان‌های تعمیرات برنامه‌ریزی شده مانند اورهال و زمان توقف‌های غیرعملیاتی برنامه‌ریزی شده مانند برق رفتن، نداشتن برنامه برای تولید، تعطیلات و یا نداشتن مواد اولیه تقسیم‌بندی می‌شود. زمان عملیاتی نیز شامل دو بخش زمان غیرکاری و کاری است. زمان غیرکاری شامل زمان تاخیری مثل دیر رسیدن مواد و زمان اضطراری مانند خرابی تجهیز است. از طرفی زمان کاری به دو دسته زمان مستقیم کاری (TDW) و زمان غیرمستقیم کاری (TIW) تقسیم می‌شود (جدول ۱) [۵].

با توجه به شاخص‌های زمانی ذکر شده واحد تولید، زمان‌هایی که واحد نت به تجهیز جهت تعمیرات دسترسی دارد زمان تقویمی است. اما زمانی که تجهیز به طور مفید می‌تواند تولید داشته باشد زمان کاری مستقیم می‌باشد و این زمان قطعاً از زمان تقویمی کوتاه‌تر است که به دلیل عواملی همچون دیر رسیدن مواد، آماده سازی و تنظیم تجهیز و ... است [۷].

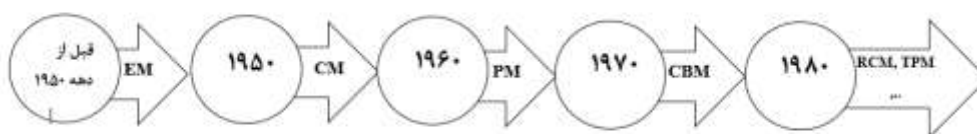
## ۲.۲. شاخص‌های واحد نگهداری و تعمیرات

همانگونه که در مقدمه بیان شد معمولاً در مجموعه‌های تولیدی روبه پیشرفت، پیش شاخص‌های واحدها توسط آن واحد در جهت بررسی عملکرد واحد انجام می‌گیرد. یکی از واحدهای موثر در تولید و کیفیت محصول در هر مجموعه تولیدی، واحد نگهداری و تعمیرات است. واحد نگهداری و تعمیرات (نت) خدمات دوره‌ای و فعالیت‌های منظم و برنامه‌ریزی شده جهت

تعمیرات و نگهداشت تجهیزات شرکت انجام می‌دهد و این نقش مهمی در ارتقاء بهره‌وری، کاهش هزینه‌های عملیاتی و خرابی‌های پیش‌بینی نشده در روند تولید دارد [۸].

ماشین‌آلات و دستگاه‌هایی که دارای قطعات متحرک هستند، بعد از مدتی دچار فرسودگی و فرسایش قطعات می‌شوند. از طرفی ممکن است در اثر سایش زیاد یا خرابی نیاز به تعویض قطعات داشته باشند. همچنین کارایی گریس و روغن‌های استفاده شده بین قطعات به مرور زمان کاهش یافته و نیاز به شارژ و یا تعویض خواهند داشت. از این رو مراقبت و توجه به ماشین‌آلات و دستگاه‌ها اهمیت دارد. در نتیجه در واحد نت شاخص‌هایی جهت پایش و بررسی عملکرد تجهیزات و همچنین عملکرد کارکنان نت که شامل فنی‌کاران و برقی‌کاران است، تعریف می‌شود؛ زیرا کارکنان نت با سرویس به موقع دستگاه می‌توانند وضعیت کارکرد تجهیزات را در حالت متعادل و پایدار حفظ کنند و از ایجاد هزینه‌های سنگین و تحمیل خسارت جلوگیری کنند [۳].

در شکل (۱) به تاریخچه نت اشاره شده است، در واقع مطابق شکل (۱) تحقیقات نمایانگر این موضوع می‌باشد که تا قبل از دهه ۱۹۵۰ بحث تعمیر ماشین پس از وقوع خرابی و در دهه ۱۹۵۰ سیستم نت اصلاحی فعال بوده است. در دهه ۱۹۵۰ نت پیشگیرانه مطرح و در دهه ۱۹۶۰ در بسیاری از کشورهای صنعتی طراحی و پیاده‌سازی شده است. همزمان با نت پیشگیرانه، نت بر پایه وضعیت مطرح و در دهه ۱۹۷۰ به بلوغ رسید. سپس با ارائه مدل کیفیت فراگیر و تفکرات و نظرات در این زمینه، به تدریج در دهه ۱۹۸۰ به بعد نت بهره‌ور جامع در صنایع کشور ژاپن و بسیاری از کشورهای صنعتی به اجرا گذاشته شد [۹].



شکل ۱- تاریخچه نت [۸].

عملکرد واحد نت، نگهداری و تعمیرات تجهیزات است که این نگهداری و تعمیرات تجهیزات را مراجع و کتب مختلف به صورت گوناگون دسته‌بندی کرده‌اند. یک نمونه از این دسته‌بندی‌ها، تعمیرات و نگهداری برنامه‌ریزی‌شده و برنامه‌ریزی نشده است. نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده شامل تعمیراتی از قبیل نگهداری و تعمیرات اصلاحی، پیشگیرانه و پیشگویانه است و تعمیرات برنامه‌ریزی نشده شامل تعمیراتی از قبیل اضطراری و پیشگویانه اضطراری می‌باشد. در جدول (۱) انواع آن معرفی شده است. از دیگر تقسیم‌بندی‌ها نگهداری و تعمیرات بهبود، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع، نگهداری و تعمیرات ناب، نگهداری و تعمیرات خودگردان، نگهداری مبتنی بر فرصت و ... است. هر کدام از این موارد در شرکت‌های تولیدی مختلف بر اساس اهداف و چشم‌انداز آن شرکت به کار گرفته می‌شود [۹].

جدول ۱- شاخص‌های زمانی واحد تولید و نت [۵]

## زمان تقویمی (TC)

زمان در دسترس (Up to time)						زمان توقفات (Down time)			
زمان غیر عملیاتی (TNO)		زمان عملیاتی (TO)		تعمیرات برنامه‌ریزی شده		تعمیرات برنامه‌ریزی نشده			
زمان غیر عملیاتی برنامه‌ریزی نشده	زمان غیر عملیاتی برنامه‌ریزی شده	زمان غیر کاری (TNW)		زمان کاری (TW)		...	اضطرابی (EM)	پیشگويانه اضطرابی	...
		زمان تأخیری	زمان مستقیم کاری (TDW)	زمان غیر مستقیم کاری (TWM)	اصلاحی (CM)				

تقسیم‌بندی دیگر در مورد نگهداری و تعمیرات که مراجع مختلف به آن اشاره کرده‌اند، به صورت نگهداری و تعمیرات پس از وقوع خرابی و پیش از وقوع خرابی است. تعمیراتی مانند تعمیرات بهبود، اصلاحی، مبتنی بر شکست و اضطراری همگی در دسته تعمیرات پس از وقوع حادثه جای می‌گیرند که از قدمت قابل توجهی، حدوداً قبل از جنگ جهانی دوم، برخوردارند. همچنین دسته دیگر از تعمیرات مانند تعمیرات پیشگیرانه، پیشگويانه و ناب به تعمیر و بازرسی پیش از وقوع خرابی می‌پردازند و تفاوت بسیاری از نظر دیدگاهی با تعمیرات دسته اول دارند. در واقع این گونه تعمیرات برای جلوگیری از وقوع خرابی اهمیت دارند [۵]. شرکت‌های مختلف نگهداری و تعمیرات خود را در قالب نگهداری و تعمیرات ذکر شده قرار می‌دهند.

عملکرد واحد نگهداری و تعمیرات توسط شاخص‌هایی سنجیده می‌شود که این شاخص‌ها فعالیت واحد نت را از دیدگاه‌های متفاوتی مانند میزان در دسترس بودن دستگاه و یا هزینه‌ها مورد ارزیابی قرار می‌دهند. در این مقاله، شاخص‌های متداول در واحد نت که میزان در دسترس بودن دستگاه را بررسی می‌کنند، معرفی شده است.

جهت بررسی و پایش عملکرد واحد نت در راستایی نگهداری و تعمیرات تجهیزات شاخص‌های زیاد و متفاوتی بیان شده است، اما پرکاربردترین آنها شاخص عملکرد تکنسین‌های واحد نت در هنگام تعمیرات بهبود و اضطراری بر حسب نفر ساعت، شاخص MTTR، MTBF و OEE است [۴].

شاخص MTTR میانگین زمانی بین دو خرابی یا توقف اضطراری است و با رابطه زیر بر حسب ساعت گزارش می‌شود [۴]:

$$MTTR = \frac{\text{زمان توقف‌های اضطراری}}{\text{تعداد توقف‌های اضطراری}} (\text{hours}) \quad (۱)$$

شاخص MTBF، بیانگر فاصله زمانی بین دو توقف است ولی طبق استاندارد EN15341 همانگونه که در شکل (۲) نشان داده شده است، هنگام توقف تجهیز، کل زمان توقف به علت تعمیرات نیست بلکه زمانهایی مانند زمان اطلاع دادن به تعمیرکاران، راه اندازی تجهیز و ... صرف می شود [۴] و با رابطه زیر محاسبه می شود:

$$MTBF = \frac{\text{زمان کارکرد سیستم}}{\text{به تعداد توقفها}} \text{ (hours)} \quad (2)$$

شکل (۲) نمای شماتیک از زمانهایی است که یک تجهیز هنگام تولید طی می کند. در این شکل نمودار وضعیت دستگاه بر حسب زمان رسم شده است و شامل سه زمان عملیاتی، آماده به کار و خراب می باشد. زمانی که تجهیز توان عملیات دارد زمان در دسترس و زمان خرابی تجهیز، زمان توقف نامیده می شود. همچنین در شکل (۲) زمان بین دو خرابی و زمان خرابی و زمان یک خرابی تا خرابی بعدی نمایش داده شده است. زمان TBF زمان بین یک توقف اضطراری تا توقف اضطراری بعدی است که ممکن است در این بین توقف ها و عدم عملیاتی دستگاه یا تجهیز داشته باشد. زمان TTF دقیقاً مدت زمان بین دو توقف و خرابی تجهیز است که تجهیز می تواند عملیات داشته باشد. زمان TTR همانگونه که در تصویر نشان داده شده است همان زمان تعمیر هنگام توقف است و این زمان دقیقاً مورد توجه واحد نگهداری و تعمیرات می باشد. به طور معمول این بازه های زمانی به صورت میانگین یعنی MTBF، MTTF و MTTR در یک بازه زمانی مشخص مانند در یک هفته یا یک ماه و یا هر شش ماه و ... محاسبه می شوند. انتخاب بازه زمانی بستگی به تعداد خرابی ها در آن بازه زمانی دارد که مطابق با استاندارد EN 15341 بهتر است حداقل سه توقف اضطراری در بازه مورد نظر اتفاق افتاده باشد.

---

<sup>۱</sup>Operating

<sup>۲</sup>Stand-by

<sup>۳</sup>Failed

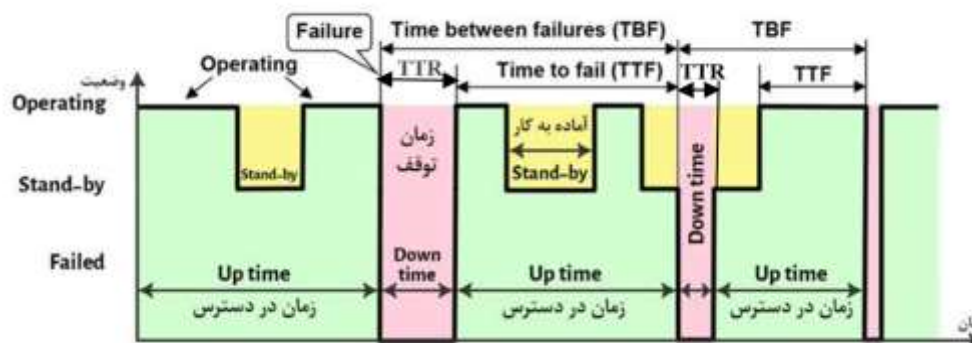
<sup>۴</sup>Up time

<sup>۵</sup>Down time

<sup>۶</sup>TBF

<sup>۷</sup>TTR

<sup>۸</sup>TTF



شکل ۲- نمودار زمان‌های تولید و توقف [۶].

با توجه به شکل (۲) و استانداردهای موجود در این زمینه شاخص  $MTBF$  که بازه زمانی بین دو توقف را در نظر می‌گیرد شامل تنها زمان تعمیرات نیست بلکه زمان‌های تاخیری مانند تاخیر در اطلاع دادن به تعمیرکار، تاخیر ناشی از نبودن قطعه مورد نیاز در انبار و یا زمان راهاندازی مجدد تجهیز توسط تولید و ... را شامل می‌شود در نتیجه این شاخص مناسب واحد نت نیست بلکه واحد تولید می‌تواند از این شاخص استفاده کند زیرا چنین اطلاعاتی در واحد تولید ثبت می‌شود. همچنین شاخص دیگری که در مراجع و کتب مختلف به واحد نت نسبت داده می‌شود ولی مناسب این واحد نیست شاخص  $OEE$  است. شاخص  $OEE$  یا شاخص اثر بخشی کلی تجهیز، معیار عملکرد تجهیزات در مقایسه با پتانسیل کلی آن است که می‌تواند میزان استفاده از منابع به خصوص تجهیزات فیزیکی، زمان و مواد را در طول فرایند تولید نشان دهد و تفاوت بین عملکرد واقعی و ایده‌آل را تعیین کند و این شاخص نیز مناسب واحد تولید می‌باشد و واحد نت به تنهایی نمی‌تواند این شاخص را محاسبه کند [۴].

### ۳. روش‌شناسی

واحد نت شرکت پاک‌لایه‌سان، که یک شرکت تولیدی در زمینه ورق‌های اسپتیک (تتراپک) است، شاخص‌های معرفی شده در بخش قبل را مورد ارزیابی قرار داد و جهت بررسی عملکرد خود به جای استفاده از تمامی شاخص‌هایی که در بخش قبل بیان شد از شاخص جدیدی استفاده کرد که در ادامه معرفی شده است.

در واحد نت این شرکت سه نوع تعمیر بهبود، اضطراری و پیشگیرانه انجام می‌شود. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، در افزایش عمر تجهیزات و کارکرد مفید آنها نقش به‌سزایی دارند و باعث می‌شوند قبل از خرابی و توقف خط تولید مشکل تجهیز دیده شده و رفع شود. تعمیرات بهبود نسبت به تعمیرات اضطراری منظم‌تر هستند و به شکل برنامه‌ریزی شده انجام می‌شوند و باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش طول عمر تجهیزات می‌شوند. حتی تعمیرات بهبود می‌توانند به عنوان بخشی از تعمیرات پیشگیرانه مورد توجه باشد. درواقع این روش برای حذف وقوع خرابی‌های اضطراری بوده و باعث افزایش عملکرد بهینه دستگاه مورد استفاده می‌شوند.

تعمیرات اضطراری که نمونه‌ای از انواع نگهداری و تعمیرات است، بدون هیچ‌گونه برنامه‌ریزی انجام می‌شود. این نوع تعمیرات بعد از رخداد حادثه یا توقف ناگهانی دستگاه، ضروری هستند. تعمیرات اضطراری باید به سرعت بر روی دستگاه اعمال شوند. در غیر این صورت می‌توانند باعث کاهش بازدهی تولید شده و خسارات جبران ناپذیری از قبیل در خسارت جانی و یا اعمال

<sup>۱</sup>Overall Equipment Effectiveness

هزینه‌های گزاف شوند. برای پیشگیری از این پیامدهای ناگوار باید تعمیرات اضطراری را به سرعت انجام داد. زمان انجام تعمیرات اضطراری بسیار محدود بوده و باید در کمترین زمان ممکن انجام شود [۱۰]. نویسندگان این مقاله با توجه به تجربه کاری که در این شرکت تولیدی داشته‌اند از شاخص‌های کمتر استفاده شده با نام درصد توقفات اضطراری نسبت به زمان تولید جهت بررسی عملکرد واحد نت شرکت پاك‌لايه‌سان استفاده کردند. نتایج استفاده از این شاخص در این مقاله گزارش شده است.

با توجه به اینکه زمان تولید و بهره‌برداری مفید از تجهیزات برای هر کارخانه‌ی تولید مهم است و بهترین پارامتری که می‌تواند عملکرد خوب یا بد واحد نت را نشان دهد زمان توقف‌های اضطراری نسبت به زمان تولید است، از این رو این شاخص به صورت رابطه زیر تعریف شد:

$$(۳) \quad \text{درصد توقفات اضطراری} = \frac{\text{زمان توقفات اضطراری}}{\text{زمان مستقیم‌کاری}} \times 100$$

منظور از زمان تولید، زمان مستقیم‌کاری است.

به کمک رابطه بالا درصد زمان خالصی که تجهیز قابلیت تولید داشته ولی به علت خرابی، تولید رخ نداده است را واحد نت پایش می‌کند و جهت پیشترفت واحد و شرکت سعی در کاهش این درصد می‌نماید.

پس از معرفی زمان‌های تولید و شاخص‌های مناسب واحد نت در ادامه به بررسی و پایش شاخص‌های انتخاب شده در واحد نت شرکت پاك‌لايه‌سان به عنوان یک مطالعه موردی خواهیم پرداخت.

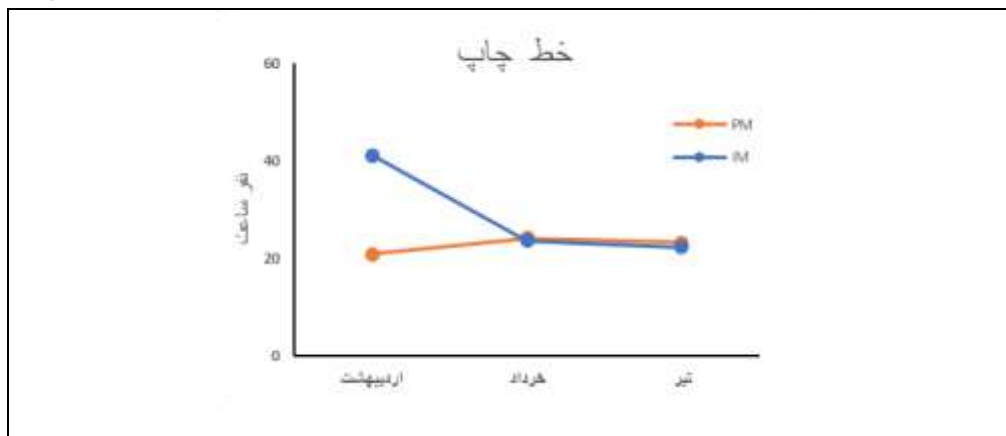
#### ۴. یافته‌ها

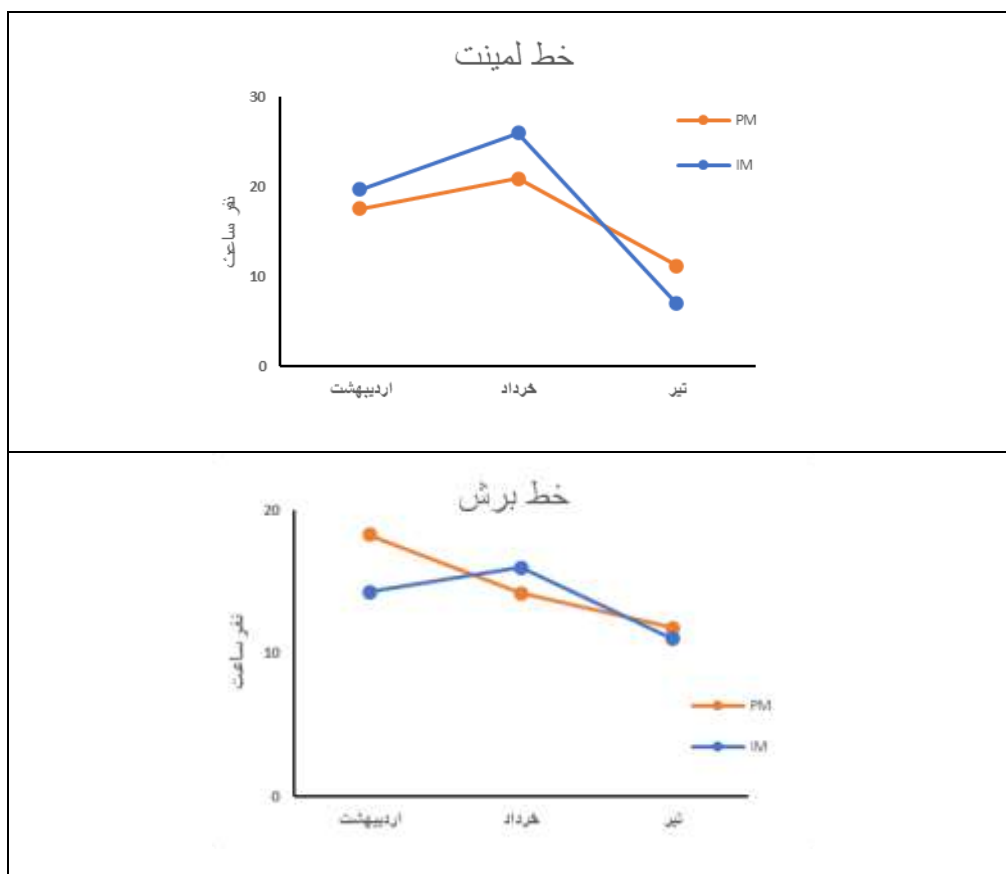
گزارش پایش و بررسی عملکرد شاخص‌های منتخب در واحد نت شرکت پاك‌لايه‌سان در دوره سه ماهه به شرح زیر است.

شاخص‌های مورد توجه در این واحد نت شامل زمان انجام تعمیرات پیشگیرانه (PM)، بهبود (IM)، بر حسب نفر ساعت، شاخص درصد توقفات اضطراری و شاخص MTTR می‌باشد.

خط تولید این شرکت ناپیوسته بوده و شامل سه خط تولید با نام چاپ، لمینت و برش است. طی سه ماه فعالیت واحد نت، تعمیرات انجام گرفته در خطوط تولید که شامل تعمیرات بهبود (IM) و تعمیرات پیشگیرانه (PM) بر حسب نفر ساعت در نمودارهای جدول (۲) آورده شده است. همانگونه که در جدول (۲) نشان داده شده است، نمودارها روند کاهشی دارند و این کاهش به علت افزایش زمان تولید بوده است که تعمیرکاران امکان تعمیرات بر روی خطوط تولید را نداشته‌اند.

جدول ۲- تعمیرات بهبود و پیشگیرانه سه ماه اردیبهشت و خرداد و تیر سه خط تولید چاپ، لمینت و برش.





شاخص مفید دیگری که برای واحد نت انتخاب شد شاخص درصد توقفات اضطراری است که بر اساس آن درصد زمان توقف اضطراری نسبت به زمان مستقیم کاری تولید سنجیده می‌شود.

جدول (۳) شاخص درصد توقفات سه ماه را با هم مقایسه می‌کند. در خط چاپ از کل زمان تولید حدود ۱,۷۲ درصد و در خط لمینت حدود ۴,۳ درصد از زمان تولید و در خط برش، ۰,۴۴ درصد از زمان تولید صرف تعمیرات اضطراری شده است. نکته مهمی که از این شاخص دریافت می‌شود گزارش دقیق زمان‌های تعمیرات انجام شده توسط واحد نت است که منجر به توقف خطوط تولید شده و پیرو آن خط تولید خروجی نداشته است. بر اساس این نتایج درصد زمان توقفات اضطراری در این سه ماه به طور میانگین برای خط برش کمتر از ۲ درصد، در خط چاپ حدود ۰,۶ درصد و در خط لمینت حدود ۵ درصد بوده است و این به معنای آن است که با برنامه ریزی مناسب واحد نت در نگهداری و تعمیرات، در بیش از ۹۵ درصد از زمان‌ها تجهیزات آماده بهره‌برداری بوده‌اند.

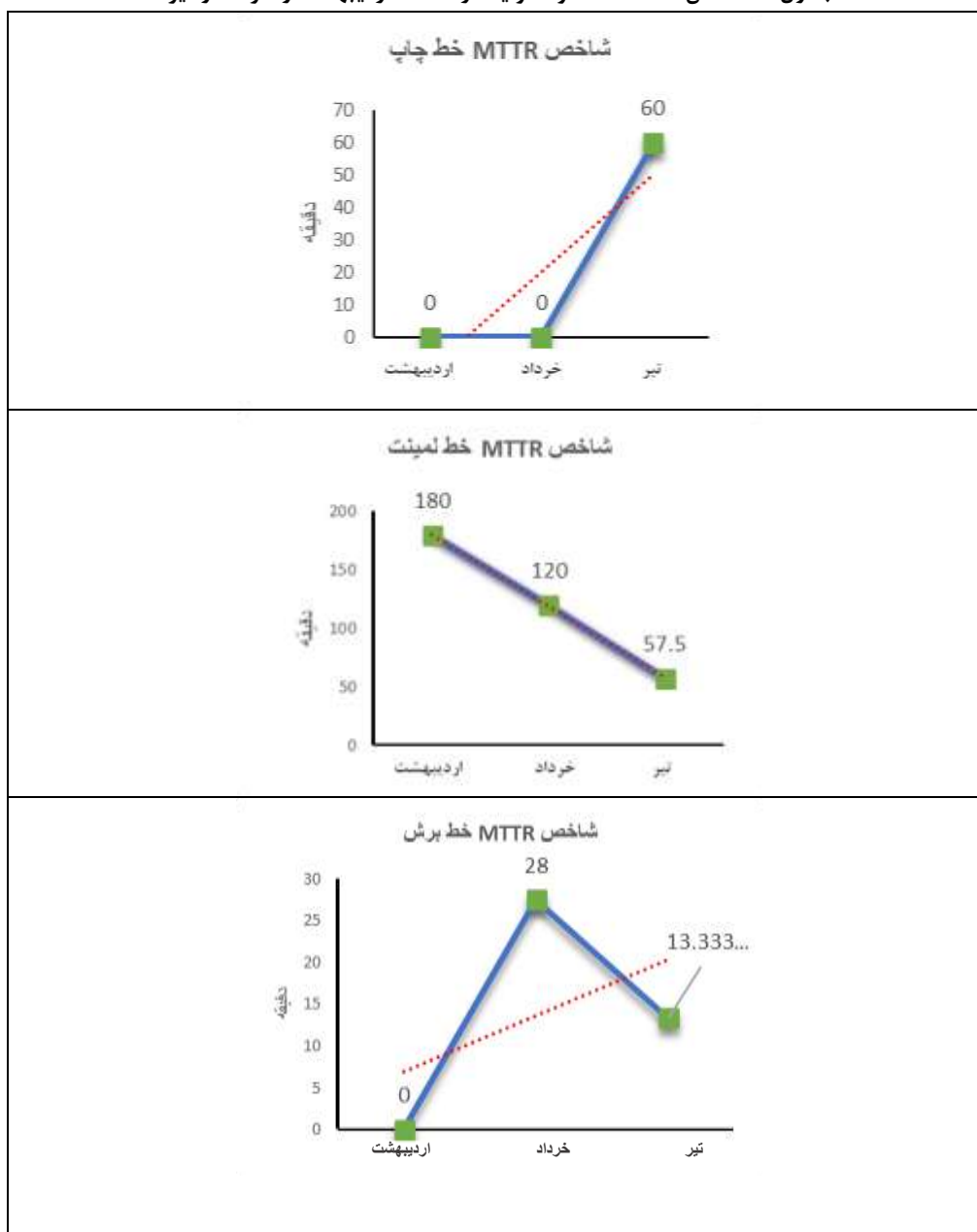


جدول ۳- شاخص درصد توقفات اضطراری خطوط تولید در سه ماه اردیبهشت و خرداد و تیر



شاخص منتخب دیگر واحد نت، MTTR است. گزارش بررسی این شاخص در سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر در جدول (۳) آورده شده است. بر اساس این گزارش در هر سه خط طی این دوره، توقف اضطراری در خط لمینت نسبت به ابتدای سال روند نزولی داشته است. از آنجا که خرابی جزء جدایی‌ناپذیر تجهیز به علت فرسایش است. واحد نت تنها می‌تواند با انجام تعمیرات پیشگیرانه و نگهداری درست از تجهیز جلوی افت و خیز زیاد این شاخص در بازه زمانی مورد نظر را بگیرد. واحد نت این شرکت طی جلسه‌ای با اعضای واحد و بارش فکری به بررسی علت افزایش MTTR خط چاپ پرداخت و علت آن را ردیابی کرد و در رفع آن کوشید.

جدول ۴- شاخص MTTR خطوط تولید در سه ماه اردیبهشت و خرداد و تیر



## ۵. نتیجه‌گیری

سنجش عملکرد قسمت‌ها و یا واحدهای مختلف در یک شرکت تولیدی موضوع مهم و قابل بررسی است. یکی از واحدهای مهم در یک کارخانه واحد نگهداری و تعمیرات است. برای سنجش عملکرد این واحد شاخص‌هایی از قبیل شاخص تعمیرات بهبود و اضطراری بر حسب نفر ساعت، شاخص MTTR، MTBF و OEE معرفی شده‌اند. اما بر اساس بحث و بررسی صورت گرفته نسبت به این شاخص‌ها در این مقاله، واحد نت نمی‌تواند تمامی این شاخص‌ها را با توجه به تعریف آنها ارزیابی کند. از این رو نویسندگان این مقاله بر اساس تجربه کاری خود در شرکت پاک‌لایه‌سان در کنار شاخص بهبود و اضطراری بر

حسب نفر ساعت و شاخص MTTR شاخص دیگری با عنوان درصد توقفات اضطراری را معرفی کردند تا بتوانند ارزیابی بهتری از عملکرد واحد خود داشته باشند. نتایجی از استفاده از این شاخص در مقاله گزارش شده است.

## منابع و مراجع

۱. عباسیان و محمدی، دلاور. «ارائه الگوی مدیریتی مناسب در راستای سیاست گذاری فعالیت های نگهداری و تعمیرات (نت) در صنایع و تجهیزات نظامی»، مدیریت نظامی ۳۷، ۱۶۸-۱۳۹: (۱۳۸۸) شماره ۱۰.
۲. Mobley, R. K. "An Introduction to Predictive Maintenance.", Elsevier Science google schola 2 (2002): 485-520
۳. دامچی، صائی. «مدل برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه مبتنی بر ریسک با در نظر گرفتن شاخص های ریسک نامشهود»، مجله مهندسی برق دانشگاه تبریز ۵۳، ۱۸۲-۱۷۱: (۱۴۰۱) شماره ۳.
4. EN 15341
5. ISO 14224
6. ISO/TR 12489
7. Hildreth, John C., and Don Chen. "Assessment of heavy equipment operating cost estimates from annual data." Int. J. Constr. Eng. Manag 7 (2018): 125-132.
۸. اسکندرزاده ثابت، امین و ترکمان، کامران. «مدیریت عملکرد و هزینه ماشین آلات با بهره گیری از شاخص های کلیدی». علوم و فنون سازندگی ۱، ۳۹-۳۳: (۱۳۹۸) شماره ۳.
۹. حاج شیرمحمدی، علی. ۱۳۹۷. برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات، چاپ ۲۴، اصفهان: ارکان.
۱۰. نوری، فهیمه. «توقف های اضطراری و شاخص های آن از دیدگاه نگهداری و تعمیرات». کنفرانس بین المللی پژوهش در مهندسی صنایع، کنترل و مدیریت پروژه، تهران، پژوهشگاه آموزش و تحقیقات مهندسی، ۱۴۰۳.