

بررسی نحوه اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و تاثیر آن بر اثربخشی کلی تجهیزات و کاهش هزینه ها و افزایش رضایت مشتریان مترو

سید اصغر علیزاده طباطبایی^۱

^۱ کارشناس ارشد مدیریت صنعتی/ گرایش عملیات/ ۱۸ سال فعالیت در تجارت و امور بین الملل

چکیده

این تحقیق بر روی تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و به منظور بررسی نحوه اجرای (TPM نگهداری بهره ور جامع) بر روی این تجهیزات و چگونگی تاثیر آن بر عواملی از قبیل اثربخشی کلی تجهیزات و کاهش هزینه ها و افزایش رضایت مشتریان مترو انجام گردیده است. بدین منظور ابتدا از طریق مشاهده و مصاحبه با مسئولین مربوطه مرکز فرمان متروی تهران به بررسی سه عامل نسبت کیفیت و نسبت تجهیزات و نسبت قابلیت دسترسی تجهیزات که از عوامل اندازه گیری اثر بخشی کلی تجهیزات می باشند پرداخته شد بدین منظور از فرمولهای تعریف شده سه عامل مذکور استفاده گردید. پس از آن اصول تعریف شده (TPM نگهداری بهره ور جامع) تا حد امکان بر روی این تجهیزات پیاده سازی گردید و پس از پیاده سازی این اصول در مدت معین متغیرهای وابسته مجدداً اندازه گیری شد و برای جمع آوری اطلاعات از پرسشنامه استفاده گردید. به نحوی که ۸۰ پرسشنامه بین کلیه پرسنل نت و بهره برداری تجهیزات کنترلی مرکز فرمان شافل در مترو و شرکت پیمانکار توزیع گردید و اطلاعات جمع آوری شده از طریق نرم افزار SPSS و با استفاده از آزمون R پیرسون و تحلیل رگرسیون مورد تجزیه و تحلیل و اندازه گیری قرار گرفت و پس از اندازه گیری نتایج زیر حاصل گردید؛ -اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و با اثربخشی کلی تجهیزات رابطه معناداری دارد - اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران با کاهش هزینه های واحد نت تجهیزات کنترلی رابطه معناداری دارد - اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران با افزایش رضایت مشتریان مترو رابطه معناداری دارد.

واژه‌های کلیدی: متروی تهران، هزینه ها، رضایت مشتری، بهره ور جامع، تجهیزات کنترلی

مقدمه:

امروزه بخش عظیمی از وقت و انرژی انسانها صرف این موضوع می گردد که چگونه می توان همه چیز را فعال نگه داشت و یا در صورت شکست آن را به سرعت راه اندازی کرده و مورد بهره برداری قرار داد. این طرز تفکر از محیط زندگی شروع شده و به محل کار ما گسترش یافته است. نگهداری و تعمیرات در زندگی روزمره دارای شکل ساده ای است و انسجام مطلوبی ندارد لیکن وقتی از این دانش برای بهبود اثر بخشی ماشین آلات و تجهیزات که پیوسته تحت تاثیر رشد روز افزون تکنولوژی قرار دارند استفاده می شود موضوع توجه ویژه ای را می طلبد. در کشور ما آنچه که تا اندکی پیش رایج بوده و عواقب آن دامنگیر صنعت کشور گردیده است دیدگاه سنتی و کارگاهی به نگهداری و تعمیرات و عدم مواجهه علمی با آن بوده است به نحوی که واحدهای نگهداری و تعمیرات برخوردی کاملاً انفعالی با مسائل مربوط به تجهیزات داشته و دیدگاه پیشگیرانه و پیشبینانه و تحلیل سیستمی در این مقوله بسیار جوان می باشد که گاهی رویکرد به این گونه روشها به صورت ظاهری و بدون کاربرد واقعی و فقط در حد رفع تکلیف بوده است. امروزه کشورهای در حال توسعه و خصوصاً جنوب شرق آسیا برای پیشرفت اقتصادی و صنعتی خود تنها از تکنولوژی و دانش فنی کشورهای توسعه یافته بهره نرفته اند بلکه از تکنیکهای مدیریتی آنها نیز استفاده نموده اند زیرا بخشی از بهره وری صنایع در گرو چگونگی استفاده و نگهداری ماشین آلات و نیروی انسانی قرار می گیرد. لذا یکی از جدید ترین فنون مدیریتی به کار برده شده در این زمینه به اعتقاد برخی از صاحب نظران فلسفه نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع (TPM) است. سازمانهایی که در تلاش برای رسیدن به سطوح عملکرد در مقیاس جهانی هستند بر ایجاد مزیتهای رقابتی به وسیله روش نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع (TPM) تاکید می نمایند. بدیهی است میدان عمل در عناصری که TPM روی آنها کار می کند عمدتاً تجهیزات می باشد. لذا اثربخشی سودمند TPM را می توان با افزایش در اثربخشی تجهیزات ایجاد نمود. اثربخشی تجهیزات به منظور شناسایی انجام صحیح فعالیتها توسط تجهیزات اندازه گیری می شود و حد ایده آل آن ۸۵٪ میباشد و این اثربخشی را میتوان از طریق حاصل ضرب نسبت قابلیت دسترسی در نسبت کارایی (عملکرد) و نسبت کیفیت کاری تجهیزات اندازه گیری نمود. شاخص اثربخشی تجهیزات، یک نوع سنجش برای تعیین ارزش افزوده تولید از طریق تجهیزات، یک نوع سنجش برای تعیین ارزش افزوده تولید از طریق تجهیزات می باشد. ارزش افزوده یک محصول از طریق تجهیزات ایجاد میشود و به نحو قابل توجهی بر اثر ضایعات تولیدی ضایعات اصلی مرتبط با تجهیزات کاهش می یابد. در این میان شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (مترو) یکی از سازمانهایی است که از تجهیزات بسیار زیاد و پیچیده ای جهت حرکت منظم قطارها در شهر و سرویسدهی به مسافران انبوه خود استفاده می کند و عملکرد صحیح و بدون نقص این تجهیزات از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می باشد. چرا که جان هزاران مسافری که روزانه از مترو برای سفرهای درون شهری استفاده می کنند در ارتباط مستقیم با کارکرد تجهیزات مذکور می باشد. در بین تجهیزات مترو تجهیزات کنترلی مستقر در مرکز فرمان متروی تهران تجهیزاتی هستند که اهمیت زیادی در حرکت قطارها دارند و نگهداری صحیح و اصولی آنها برای به حداقل رساندن میزان خرابی ها و به حداکثر رساندن میزان اثربخشی از اهمیت بسیاری برخوردار است. بدین منظور در این تحقیق بر آن شدیم تا نحوه اجرای TPM (نگهداری بهره ور جامع) بر روی این تجهیزات و تاثیر آن بر اثربخشی این تجهیزات و هزینه های واحد و رضایت مشتریان (مسافری) مترو را مورد بررسی قرار دهیم.

فرضیه های تحقیق:

- " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و اثربخشی کلی تجهیزات رابطه معناداری وجود دارد."
 - " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و کاهش هزینه ها رابطه معناداری وجود دارد."
 - " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و افزایش رضایت مشتریان رابطه معناداری وجود دارد."
- ✓ فرضیات فرعی مربوط به فرضیه شماره ۱ :

- ۱- " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت قابلیت دسترسی رابطه معناداری وجود دارد."
- ۲- " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت کارایی (عملکرد) رابطه معناداری وجود دارد."
- ۳- " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و افزایش نسبت کیفیت رابطه معناداری وجود دارد."

روش تحقیق:

اکنون باتوجه به روشن شدن وضعیت شاخصهای ارزیابی اثربخشی تجهیزات بایستی وضعیت کنونی این شاخصهادر تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران به وسیله ابزاری مانند مشاهده، مصاحبه، بررسی اسناد و مدارک و باتوجه به روابط تعریف شده گردآوری نموده و سپس وضعیت این شاخص ها را در صورت اجرای TPM در این تجهیزات بوسیله پرسشنامه، مصاحبه و تخمین های مربوطه با کارشناسان مشخص این بخش بدست آورد. بدین منظور برای انجام بهتر عملیات تحقیق بخشی از تجهیزات کنترلی مترو شامل تجهیزات کامپیوتری مرکز کنترل فرمان کالج را در نظر گرفته و ضمن مشخص کردن وضعیت فعلی شاخص ها در آنها با استفاده از اطلاعات موجود و روابط تعریف شده مربوطه، با هماهنگی ریاست واحد و با همکاری همه جانبه پرسنل واحد "نگهداری و تعمیرات تجهیزات کنترلی متروی تهران و حومه" به مدت سه ماه اصول TPM را تا حد امکان و به صورت موقت در این قسمت پیاده سازی می کنیم و سپس دوباره وضعیت شاخص های مربوطه را از طریق پرسشنامه های توزیعی بین روسا، مسئولین و کارشناسان واحد مربوطه و واحد بهره برداری از این تجهیزات و جمع آوری نظرات آنها در مورد این شاخصها، بررسی می کنیم. بدین منظور برخی از اصول TPM که در فصل ۲ و ۳ ارائه گردید، با همکاری همه جانبه پرسنل واحد به شرح زیر بر روی تجهیزات مربوطه انجام گردید: ۱- انجام حکم کارها (PM (Preventive Maintenance یا نگهداری پیشگیرانه طبق یک برنامه زمان بندی مناسب که با مشورت کارشناسان نت و بهره برداران سیستم طرح ریزی شده است و بوسیله برنامه MSP ارائه گردیده است و نمونه برنامه ریزی و یک نمونه از حکم کارهای دوره ای در ضمایم شماره سه و چهار آمده است. ۲- ارائه آموزشهای مناسب در مورد چگونگی کارکرد این تجهیزات و نحوه رفع عیوب احتمالی و ثبت نحوه رفع هر خرابی با کدینگ مربوطه به منظور رفع سریعتر خرابی در دفعات بعدی. ۳- انجام نگهداری پیشبینانه و اصلاحی بوسیله ارائه پیشنهادات از سوی پرسنل و انجام فرایند پیش بینی خرابیها قبل از وقوع خرابی و بررسی آنها توسط کارشناسان خبره تجهیزات و تایید آنها توسط مدیریت و انجام عملیات در جهت بهبود سیستم و نمونه ای از حکم کارهای CM در ضمیمه شماره ۵ آمده است. - ثبت گزارشات اضطراری و نحوه رفع عیوب و در دسترس کلیه پرسنل گذاشتن به منظور توسعه علمی پرسنل نمونه ای از گزارشات ثبت تعمیر اضطراری در ضمیمه شماره ۶ آمده است. - همکاری با پرسنل واحد بهره برداری و آشنا کردن آنان با نحوه پیشگیری از خرابیهای احتمالی و استفاده از نظریات آنان جهت تهیه برنامه زمانبندی نگهداری پیشگیرانه - جلب حمایت

مدیریت واحداً انجام فعالیتهای مربوطه؛ سپس به علت عدم ثبت وقایع موجود در تجهیزات که شامل شاخصهای متغیر وابسته می باشد و عدم وجود اطلاعات مناسب ثبت شده در مورد این شاخصها و همچنین ارتباط مستقیم و نزدیک اپراتورهای مربوطه و پرسنل نگهداری و تعمیرات که در تمام روز با این تجهیزات سروکار دارند و باتوجه به اینکه تغییرات حاصله پس از اجرای اصول TPM روی این تجهیزات برای این افراد بسیار محسوس و قابل فهم است تغییرات مربوطه را از طریق پرسشنامه از این پرسنل جمع آوری شده است. پس از معین شدن طرح تحقیق و مشخصات فرضیات و جهت تجزیه و تحلیل این فرضیات که مطرح شده اند، بایستی به این سوال پاسخ داد که چگونه و بوسیله چه ابزاری و باچه روشی میخواهد اطلاعات مربوطه را جمع آوری کند و اطلاعات گردآوری شده مورد نظر را در چارچوب این اطلاعات به مورد آزمایش قرار گیرد. این تحقیق در چارچوب روش میدانی و کتابخانه ای صورت گرفته است و در آن هم از اطلاعات کتابخانه ای، اسناد و مدارک موجود، مشاهده، مصاحبه استفاده شده است و هم قسمت گسترده ای از اطلاعات بوسیله پرسشنامه جمع آوری شده است.

ابزار تحقیق (پرسشنامه): این پرسشنامه حاوی بیست و چهار (۲۴) سوال می باشد که هر چند سوال مربوط به یک فرضیه و هر سوال مربوط به یکی از شاخصهای تعریف شده در فصل ۳ می باشد. و این موارد به ترتیب زیر می باشد: از سوال ۱ تا ۱۸ مربوط به شاخص های شناسایی متغیرهای وابسته هر یک از فرضیات می باشد که در فصول ۲ و ۳ مورد بررسی قرار گرفت و از سوال ۱۸ تا ۲۴ مربوط به شاخص های شناسایی متغیر مستقل یعنی TPM می باشد. و به همین ترتیب سوالات ۱ و ۲ و ۳ و ۴ مربوط به شاخصهای شناسایی متغیر وابسته فرضیه اخص اول (۱-۱) یعنی "نسبت قابلیت دسترسی"، سوالات ۵ و ۶ و ۷ مربوط به شاخصهای شناسایی متغیر وابسته فرضیه اخص دوم (۱-۲) یعنی "نسبت کارایی (عملکرد)"، سوالات ۸ و ۹ و ۱۰ مربوط به شاخصهای شناسایی متغیر وابسته فرضیه اخص سوم (۱-۳) یعنی نسبت کیفیت میباشد و بدین ترتیب سوالات ۱-۱۰ مربوط به شاخصهای شناسایی متغیر وابسته فرضیه اول یعنی "اثربخشی کلی تجهیزات" می باشد. همچنین سوالات ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ مربوط به شناسایی شاخص های متغیر وابسته فرضیه دوم یعنی "کاهش هزینه های واحد" می باشد. و سوالات ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ و ۱۸ مربوط به شناسایی شاخصهای متغیر وابسته فرضیه سوم یعنی "رضایت مشتریان" میباشد. و در نهایت سوالات ۱۹ و ۲۰ و ۲۱ و ۲۲ و ۲۳ و ۲۴ مربوط به شناسایی شاخصهای متغیر مستقل تمامی این فرضیات یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران" می باشد.

روش تجزیه و تحلیل آماری:

برای بررسی روابط بین متغیرها در فرضیات مختلف اگر سطح سنجش متغیرها فلصلهای باشد همیشه از آماره R پیرسون استفاده می شود. این آماره هم پیوستگی بین متغیرها (شدت رابطه) را نشان میدهد و هم دارای آزمون معنا داری است. با توجه به اینکه در این تحقیق نیز تمامی متغیرهای فرضیات ارایه شده فاصله ای بودند، از آزمون آماره R پیرسون استفاده گردید، که نتایج حاصله به صورت جدول ۱-۵ می باشد. پس از انجام آزمون فرضیات بوسیله آماره R پیرسون توسط نرم افزار آماری SPSS جدول ۱-۵ از مجموع عملیات های نرم افزار بدست آمد. باتوجه به جدول ۱-۵ می توان گفت:

فرضیه یک: "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و اثربخشی کلی تجهیزات رابطه معناداری وجود دارد."

فرضیه فرعی ۱ (فرضیه ۱-۱): "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت قابلیت دسترسی رابطه معناداری وجود دارد." برای بررسی رابطه بین متغیر مستقل این فرضیه یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران" و متغیر وابسته این فرضیه یعنی "نسبت قابلیت دسترسی این تجهیزات" نتایج آماره R پیرسون نشان میدهد که به احتمال بیش از ۹۹٪ رابطه بین این دو متغیر معنی دار است. طبق نتایج بدست آمده از این آزمون شدت رابطه بین این دو متغیر ۳۸٪ میباشد که رابطه متوسطی میباشد و جهت این رابطه مستقیم است یعنی با اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران، نسبت قابلیت دسترسی این تجهیزات نیز افزایش می یابد. بنابراین این فرضیه تایید می گردد.

فرضیه فرعی ۲ (فرضیه ۲-۱): "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت کارایی (عملکرد) رابطه معناداری وجود دارد." برای بررسی رابطه بین متغیر مستقل این فرضیه یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران" و متغیر وابسته این فرضیه یعنی "نسبت کارایی (عملکرد)" نتایج آماره R پیرسون نشان میدهد که سطح معنی داری آن ۰/۰۶ می باشد یعنی که به احتمال ۹۴٪ رابطه مذکور در جامعه آماری صادق است.

جدول ۱-۵- همبستگی بین متغیرها

متغیرهای وابسته فرضیات	اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی	
اثربخشی کلی تجهیزات (OEE)	شدت رابطه (Pearson Correlation)	۰/۲۹۴
	معناداری	۰/۰۰۸
	((Significant))	۸۰
	تعداد نمونه (N)	
نسبت قابلیت دسترسی	شدت رابطه (Pearson Correlation)	۰/۳۷۸
(Availability)	معناداری	۰/۰۰۱
	((Significant))	۸۰
	تعداد نمونه (N)	
نسبت کارایی (عملکرد)	شدت رابطه (Pearson Correlation)	۰/۲۱۱
(Performance Ratio)	معناداری	۰/۰۶۰
	((Significant))	۸۰
	تعداد نمونه (N)	

نسبت کیفیت (Quality Ratio)	شدت رابطه (Pearson Correlation) معناداری (Sig(۲-tailed)) تعداد نمونه (N)	۰/۱۴۲ ۰/۲۰۹ ۸۰
کاهش هزینه ها (Cost Deacrise)	شدت رابطه (Pearson Correlation) معناداری (Sig(۲-tailed)) تعداد نمونه (N)	۰/۲۸۲ ۰/۰۱۱ ۸۰
رضایت مشتریان (Customer Satisfaction)	شدت رابطه (Pearson Correlation) معناداری (Sig(۲-tailed)) تعداد نمونه (N)	۰/۴۹۸ ۰/۰۰۰ ۸۰

طبق نتایج بدست آمده از این آزمون شدت رابطه بین این دو متغیر ۲۱٪ میباشد که رابطه ضعیفی میباشد البته واژه ضعیف در اینجا بار معنایی خاصی ندارد و نشان دهنده عدم وجود رابطه نیست. جهت این رابطه مستقیم است یعنی با اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران، نسبت کارایی (عملکرد) این تجهیزات نیز افزایش می یابد. بنابراین این فرضیه تایید می گردد.

• فرضیه فرعی ۳ (فرضیه ۱-۳):

" بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت کیفیت رابطه معناداری وجود دارد." برای بررسی رابطه بین متغیر مستقل این فرضیه یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته این فرضیه یعنی " نسبت کیفیت " نتایج آماره R پیرسون نشان میدهد که سطح معنی داری برابر $Sig = 20\%$ میباشد و این نتیجه نشان دهنده آنست که رابطه معناداری بین این دو متغیر وجود ندارد و بنابراین فرضیه ما در این قسمت تایید نمی شود. اکنون و پس از بررسی نتایج حاصل از آزمون سه فرضیه فرعی مربوط به فرضیه اول به بررسی فرضیه اصلی اول می پردازیم: برای بررسی رابطه بین متغیر مستقل این فرضیه یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته این فرضیه یعنی " اثربخشی کلی این تجهیزات " پس از انجام آزمون این فرضیه توسط آماره R پیرسون داریم: باتوجه به آماره مقتضی سطح معنی داری $Sig = 0/008$ را نشان می دهد و بدین معنی است که بین دو متغیر این فرضیه رابطه معناداری وجود دارد. طبق نتایج بدست آمده از این آزمون شدت رابطه بین این دو متغیر ۲۹۴٪ میباشد که رابطه ضعیفی می باشد البته واژه ضعیف در اینجا بار معنایی خاصی ندارد و نشان دهنده عدم وجود رابطه نیست. جهت این رابطه مستقیم است یعنی با اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران میزان اثربخشی کلی این تجهیزات (OEE) نیز افزایش می یابد. بنابراین این فرضیه تایید می گردد. در مورد این فرضیه از

روی روابط ارایه شده OEE در فصول قبل نیز می توان به افزایش اثربخشی کلی تجهیزات رسید. زیرا با افزایش نسبت قابلیت دسترسی و نسبت کارایی (عملکرد) و عدم تغییر نسبت کیفیت و با توجه به رابطه زیر: $OEE = \text{نسبت قابلیت دسترسی} * \text{نسبت کیفیت} * \text{نسبت کارایی}$ (عملکرد). **فرضیه دوم:** "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و کاهش هزینه های واحد مربوطه رابطه معناداری وجود دارد." برای بررسی رابطه بین متغیر مستقل این فرضیه یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران" و متغیر وابسته این فرضیه یعنی "کاهش هزینه های واحد مربوطه" از آماره R پیرسون استفاده نمودیم که داده های آن سطح معنی داری ۰/۰۱ را نشان می دهد یعنی که به احتمال بیش از ۹۵٪ رابطه مذکور در جامعه آماری صادق است. طبق نتایج بدست آمده از این آزمون شدت رابطه بین این دو متغیر ۲۱٪ میباشد که رابطه ضعیفی می باشد البته واژه ضعیف در اینجا بار معنایی خاصی ندارد و نشاندهنده عدم وجود رابطه نیست. جهت این رابطه مستقیم است یعنی با اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران، نسبت کارایی (عملکرد) این تجهیزات نیز افزایش می یابد. بنابراین این فرضیه تایید می گردد. طبق نتایج بدست آمده از این آزمون شدت رابطه بین این دو متغیر ۲۸٪ میباشد که رابطه ضعیفی میباشد البته واژه ضعیف در اینجا بار معنایی خاصی ندارد و نشاندهنده عدم وجود رابطه نیست. جهت این رابطه مستقیم است یعنی با اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران، میزان کاهش هزینه های واحد کنترل نیز افزایش می یابد. و به عبارتی دیگر هزینه های واحد با اجرای TPM کاهش می یابد. بنابراین این فرضیه نیز تایید می گردد. **فرضیه سوم:** "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و افزایش رضایت مشتریان (مسافری) رابطه معناداری وجود دارد." برای بررسی رابطه بین متغیر مستقل این فرضیه یعنی "اجرای TPM یا نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران" و متغیر وابسته این فرضیه یعنی "افزایش رضایت مشتریان (مسافری)" از آماره R پیرسون استفاده نمودیم که داده های آن سطح معنی داری $Si g = 0.000$ را نشان می دهد یعنی که به احتمال بیش از ۹۹٪ رابطه مذکور در جامعه آماری صادق است طبق نتایج بدست آمده از این آزمون شدت رابطه بین این دو متغیر ۴۹۸٪ میباشد که رابطه متوسطی میباشد البته واژه متوسط در اینجا بار معنایی خاصی ندارد و نشان دهنده عدم وجود رابطه نیست. جهت این رابطه مستقیم است یعنی با اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران، رضایت مشتریان (مسافری) نیز افزایش می یابد. بنابراین این فرضیه تایید می گردد. **فرضیه یک:** "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و اثربخشی کلی تجهیزات رابطه معناداری وجود دارد." **فرضیه فرعی ۱ (فرضیه ۱-۱):** "بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت قابلیت دسترسی رابطه معناداری وجود دارد." پس از انجام آزمون فرضیه اخص یک (۱-۱) بوسیله آماره تحلیل رگرسیون توسط نرم افزار آماری -- SPSS جداول ۲-۵ و ۳-۴ و ۵-۴ از مجموع عملیات های نرم افزار بدست آمد.

جدول ۲-۵: Model Summary فرضیه اخص ۱

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰.۳۷۸۱	۰.۱۴۳	۰.۱۳۲	۲.۱۷۸

a. predictors(constant).tpm

با توجه به جدول ۵-۲ می توان گفت که برای این فرضیه $R=0.378$ می باشد که نشان دهنده رابطه متوسطی بین متغیر مستقل " اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته " نسبت قابلیت دسترسی " می باشد. این بدان معناست که با اجرای TPM تعریف شده در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران حدود ۰/۳۸ نسبت قابلیت دسترسی این تجهیزات افزایش می یابد.

جدول ۵-۳؛ ANOVA فرضیه اخص ۱

model	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig
۱ Regression	۶۱.۸۳۸	۱			
Residual	۳۶۹.۹۶۲	۷۸	۶۱.۸۳۸	۱۳۰.۳۷	۰.۰۰۱
Total	۴۳۱.۸۰۰	۷۹	۴.۷۴۳		

a. predictors(constant).tpm

b. Dependent Variable: نسبت قابلیت دسترسی

با توجه به جدول ۵-۳ میتوان گفت که سطح معنا داری بین دومتغیر این فرضیه برابر $Sig=0.001$ می باشد. که نشان می دهد که به احتمال بیش از ۹۹٪ که پراکنش داده های متغیر مستقل " اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته " نسبت قابلیت دسترسی " باخلاف زاویه دارند و این خود بیانگر این است که رابطه معنا داری بین این دومتغیر وجود دارد.

جدول ۵-۴؛ Coefficient's a

Model	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
۱ (constant)	۱۲.۰۱۳	۱.۶۹۰		۷.۱۱۰	۰.۰۰۰
TPM	۰.۲۳۹	۰.۰۶۶	۰.۳۷۸	۳.۶۱۱	۰.۰۰۱

a: Dependent Variable : نسبت قابلیت دسترسی

با توجه به جدول ۵-۴ ضریب بتا $B=0.378$ می باشد و این بدان معنی است که اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران وحومه به میزان ۰/۳۷۸ افزایش نسبت قابلیت دسترسی این تجهیزات را تبیین و پیش بینی می کند.

فرضیه فرعی ۲ (فرضیه ۱-۲):

" بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و نسبت کارایی (عملکرد) رابطه معناداری وجود دارد." پس از انجام آزمون فرضیه اخص دو (۱-۲) بوسیله آماره تحلیل رگرسیون توسط نرم افزار آماری SPSS-- جدول ۵-۶ و ۵-۷ از مجموع عملیات های نرم افزار بدست آمد. جدول ۵-۵: Model Summary فرضیه اخص ۲

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰.۲۱۱	۰.۰۴۵	۰.۰۳۲	۲.۳۲۹

a.predictors(constant).tpm

با توجه به جدول ۵-۵ می توان گفت که برای این فرضیه $R=0.21$ می باشد که نشان دهنده رابطه ضعیفی بین متغیر مستقل " اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته " نسبت کارایی (عملکرد) " میباشد. (لازم بذکر است که رابطه ضعیف در اینجا بار معنایی نداشته و وجود رابطه معنادار بین دو فرضیه را نقض نمی کند) این بدان معناست که با اجرای TPM تعریف شده در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران حدود ۰/۲۱ نسبت کارایی (عملکرد) این تجهیزات افزایش می یابد.

جدول ۶-۵- ANOVA b فرضیه اخص ۲

model	Sum of squares	df	Mean square	f	Sig
۱ Regression	۱۹.۷۳۳		۱۹.۷۳۳		
Residual	۴۲۳.۰۱۷	۱	۵.۴۲۳	۳.۶۳۸	۰.۰۶۰
Total	۴۴۲.۷۵۰	۷۸			
		۷۹			

a.predictors(constant).tpm نسبت کارایی (عملکرد): Dependent Variable.

با توجه به جدول ۵-۶ می توان گفت که سطح معناداری بین دو متغیر این فرضیه برابر $Sig=0.06$ می باشد. که نشان می دهد که به احتمال بیش از ۹۴٪ پراکنش داده های متغیر مستقل " اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته " نسبت کارایی (عملکرد) " با خط افق زاویه دارند و این خود بیانگر درگیری و درهم پیوستگی دو متغیر می باشد و نشان دهنده اینست که رابطه معناداری بین این دو متغیر وجود دارد.

فرضیه دو: " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و کاهش هزینه های واحد رابطه معناداری وجود دارد."

پس از انجام آزمون فرضیه دو بوسیله آماره تحلیل رگرسیون توسط نرم افزار آماری SPSS-- جدول ۵-۱۱ و ۵-۱۲ از مجموع عملیات های نرم افزار بدست آمد. جدول ۵-۱۱: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰.۲۸۲	۰.۰۷۹	۰.۰۶۸	۲.۱۴۴

a. predictors(constant).tpm

با توجه به جدول ۱۱-۵ می توان گفت که برای این فرضیه $R=0.282$ می باشد که نشان دهنده رابطه ضعیفی بین متغیر مستقل " اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته " کاهش هزینه های واحد مربوطه " می باشد. (لازم بذکر است که رابطه ضعیف در اینجا بار معنایی نداشته و وجود رابطه معنادار بین دو فرضیه را نقض نمی کند) این بدان معناست که با اجرای TPM تعریف شده در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران حدود ۰/۲۸۲ هزینه های واحد کنترل کاهش پیدا می کند.

فرضیه سه؛ " بین اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و رضایت مشتریان (مسافری) رابطه معناداری وجود دارد. "

پس از انجام آزمون فرضیه سه بوسیله آماره تحلیل رگرسیون توسط نرم افزار آماری SPSS- جدول ۱۴-۵ و ۱۵-۵ و ۱۶-۵ از

مجموع عملیات های نرم افزار بدست آمد. جدول ۱۴-۵ Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰.۴۹۸	۰.۲۴۶	۰.۲۳۸	۱.۹۵۲

a. predictors(constant).tpm

با توجه به جدول ۱۴-۵ می توان گفت که برای این فرضیه $R=0.498$ می باشد که نشان دهنده رابطه متوسط روبه بالایی بین متغیر مستقل " اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران " و متغیر وابسته " رضایت مشتریان (مسافری) " می باشد. این بدان معناست که با اجرای TPM تعریف شده در تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران حدود ۰/۴۹۸ رضایت مشتریان (مسافری) متروافزایش پیدا می کند. فرضیات تحقیق بوسیله آزمون R پیرسون مورد تست قرار گرفت و طی آن فرضیات فرعی یک و دو یعنی تاثیر اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران به ترتیب برنسبت قابلیت دسترسی و نسبت کارایی (عملکرد) تایید گردیده و فرضیه فرعی سه یعنی تاثیر اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران برنسبت کیفیت تایید نگردید و در کل فرضیه یک یعنی تاثیر اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران بر اثربخشی کلی این تجهیزات مورد تایید قرار گرفت. همچنین فرضیات اصلی دو و سه یعنی تاثیر اجرای TPM در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران به ترتیب بر کاهش هزینه های واحد نگهداری و تعمیرات تجهیزات کنترلی و رضایت مشتریان (مسافری) مترو مورد تایید قرار گرفت.

بحث و نتیجه گیری:

در این تحقیق پس از آشنایی با اصول و تعاریف TPM و همچنین روشهای اجرای آن در سازمان های گوناگون با توجه به تحقیقات مشابه انجام شده و همچنین آشنایی با تاریخچه مترو و تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران سعی گردید که تا جاییکه امکان دارد اصول TPM در این تجهیزات اجرا گردیده و سپس وضعیت بدست آمده پس از اجرای TPM با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده به وسیله پرسشنامه و وضعیت قبل از اجرای TPM که به وسیله مشاهده بررسی شده بود مقایسه گردد و نحوه تاثیر اجرای TPM در این تجهیزات بر سه عامل اثربخشی کلی تجهیزات و کاهش هزینه های واحد کنترل و نسبت کیفیت کاری تجهیزات مورد بررسی قرار گیرد. یافته های حاصل از این پژوهش به شرحی که در فصل چهارم بدانها اشاره گردید، حول چند محور اساسی قابل بحث و بررسی می باشند. اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و ارتباط آن با اثربخشی کلی تجهیزات^۱ پس از انجام تحقیقات و مطالعات لازم مشخص گردید که اثربخشی کلی تجهیزات براساس تعاریف مربوطه واریه شده وابسته به سه عامل عمده زیر می باشد:

– نسبت قابلیت دسترسی تجهیزات^۲ – نسبت کارایی (عملکرد) تجهیزات^۳ – نسبت کیفیت کاری تجهیزات^۴ و هر کدام از این عوامل خود متشکل از شاخصهای مختلف تعریف شده به قرار زیر می باشند: نسبت قابلیت دسترسی: تعداد تعویض قطعات، تعداد تعمیرات اضطراری، زمان رکود تجهیزات، میزان زمان استفاده از تجهیزات در طول یک دوره نسبت کارایی (عملکرد): میزان دقت و سرعت عملیات، میزان استفاده از حداکثر ظرفیت تجهیزات، میزان خلاقیت و نوآوری پرسنل در طول یک دوره نسبت کیفیت: ساده سازی و بهبود فرایند، بهبود در روشهای کاری، ارتباط بین نیروی انسانی و تجهیزات پس از انجام فعالیتهای تحقیقاتی لازم از طریق جمع آوری اطلاعات بوسیله پرسشنامه، مصاحبه و بررسی اسناد و مدارک و انجام تجزیه و تحلیل آماری این اطلاعات از طریق آماره R پیروسون و تحلیل رگرسیون بوسیله نرم افزار آماری SPSS مشخص گردید که اجرای اصول تعریف شده TPM در فصول دو و سه از قبیل انجام نگهداری پیشگیرانه و پیشبینانه، آموزش پرسنل و پرسنل بهره برداری، ثبت گزارشات اضطراری و حمایت مدیریت واحد مربوطه باعث افزایش نسبت قابلیت دسترسی تجهیزات مورد استفاده خواهد گردید. همچنین اجرای TPM بر روی این تجهیزات نسبت کارایی (عملکرد) تجهیزات را نیز افزایش میدهد. اما این روش بر اساس اطلاعات جمع آوری شده رابطه ای با نسبت کیفیت کاری تجهیزات نداشته است. در نهایت و با توجه به تحلیل این اطلاعات می توان نتیجه گیری نمود که اجرای TPM بر تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران باعث افزایش اثربخشی کلی این تجهیزات می گردد. اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکز فرمان متروی تهران و ارتباط آن

^۱ OEE (Overall Equipment Efficiency)^۲ Availability^۳ Performance ratio^۴ Quality Ratio

با کاهش هزینه های واحد نگهداری و تعمیرات تجهیزات کنترلی پس از انجام تحقیقات و مطالعات لازم مشخص گردید که اهم هزینه های ثابت و متغیر واحد نگهداری و تعمیرات تجهیزات کنترلی متروی تهران شامل موارد زیر می باشد: هزینه توسعه ونوسازی تجهیزات مربوطه - هزینه دوباره کاریها در طول یک دوره- هزینه تعمیرات این تجهیزات در طول یک دوره- هزینه تامین مواد یدکی مورد نیاز در طول یک دوره. پس از انجام فعالیتهای تحقیقاتی لازم از طریق جمع آوری اطلاعات بوسیله پرسشنامه، مصاحبه و بررسی اسناد و مدارک و انجام تجزیه و تحلیل آماری این اطلاعات از طریق آماره R پیرسون و تحلیل رگرسیون بوسیله نرم افزار آماری SPSS مشخص گردید که اجرای اصول تعریف شده TPM در فصول دو و سه از قبیل انجام نگهداری پیشگیرانه و پیشبینانه، آموزش پرسنل نت و پرسنل بهره برداری، ثبت گزارشات اضطراری و حمایت مدیریت واحد مربوطه باعث کاهش مجموع این هزینه ها در طول یک دوره کاری خاص خواهد گردید. اجرای نگهداری بهره ور جامع در تجهیزات کنترلی مرکزفرمان متروی تهران و ارتباط آن با رضایت مشتریان (مسافری) مترو. پس از انجام تحقیقات و مطالعات لازم مشخص گردید که مهمترین عوامل در افزایش و حفظ رضایت مشتریان (مسافری) مترو که هدف نهایی تمامی مجموعه شرکت راه آهن شهری تهران و حومه مترو می باشد، عبارتند از: - کاهش زمان بین حرکت دوقطار (Head Way) - کاهش زمان انتظار مسافری در ایستگاهها برای تعویض خط - کاهش میزان زمان تاخیر قطارها - افزایش میزان ایمنی در حرکت قطارهای مترو. پس از انجام فعالیتهای تحقیقاتی لازم از طریق جمع آوری اطلاعات بوسیله پرسشنامه، مصاحبه و بررسی اسناد و مدارک و انجام تجزیه و تحلیل آماری این اطلاعات از طریق آماره R پیرسون و تحلیل رگرسیون بوسیله نرم افزار آماری SPSS مشخص گردید که اجرای اصول تعریف شده TPM در فصول دو و سه از قبیل انجام نگهداری پیشگیرانه و پیشبینانه، آموزش پرسنل نت و پرسنل بهره برداری، ثبت گزارشات اضطراری و حمایت مدیریت واحد مربوطه باعث افزایش میزان رضایت مشتریان (مسافری) متروی تهران می گردد. **پیشنهادهای برای اجرای بهتر TPM در کلیه تجهیزات مترو:** با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق انجام شده روی تجهیزات کنترلی مرکز کنترل فرمان متروی تهران و حومه و اجرای آزمایشی TPM یا نگهداری بهره ور جامع روی آنها و مشاهده افزایش اثر بخشی این تجهیزات و همچنین کاهش هزینه های یک دوره واحد مربوطه و در مهمتر از همه افزایش رضایت مشتریان (مسافری) مربوطه که مهمترین هدف شرکت مترو می باشد و نیز با توجه به مشابهت ساختار تشکیلاتی مترو به خصوص در معاونت تجهیزات که وظیفه نگهداری و تعمیرات کلیه تجهیزات شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (مترو) را به عهده دارد، می توان اجرای اصول اساسی TPM بر روی این تجهیزات را به عنوان راه کاری جهت بهبود وضعیت شرکت ارایه نمود. از مهمترین فعالیتهایی که می تواند جهت پیاده سازی TPM انجام گیرد عبارتند از: ۱- انجام حکم کارها (PM) یا نگهداری پیشگیرانه طبق یک برنامه زمانبندی مناسب که با مشورت کارشناسان نت و بهره برداران سیستم طرح ریزی گردد. ۲- ارایه آموزشهای مناسب در مورد چگونگی کارکرد تجهیزات و نحوه رفع عیوب احتمالی و ثبت نحوه رفع هر خرابی با کدینگ مربوطه بمنظور رفع سریعتر خرابی در دفعات بعدی. ۳- انجام نگهداری پیشبینانه و اصلاحی بوسیله ارایه پیشنهادات از سوی پرسنل و انجام فرایند پیش بینی خرابیها قبل از وقوع خرابی و بررسی آنها توسط کارشناسان خبره تجهیزات و تایید آنها توسط مدیریت و انجام عملیاتها در جهت بهبود سیستم. ۴- ثبت گزارشات اضطراری و نحوه رفع عیوب و در دسترس کلیه پرسنل گذاشتن به منظور توسعه علمی پرسنل. ۵- همکاری با پرسنل استفاده کننده از تجهیزات مختلف و آشنا کردن آنان با نحوه پیشگیری از خرابیهای احتمالی و استفاده از نظریات آنان جهت تهیه برنامه زمانبندی نگهداری پیشگیرانه. ۶- جلب حمایت مدیریت واحدهای مربوطه و همچنین مدیریت عامل کل شرکت از انجام فعالیتهای مربوطه.

Ralph Celeveland, Voice President _ Lean Production

_ Suto Yamacuchi _ TPM (Maintenance & Management)

_ www.IPS.wxu.se/systemeconomy/kursor/TPM

www.marshallinstitute.com/makinggoodcompany _

_ the trident group consulting & human capital solution _ what is definition of tpm?

_ www.payam.com

_ www.bradford.ac.uk/pdf/s/total/productivemaintenance

www.wemtech.co.uk/training/totalproductivemaintenance

www.tpmunlimited.com/5days-workshop.pdf