بسم الله الرحمن الرحیم
الحمد لله رب العالمین الرحمن الرحیم مالک یوم الدین
اهدنا الصراط المستقیم صراط الذین انعمت علیهم غیر المغضوب علیهم ولا الضالین

به نام خدا

معاونت پژوهش و فن آوری

منشور اخلاقی پژوهش

با یاری از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری ، ما دانشجویان و اعضاء هیات علمی واحد های دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم :

- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هر گونه پنهان سازی حقیقت.
- اصل رعایت حقوق : التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان (انسان ، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق .
- اصل مالکیت مادی و معنوی :تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دنشگاه و کلیه همکاران پژوهش .
- اصل منافع ملی : تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش .
- اصل رعایت انصاف و امانت : تعهد به اجتناب از هر گونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال ، تجهیزات و منابع در اختیار.
- اصل راز داری : تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد ، سازمان ها و کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق .
- اصل احترام : تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب نقد و خودداری از هر گونه حرمت شکنی .
- اصل ترویج : تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد .
- اصل برائت : التزام به برائت جویی از هر گونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلایند .

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- بیان مسأله	٤
۱-۳- اهمیت موضوع	۷
۱-٤- سوالات تحقیق	۱۰
۱-٤-۱- سوال اصلی	۱۰
۱-٤-۲- سوالات فرعی	۱۰
۱-۵- اهداف تحقیق	۱۰
۱-۵-۱- هدف اصلی	۱۰
۱-۵-۲- اهداف فرعی	۱۱
۱-٦- فرضیات تحقیق	۱۱
۱-٦-۱- فرضیه اصلی	۱۱
۱-٦-۲- فرضیات فرعی	۱۱
۱-۷- اصطلاحات و مفاهیم تخصصی	۱۱
فصل دوم- مبانی تحقیق و مروری بر تحقیقات انجام شده	۱٤
۲-۱- مقدمه	۱۵
۲-۲- مبانی نظری	۱٦
۲-۲-۱- تاریخچه ماشین آلات سنگین	۱٦
۲-۲-۲- تئوری های مربوط به ارزیابی ماشین آلات سنگین عمرانی	۱۷

۲-۲-۳-اقتصاد ماشین آلات سنگین عمرانی ۱۹
۲-۲-٤- عوامل مؤثر در انتخاب ماشین آلات ۲۰
۲-۲-٥- هزینه های تهیه، به کارگیری و نگهداری ماشین آلات ۲۲
۲-۲-٦- هزینه های بهره برداری ماشین آلات ۲۳
۲-۲-۷- ارتباط حجم عملیات با تعداد ماشین آلات ۲٤
۲-۲-۸- تأمین ماشین آلات از طریق خریداری و محاسبه مخارج ساعتی تملک و بهر ه برداری ۲٥
۲-۲-۹- بررسی مخارج تملک ماشین آلات و مقایسه آن با روش های دیگر ۲٦
۲-۲-۱۰- کاربردهای FMEA در صنعت ساخت ماشین آلات سنگین ۲۷
۲-۳- پیشینه تحقیق ۳۰
۲-۳-۱- پیشینه داخلی ۳۰
۲-۳-۲- پیشینه خارجی ۳۲
فصل سوم- مواد و روش ها ۳٥
۳-۱- مقدمه ۳٦
۳-۲- روش تحقیق ۳۷
۳-۲-۱- ابزار های گردآوری اطلاعات ۳۷
۳-۳ - مدیریت ریسک ۳۸
۳-۳-۱- مفاهیم پایه در مدیریت ریسک ۳۸
۳-۳-۲- فرآیند ارزیابی ریسک در ایمنی ۳۹
۳-۳-۳- تاریخچه FMEA ٤۰
۳-۳-٤- تعریف خاصFMEA ٤۰

۳-۳-۵- مزایای FMEA ٤۳

۳-٤- تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه ٤۳

۳-٤-۱- دسته بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره ٤٤

۳-٤-۲- مفاهیم اساسی در تصمیم‌گیری چند شاخصه ٤٥

۳-٤-۳- ماتریس تصمیم‌گیری ٤٦

۳-٤-٤- انواع مدل ها در تصمیم‌گیری چند شاخصه ٤۷

۳-٤-٤-۱- روش های وزندهی روی معیارهای MADM ٤۸

۳-٤-٤-۲- روش های وزن‌دهی روی گزینه‌های MADM ٤۸

۳-٥ - نرم افزار متلب ٥۰

فصل چهارم- نتایج ٥٤

٤-۱- مقدمه ٥٥

٤-۲ - شاخص ها و زیر شاخص های بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ ٥٥

٤-۲-۱- شاخص استهلاک و تعویض ماشین آلات ٥٦

٤-۲-۲-شاخص سرمایه گذاری ٥۷

٤-۲-۳- شاخص مخارج بهره برداری ٥۷

٤-۲-٤- شاخص نگهداری و تعمیرات ٥۷

٤-۳- تعیین اهمیت شاخص ها ٥۸

٤-٤- شبیه سازی مساله بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه¬های بزرگ ٦۱

٤-٤-۱- تشکیل ماتریس های مقایسه ی زوجی نهایی پروژه ٦۲

٤-٥ - انواع ریسک های مالی با روش AHP ٦۹

فصل پنجم- بحث و نتیجه گیری ۷۲

۵-۱- مقدمه ۷۳

۵-۲- خلاصه تحقیق ۷٤

۵-۳- نتیجه گیری ۷٦

۵-٤- محدودیت های تحقیق ۷۷

۵-۵- پیشنهادات ۷۸

منابع ۹۳

پیوست ۹۷

فهرست شکل ها و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱ – خصوصیات مشترک انواع مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره	٤٤
شکل ۳-۲- دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره	٤٥
شکل ۳-۳ – دسته‌بندی انواع مدل های تصمیم‌گیری چند شاخصه از نظر پردازش اطلاعات	٤٧
شکل ۳-٤- انواع مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره از نظر روش های وزن‌دهی	٤٨
شکل ۳-۵ – مشخصه‌ها در مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره	٤٩
شکل ۳-٦ – شمای کلی از محیط نرم افزار متلب	٥١
شکل ۳-۷ – پنجره دستور نرم افزار متلب	٥٢
شکل ۳-۸ – حافظه دستور نرم افزار متلب	٥٢
شکل۳-۹- کد مربوط به AHP در محیط متلب.	٥٣
شکل٤-۱ – مدل AHP مساله بهره وری ماشین آلات مرتبط با پایان نامه	٦١
شکل٤-۲ – خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی شاخص ها نسبت به هدف	٦٣
شکل٤-۳ – خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به استهلاک و تعویض ماشین آلات	٦٥
شکل٤-٤- خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به سرمایه گذاری	٦٦
شکل٤-۵ – خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به مخارج بهره برداری	٦٨
شکل٤-٦ – خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی شاخص های ریسک های مدیران پروژه	٧٠
نمودار ۵-۱- ریسک های مرتبط با پژوهش	٧٦

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول۳-۱- وخامت خطر	٤١
جدول ۳-۲- احتمال وقوع خطر	٤٢
جدول ۳-۳- احتمال کشف خطر	٤٣
جدول ٤-۱- درجه بندی اهمیت عناصر	٥٩
جدول٤-۲ - ماتریس مقایسه ی زوجی نهایی شاخص های اصلی نسبت به هدف	٦٣
جدول ٤-۳- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در شاخص های اصلی نسبت به هدف	٦٤
جدول٤-٤- رتبه نهایی شاخص های اصلی	٦٤
جدول٤-٥- ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص های استهلاک نسبت به واحد متقاضی کالا	٦٤
جدول٤-٦- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در استهلاک و تعویض ماشین آلات	٦٥
جدول٤-۷- رتبه نهایی شاخص های استهلاک	٦٦
جدول٤-۸- ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به واحد سرمایه گذاری	٦٦
جدول٤-۹- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در سرمایه گذاری	٦٧
جدول٤-۱۰ - رتبه نهایی مولفه ها در سرمایه گذاری	٦٧
جدول٤-۱۱ - ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به مخارج بهره برداری	٦٧

جدول ٤-١٢- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در مخارج بهره برداری ٦٨

جدول٤-١٣ - رتبه نهایی مولفه های مخارج بهره برداری ٦٨

جدول٤-١٤ - ماتریس مقایسه ی زوجی نهایی ریسک های مدیران پروژه ٧٠

جدول ٤-١٥- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ریسک های مدیران پروژه ٧١

جدول٤-١٦- رتبه نهایی شاخص های ریسک های مدیران پروژه ٧١

جدول ٥-١- رتبه نهایی ریسک ها ٧٥

چکیده

اجرای پروژه‌های عمرانی پس از پایان جنگ تحمیلی توسه قابل توجهی یافته است. لذا، در راستای توسعه اجرای این پروژه ها توسط شرکتهای داخلی و نگرش علمی و مهندسی بـه کنترل پروژه‌ها و افزایش کارائی ودر نتیجه اقتصادی کردن این عملیات امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌نماید. از اینرو هدف از تحقیق حاضر بررسی بهره‌وری ماشین آلات عمرانی در پروژه های بزرگ با تکیه بر FEMA بوده است. گردآوری اطلاعات به صورت میدانی با استفاده از پرسشنامه از ۳۰ دستگاه ساختمانی انجام شده و از ماتریس تصمیم گیری و روش های وزن دهی MADM استفاده شد. تجزیه و تحلیل توسط نرم افزار متلب صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که اولویت مؤلفه های مورد ارزیابی بدین ترتیب می باشد: ریسک نرخ سود، ریسک نقدینگی، ریسک اعتباری، ریسک سرمایه گذاری مجدد و ریسک نرخ ارز. از آنجایی که روش FMEA در این سازمان اجرا شده است لذا به مدیران توصیه می شود جهت بهبود این روش و گرفتن نتیجه مطلوب ، عوامل بالقوه خطا را مورد توجه قرار دهند و در دوره های مختلف به نظرسنجی از متخصصین این امر درباره این عوامل بپردازند .

کلمات کلیدی: بهره وری، ماشین آلات عمرانی، Failure Mode Effects Analysis (FMEA)، پروژه های بزرگ، ماتریس تصمیم‌گیری

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

اجرای پروژه های عمرانی در داخل کشور پس از پایان جنگ تحمیلی توسعه قابل توجهی یافته است. خوشبختانه در سال های اخیر اکثر پروژه های ملی و بزرگ عمرانی نظیر سد سازی و ایجاد شبکه های انتقال آب و همچنین ایجاد خطوط لوله انتقال نفت و گاز به دست کارشناسان داخلی انجام گرفته است. لذا در راستای توسعه فزاینده اجرای این پروژه ها توسط شرکت های داخلی نگرش علمی و مهندسی به کنترل پروژه ها و افزایش کارایی و در نتیجه اقتصادی کردن این عملیات امری ضروری و اجتناب ناپذیرمی نماید(Carmona ،۲۰۰۳). با توجه به اینکه در اکثر پروژه های عمرانی ماشین آلات نقش اساسی دارند بنابراین توجه کارشناسی به مقوله نگهداری و ساماندهی آن می تواند به عنوان یکی از راهکارهای مناسب جهت سود دهی و مقرون به صرفه کردن اجرای پروژه های عمرانی در برنامه ریزی های مدیریتی پروژه ها مد نظر قرار گیرد.

- بررسی وضعیت موجود پروژه های عمرانی از نظر اقتصادی

براساس بررسی های به عمل آمده در شرکت های عمرانی عمدتاً چهار عامل اساسی زیر باعث ورشکستگی های مالی می شوند:

۱- مشکل نقدینگی

۲- عدم برآورد و کنترل صحیح هزینه ها

۳- نارسایی در حسابداری هزینه ها

٤- ضعف مدیریت

جهت رفع زیان های مالی ناشی از سه عامل نخست فوق می بایست با کنترل دقیق پروژه و محاسبه واقعی هزینه ها و تلاش کارشناسی شده در راستای تقلیل هزینه ها و با یک نگرش کاملاً علمی و مستند بر اطلاعات واقعی، کار را به انجام رساند.

برآورد هزینه یک پروژه عبارت است از تعیین کل هزینه ایی که باید مطابق با برنامه و مشخصات فنی، برای انجام کار عمرانی صرف شود. هزینه هایی که در این مورد باید در نظر گرفته شود عبارتند از: هزینه نیروی کار، ماشین آلات،

مواد، قراردادهای فرعی، خدمات و هزینه های غیر مستقیم. البته هزینه های یک پروژه و پیشرفت آن در عین حال مقایسه ایی بین کارکرد برنامه ریزی شده و واقعی نیز می باشد.

هدف اصلی کنترل هزینه پروژه، حداکثر کردن سود در عین تکمیل به موقع پروژه با کیفیت قابل قبول است. در بررسی علل سود دهی پروژه های عمرانی، به خصوص سد، کاملاً محرز شـده اسـت کـه در بسیاری از کارگاه ها (به خصوص کارگاه های دولتی) ماشین آلات گران قیمت عمرانی به دلیل بـی تـوجهی در مراقبت، عدم سرویس دهی به موقع، ضعف پشتیبانی و کمبود قطعات یدکی، در دوره های نسبتاً طولانی بلا استفاده می مانند که خود سهم مهمی در افزایش هزینه های طرح و مدت اجـرای پـروژه دارد. وضـعیت ماشین آلات در بخش خصوصی به دلیل عدم وجود مشکلات اداری و قوانین دست و پاگیر به طور نسـبی بهتر است. شایسته است شرکت های پیمانکاری آماری از بازده واقعی ماشین آلات به کار گرفته شده در پروژه ها را ثبت و با استانداردهای پذیرفته شده مقایسه کنند. با توجه به اهمیت دارایی های فیزیکی به خصوص ماشین آلات در پروژه های بزرگ عمرانی مانند راه، راه آهن، سد، کانال های انتقال آب، نفت و گاز، که به دلیل وابستگی زیاد به ماشین آلات، بیش از نیمی از منابع حاضر در پروژه از جمله منابع مالی به ماشین آلات اختصاص می یابد (بوناتس، ۱۹۹۲) و بی شک یکی از ارکان اساسی در اجرای پروژه های راه سازی و عمرانی، ماشین آلات و تجهیزات راه سازی است (ریاحی و همکاران، ۱۳۸۰) همچنین هزینه های نگهداری و تعمیرات حدود نیمی از هزینه های عملیاتی را به خود اختصاص می دهند (بوناتس، ۱۹۹۲) و برای این نوع ماشین آلات همواره نقش نگهداری و تعمیرات بسیار با اهمیت و در زمان بهره برداری و طول عمر ماشین بسیار موثر می باشد (مشکانی و همکاران، ۱۳۹۰) و به تعبیری دستیابی به استانداردهای اجرای پروژه از هر نظر بدون داشتن تجهیزات و ماشین آلات مدرن و نگهداری وتعمیر به موقع آنها، میسر نخواهد بود. مبحث نگهداری و تعمیرات یکی از مباحث مهم در ماشین آلات و تجهیزات پروژه است که از طرق مختلف منجر به افزایش بهره وری و رشد وتوسعه اجتماعی و کارآیی سیستم ها می گردد(Eti، ۲۰۰٤). چرا که با توجه به کمبود منابع اعم از انرژی، نیروی انسانی، سرمایه و ...می تواند کمک بزرگی در جهت دستیابی به اهداف فوق الذکر نماید (ریاحی و همکاران، ۱۳۸۰). البته باید گفت که در چند سال اخیر دگرگونی هایی در نوع و تولید ماشین آلات راه سازی و معدنی رخ داده است که باعث تغییر دیدگاه استفاده کنندگان ماشین آلات شده است (مشکانی و همکاران، ۱۳۹۰). ولیکن با وجود تأثیر فن آوری و تکنولوژی در پیشرفت و ارتقای سطح محصولات و سهولت در امر تولید، تأثیر مستقیم و غیر مستقیم مشکلات زیست محیطی حاصل از این تولیدات مانند زباله های ایجاد شده در اثر اتمام عمر محصولات باعث گردیده شرکت های تولید کننده مکلف به بهبود و بهره برداری از این محصولات شوند (اُنتیورِوس، ۲۰۱٤). با مروری در سایت شرکت های معتبری از قبیل کاترپیلاتر، کوماتسو، ولوو و ... نشان می دهد که بازسازی محصولات به حوزه فعالیت همه ی آنها اضافه شده است.

۱-۲- بیان مسأله

امروزه کارشناسان و صاحب نظران یکی از مشکلات ریشه‌ایی صنعت را ساختار غلط و غیر منطقی حاکم بر آن می-دانند. بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که بازه ی کلیه تلاش‌های قابل تقدیر برنامه ریزان نظام کلان توسعه اقتصادی با وجود تخصیص منابع ارزی و ریالی و تسهیلات و رویه‌های حمایتی نتوانسته نتایج مطلوب مورد انتظاری در بخش صنعتی ایجاد نماید. تأیید ادعای فوق، عدم صدور کالاهای تولیدی به بازارهای بین المللی می‌باشد، زیرا انتظاری که از بخش تولید و به خصوص صنعت کشور می‌رود این است که با ایجاد ارزش افزوده مناسب نسبت به جبران هزینه‌های خرید سالیانه کشور اقدام و حتی صنعت کشور بتواند ارزش افزوده‌ای بیشتری از تراز مثبت تجاری ایجاد نماید.

مدیران آگاه و لایق در پروژهای عمرانی و صنعت ساخت و ساز، به این مسأله کاملاً واقفند که هر پروژه از سازماندهی، ترکیب و مدیریت منابع محدود، نیروی انسانی، مواد و مصالح و تجهیزات و ماشین آلات، سرمایه و سایر منابع جهت دستیابی به هدف یا اهدافی از پیش تعیین شده راه اندازی می‌گردد. از آنجا که ماشین آلات و تجهیزات ساختمانی، سهم عمده‌ایی از هزینه‌های یک پروژه را دارا هستند (حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد در صورت نو بودن تجهیزات) می‌توانند پروژه را در یک محدوده امکان پذیر تا سود آور تحت تأثیر قرار دهند (معینی، ۱۳۸۳).

در پروژهای عمرانی کشور از جمله ساخت پالایشگاه‌ها، تأسیس مجتمع‌های پتروشیمی، اجرای خطوط لوله، سد سازی و ... نقش ماشین آلات (به عنوان یکی از منابع اصلی) در اجرا و پشتیبانی از کلیه فعالیت‌ها بسیار مهم و حیاتی است به گونه‌ای که عدم خدمت‌رسانی ماشین آلات می‌تواند باعث تعویق افتادن پروژه از برنامه زمان بندی گردد و بعضاً تا مرز توقف کامل کلیه فعالیت‌ها نیز پیش رود (معینی، ۱۳۸۳).

در حال حاضر تقریباً تمامی کشورهای توسعه یافته و برخی از کشورهای در حال توسعه، سرمایه گذاری های زیادی در جهت بهبود و ارتقای بهروری در سطوح مختلف ملی، منطقه ای، بخشی، شرکت ها و حتی تک تک افراد انجام داده و توسعه روزافزون خود را مرهون توجه و نگرش صحیح به امر بهروری می دانند. بنا بر تحقیقات انجام شده، عوامل زیادی بر رشد و بهبود اقتصاد کشورهای تازه صنعتی شده آسیا که طی سال های اخیر دارای بالاترین نرخ رشد بوده اند دخالت داشته که یکی از عمده ترین این عوامل توجه و نگرش صحیح به امر بهروری بوده است. (کاظمی،۱۳۸۱ و هوردخت و همکاران، ۱۳۷٦).

تعاریف متعددی برای واژه بهروری مطرح شده است، اما جامع ترین و کامل ترین تعریف ارائه شده بدین شرح است: بهروری عبارت است از به حداکثر رساندن استفاده از نیروی کار، توان، استعداد و مهارت نیروی انسانی، زمین ،

ماشین، تجهیزات، زمان و مکان با هدف کاهش هزینه‌های تولید و به دنبال آن افزایش سود دهی، گسترش بازارها، افزایش اشتغال، کوشش و در نهایت بهبود استانداردهای زندگی و ارتقای سطح رفاه جامعه (سبط، ۱۳۸۲).

با توجه به تعریف ارائه شده، مشخص می‌شود که بهره‌وری نقش مهم و اساسی را در بهبود وضعیت اقتصادی شرکت های تولیدی و سازمان‌های خدماتی و به دنبال آن شکوفایی کشور ایفا می‌کند. بهره‌وری مقوله جدیدی نیست و از گذشته‌های دور به صورت ابتدایی مطرح بوده است. قدمت نوشته‌ها راجع به آن، به سال‌های ٤٠٠ قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد. اما از قرن نوزدهم میلادی رویکرد جدید بهره‌وری در فرآیندهای صنعتی به عرصه ظهور رسید. از دهه ۱۸۸۰ به بعد، بهره‌وری اقتصاد آمریکا به شکل عددی نشان داده شد. پس از جنگ جهانی دوم علاقه به بازارهای جهانی و توسعه اقتصاد جهان به تدریج شکل گرفت و داشتن اطلاعات درباره بهره‌وری برای دولت ها، شرکت ها و صنایع امری مهم به حساب آمد. همزمان با افزایش ظرفیت تولید، نیاز به یافتن بازارهای جدید برای مصرف این تولیدات نیز افزایش یافت. یکی از نتایج رقابت جدید جهانی و علاقه روز افزون به بهره‌وری، ایجاد مراکز ملی بهره-وری در دهه ۱۹۵۰ بود. در دهه ۱۹٦۰ نمایندگان موسسات بین المللی بهره‌وری اقدام به برگزاری جلساتی در این زمینه نمودند که نخستین کنفرانس بین المللی ژاپن در سال ۱۹۸۳ از آن جمله بود (سبط، ۱۳۸۲).

شناخت فن آوری نوین ماشین آلات راه سازی و معدنی که تقریباً با فاصله زمانی زیادی نسبت به زمان پدیداری آنها در سطح جهانی به ایران وارد شدند، در نحوه نگرش راهبرد ی و نگهداری این دستگاه ها می تواند بسیار موثر باشد.

ماشین آلات مدرن راهسازی و معدنی که از نیمه دوم دهه ۹۰ قرن گذشته به طور گسترده وارد بازار شدند ترکیبی پیچیده از ساز و کارها ی مکانیکی، هیدرولیکی،پنوماتیکی، الکترونیکی و مخابراتی، همراه با یک سیستم پردازنده رایانه ای هستند که وظیفه پایش، کنترل و حفظ سوابق وضعیت دستگاه را بر عهده دارد. در برخی از این ماشین ها سیستم رایانه ای به گونه ایی طراحی شده است که می تواند وضعیت ثبت شده در حافظه خود را به یک ماهواره مخابره و در یک مرکز خدمات پس از فروش یا نمایندگی شرکت سازنده دریافت شود. در این حال، حتی امکان متوقف کردن ماشین از راه دور، هنگامی که وضعیت آن خطرناک تشخیص داده شود وجود دارد. وجود کدهای خطا که در صورت بروز عیب روی مونیتور ماشین ظاهر می شود، استفاده از نرم افزارهای تحلیلگر وضعیت مکانیسم های مختلف ماشین، سیستم های هشدار دهنده وضعیت سرویس، دمای آب، روغن موتور، روغن هیدرولیک و...

ماشین را دریک ارتباط ارگانیک با راننده چه در بهره برداری و چه در نگهداری قرارداده است. به عبارتی، تعبیه سیستم های الکترونیکی و رایانه ای این امکان را فراهم آورده است که ماشین بتواند با پیام هایی که به کاربر خود می دهد، وضعیت خود را بیان کرده، بدین وسیله از امکان وقوع خرابی تا حد از کارافتادگی پیشگیری نماید. بدین سان در رژیم عمومی ماشین آلات که مستلزم توقف برنامه ریزی شده PM به طور گسترده ای به جای نگهداری پیشگیرانه CM

سنگین راه سازی، پایش وضعیت ماشین و باز و بست محدود قطعات ماشین بود، نشسته است. بدین سان، به کارگیری ترکیبی رایانه در ماشین آلات راه سازی نه تنها این ماشین ها را دچار دگرگونی های ژرفی ساخته ا ست، بلکه امور مدیریت بر این ماشین آلات و از جمله مدیریت نگهداری آنها را نیز به شدت تحت تأثیر قرار داده است.

در دهه ۱۹۵۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش بینی در صنعت هوا و فضا، علت اصلی پیدایش تکنیک آنالیز حالت بالقوه خرابی و آثار آن FMEA بود. تکنیک آنالیز حالت بالقوه خرابی این روش به عنوان ابزار کلیدی برای افزایش ایمنی در فرایندهای شیمیایی مطرح شد و از آن به بعد هدف از اجرای آن، پیشگیری از اتفاقات و تصادفات تعریف شده است. در فوریه ۱۹۹۲ استاندارد SAE_J_۱۷۳۹ به عنوان استاندارد مرجع FMEA در صنایع خودرو معرفی معرفی شد و به دنبال آن در سال‌های اخیر، توسعه سیستم های تضمین کیفیت در صنعت خودرو به خصوص استاندارد QS۹۰۰۰ در صنعت خودروی آمریکا، موجب شد که استفاده از FMEA رواج بیشتری یابد.(Baydar،۲۰۰۱)

به عنوان پیش زمینه می‌توان گفت خرابی‌ها بر دو نوع هستند:

-خرابی‌های شناخته شده

-خرابی‌های بالقوه

خرابی‌های شناخته شده معمولاً در فازهای پایانی و یا در مرحله ارائه محصول و توسط مشتری شناخته می‌شوند لذا در جهت رفع آنها، هزینه‌های زیادی باید صرف گردد. اما خرابی‌ها بالقوه که تمرکز FMEA نیز روی آنها است، معمولاً مربوط به حالاتی می‌شوند که ممکن است در عمل رخ ندهند اما امکان بروز آنها وجود دارد لذا ما به دنبال پیشگیری از وقوع آنها هستیم. (Zhou،۲۰۰٤)

تعاریف زیادی برای FMEA وجود دارد که تعریف زیر تقریباً معمول است:

FMEA روشی سیستماتیک جهت پیشگیری از وقوع خطا است که به دلایل زیر به کار می‌رود:

- شناسایی و اولویت بندی حالات بالقوه خرابی در یک سیستم، محصول، فرایند یا خدمت
- تعریف و اجرای اقداماتی به منظور حذف و یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی
- ثبت نتایج تحلیل های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات در آینده.

در اکثر پروژه‌های بزرگ عمرانی مدیریت کارگاه و ماشین آلات نقش موثر و تعیین کننده‌ای در زمان و هزینه تمام شده پروژه خواهند داشت. مدیریت صحیح و مناسب بر ماشین آلات و مصالح برای بازدهی و سودآوری بیشینه، امروزه بیش از هر زمان دیگری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به انواع فعالیت ها و عوامل گوناگون تأثیرگذار در پروژه‌های عمرانی، جمع آوری و سازماندهی دقیق اطلاعات مربوط به فعالیت‌ها و نحوه ی انجام آنها همواره به عنوان یکی از مشکلات مدیران ساخت به شمار رفته است. تکنولوژی FMEA به عنوان راهکاری جهت حل این مشکل در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. چگونگی استفاده و بهره گیری از فناوری FMEA به منظور دستیابی به رویکردی مناسب و کارآمد جهت جمع آوری و سازماندهی دقیق اطلاعات و در نتیجه مدیریت صحیح ماشین آلات و مصالح ساختمانی هدف اصلی این پژوهش می باشد.

با توجه به اهمیت استراتژیکی دستگاه‌ها و بهره‌وری ماشین آلات پروژه‌های عمرانی و نقش به کارگیری بهینه آنها در انواع پروژه‌ها مسئله اصلی پژوهش حاضر می‌باشد که آیا می‌توان به منظور کاهش سرمایه گذاری اضافی در زمینه خرید ماشین آلات جدید و استفاده بهینه از ماشین آلات موجود، بهره‌وری را در بخش ماشین آلات پروژهای عمرانی افزایش داد یا خیر؟

۱-۳- اهمیت موضوع

ماشین آلات عمرانی نقش بسیار مهمی در اجرای پروژه های عمرانی دارند و امروزه تقریباً هیچ پروژه عمرانی را نمی توان یافت که بدون استفاده از ماشین آلات قابل اجرا باشد. دلیل استفاده از ماشین آلات در پروژه های عمرانی، در اجرای صحیح کار با سرعت زیاد و هزینه پایین نهفته است. علاوه بر این امروزه به کمک ماشین آلات می توان پروژه های بزرگ را در مدت زمان کمی اجرا کرد که پیش از این امکان پذیر نبود. همچنین برخی مشکلات اجرایی و مخاطرات مربوط، منجر به تولید ماشین های ویژه و سفارشی برای انجام برخی از عملیات های خاص شده است. بنابراین روند موجود در پروژه ها به سمت استفاده هر چه بیشتر از ماشین آلات در عملیات های اجرایی پیش می رود. در این میان انتخاب ماشین آلات بخش مهمی از مراحل اولیه یک پروژه و از وظایف مدیران پروژه است. انتخاب نادرست ماشین آلات، پیامدهای ناخوشایندی مانند افزایش زمان، هزینه پروژه و کیفیت نامطلوب اجرای پروژه را در پی خواهد داشت. اما انتخاب صحیح ماشین آلات به پیشرفت و کیفیت پروژه و حداقل نمودن هزینه ها کمک شایانی خواهد نمود. روند انتخاب ماشین آلات برای هر نوع پروژه عمرانی به مواردی نظیر بازدهی (راندمان)، خصوصیات فنی زمین، هزینه های به کارگیری ماشین و سایر موارد ارتباط دارد.

هرساله بیش از ۳۰ درصد از بودجه کل کشور به پروژهای عمرانی تخصیص داده می شود و این در حالیست که حدود ٦۰ درصد از بودجه‌ی پروژه‌های بزرگ عمرانی صرف هزینه های مربوط به ماشین آلات ساختمانی می شود. همچنین امروزه بکارگیری ماشین آلات پیشرفته ساختمانی که مجهز به آخرین تکنولوژی های روز دنیا هستند، ابزاری قدرتمند برای رقابت پیمانکاران در عرصه ساخت و ساز شده است که مبین جایگاه ویژه این موضوع می باشد. اما متاسفانه علیرغم واقعیت فوق در کشور ما نقش ارتقاء تکنولوژی ماشین آلات عمرانی بهای لازم داده نشده و نمی شود. امروزه مدیریت ماشین آلات راهسازی از آنجایی که با مؤلفه های پیچیده ای روبروست، از مشاغل مشکل مدیریتی به شمار میرود. (معینی، ۱۳۸۳)

مؤلفه ها و متغیرهایی مانند: مدیریت منابع، حسابداری، مهندسی، تدوین خط مشی و پیش بینی وضعیت حال و آینده. هدف از این تحقیق، شناسایی و تشریح ابزاری است که به وسیله آن یک مدیر ماشین آلات راه سازی و معدنی بتواند در یک حاشیه امنیت مناسب اقدام به تصمیم گیری در خصوص: خرید ماشین، بازسازی ماشین، تعمیرات، جایگزین نمودن، اسقاط نمودن و غیره نماید. امید است به وسیله چشم اندازی که این تحقیق فراروی مدیران ماشین آلات قرار می دهد، بتوانند با مشاهده نقاط بحرانی تعمیر و نگهداری ماشین آلات راه سازی و معدنی، مناسب ترین تصمیم را اتخاذ نمایند. غالباً مالک ماشین با تصمیمات اقتصادی پر هزینه و دشواری روبروست. هزینه هایی از قبیل: هزینه های مالکیت و نگهداری، هزینه های تعمیرات، پیش بینی زمان جایگزینی ماشین و غیره (کاظمی،۱۳۸۱).

در این تحقیق سعی شده با نگاهی ژرف به این موضوع پرداخته شود تا این پروژه کمکی به افزایش بهروری ماشین آلات عمرانی و ارتقای کیفیت آنها گردد.

باتوجه به اهمیت و حساسیت روزافزون بهره‌وری در توسعه کشورها، چند سالی است که بخش های مختلف کشور ما نیز با ارشادها و راهنمایی‌های سازمان ملی بهره‌وری ایران به سوی اندازه‌گیری بهره‌وری هدایت شده اند، ولی همواره از لحاظ یک متدولوژی جامع به منظور ارزیابی، برنامه ریزی و بهبود بهره‌وری در مضیقه بوده اند. بنابراین با الهام از نقش حیاتی بهره‌وری در توسعه کشورها و با ورود صنعت کشورمان به مرحله اندازه گیری بهره‌وری طی سال‌های اخیر، لزوم طراحی و تدوین روش‌ها و فرآیندهای مدونی احساس می شود که بتوان از آنها در سطوح مختلف به عنوان مبنایی برای ارزیابی و انتخاب بهترین و کارآمدترین استراتژی های ارتقای بهروری استفاده نمود.. ولی یک محصول جدید یا اعمال تغییرات در روش تولید جاری یک محصول، همواره با بروز مشکلات پیش بینی نشده همراه است. برخی از این موارد می توانند چنان مشکلات بزرگی را پدید آورند که عملاً فرایند تغییر و یا اصلاح را مختل کرده و باعث بروز هزینه های گزاف گردد یا تغییری که در جهت افزایش رضایت مشتری انجام می شود نارضایتی شدید او را در زمینه ای دیگر به وجود آورد. FMEA فن پیش بینی این چنین مسائل و تدبیر اندیشیدن برای آنها در

مراحل اولیه و قبل از بروز است. نیازی به توضیح نیست که یک اصلاح طرح بر روی نقشه چقدر ارزانتر از جمع آوری محصول از بازار یا به دست آوردن اعتبار ازدست رفته است. با استفاده از FMEA می توان از ابتدا فهمید چه مشکلات بالقوه ای پیش رو بوده و هر یک از آنها تا چه اندازه خطرساز هستند و آنها را قبل از اینکه واقعاً به وجود آیند با انجام اصلاحاتی در طرح یا اعمال کنترل های مناسب در ایستگاه های حساس تحت کنترل درآورد. اجرای این روش قبل از اقدام به تولید محصول جدید یا اعمال تغییر در فرایند تولید جاری به میزان چشمگیری از هزینه های اجرا خواهد کاست (قادری و همکاران،۱۳۹۰).

- متدولوژی یا روشی است سیستماتیک که به دلایل زیر به کار می رود:

الف- شناسایی و اولویت بندی حالات بالقوه خرابی در یک سیستم، محصول، فرایند و یا سرویس

ب- تعریف و اجرای اقداماتی به منظور حذف و یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی

پ- ثبت نتایج تحلیل های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات در آینده موارد مطرح شده در هر یک از شرایط زیر اجرا می شود:

- درزمان طراحی سیستمی جدید، محصولی جدید و یا فرایندی جدید.
- زمانی که قرار است طرح های موجود و یا فرایند تولید/ مونتاژ مورد بررسی قرار گیرد.
- زمانی که فرایندهای تولید و یا مونتاژ و یا یک محصول در محیطی جدید و یا شرایط کاری جدید قرار می گیرد.
- برنامه های بهبود مستمر

یکی از عوامل موفقیت FMEA زمان اجرای آن است. این تکنیک برای آن طرح ریزی شده که "یک اقدام قبل از واقعه باشد" نه یک تمرین بعد از آشکار شدن مشکلات". به بیانی دیگر، یکی از تفاوت های اساسی FMEA با سایر تکنیک های کیفی این است که FMEA یک اقدام کنشی (PROACTIVE) است، نه واکنشی (مرادی،۱۳۹۰).

در بسیاری از موارد وقتی با مشکلی مواجه می شویم، ممکن است برای حذف آن اقدامات اصلاحی تعریف و اجرا شود. این اقدامات، واکنشی است در برابر آنچه اتفاق افتاده است. در چنین مواردی حذف همیشگی مشکل، به هزینه و منابع زیاد نیاز دارد، زیرا حرکت از وضعیت موجود به سمت شرایط بهینه اینرسی زیادی خواهد داشت. اما در اجرایFMEA با پیش بینی مشکلات بالقوه و محاسبه میزان ریسک پذیری آنها، اقداماتی در جهت حذف و یا کاهش میزان وقوع آنها تعریف و اجرا می شود. این برخورد پیشگیرانه کنشی است در برابر آنچه ممکن است در آینده رخ دهد و مسلماً اعمال اقدامات اصلاحی در مراحل اولیه طراحی محصول یا فرایند، هزینه و زمان بسیار کمتری در بر خواهد داشت. علاوه بر این، هر تغییری در این مرحله بر روی طراحی محصول یا فرایند به راحتی انجام شده و در نتیجه احتمال نیاز به تغییرات بحرانی در آینده را حذف می کند یا کاهش خواهد داد. اگر FMEA درست و به موقع

اجرا شود، فرایندی زنده و همیشگی است. یعنی هر زمان که قرار است تغییرات بنیادی در طراحی محصول و یا فرایند تولید (یا مونتاژ) انجام گیرد باید به روز شوند و لذا همواره ابزاری پویاست که در چرخه بهبود مستمر به کار می رود. فواید اجرای FMEA بهبود کیفیت، افزایش درجه اطمینان کالا، ایمنی محصولات و کاهش زمان معرفی محصول به بازار می باشد.

دیر رفتن محصول به بازار معمولاً ناشی از بروز مسائل و مشکلاتی در مراحل نهایی طراحی و یا مراحل اولیه تولید است. اجرای FMEA با شناسایی چنین مشکلاتی در مراحل آغازین کار از وقوع آنها جلوگیری می کند.

نیاز به تغییرات ضروری در فرایند و یا محصول در زمان تولید انبوه کاهش می یابد. بهبود تصویر سازمان در نظر مشتری، چرا که مشتری عیوب کمتری را تجربه می کند و موجب افزایش رقابت پذیری سازمان در بازار می شود. کاهش هزینه های مرتبط با محصولات خراب و یا نامنطبق، رواج فرهنگ کار تیمی در درون سازمان. هدف از FMEA در یک فرایند یا محصول، پیش بینی وقوع مشکلات بالقوه است. در واقع این تکنیک در هر مرحله از فرایند، از طراحی تا تولید محصول قابل اجرا می باشد. که به دنبال آن فرایندی قوی و خلل ناپذیر را خواهیم داشت که هرگز با بحران های بی موقع رو به رو نخواهد شد (قادری،۱۳۹۰).

۱-٤- سوالات تحقیق

۱-٤-۱- سوال اصلی

- آیا در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث افزایش بهره‌وری ماشین آلات عمرانی می شود؟

۱-٤-۲- سوالات فرعی

- آیا در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث ارتقای کیفیت ماشین آلات عمرانی می‌شود؟
- آیا در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث بهبود اقتصادی صنعت می‌شود؟
- آیا در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث صرفه جویی اقتصادی صنعت می‌شود؟

۱-۵- اهداف تحقیق

۱-۵-۱- هدف اصلی

- بررسی بهره‌وری ماشین آلات عمرانی در پروژه های بزرگ.

۱-۵-۲- اهداف فرعی

- بررسی ارتقای کیفیت ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ.
- بررسی بهبود اقتصادی ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ.
- بررسی صرفه جویی اقتصادی ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ.

۱-٦- فرضیات تحقیق

۱-٦-۱- فرضیه اصلی

- در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث افزایش بهره‌وری ماشین آلات عمرانی می‌شود.

۱-٦-۲- فرضیات فرعی

- در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث ارتقاء کیفیت ماشین آلات عمرانی می‌شود.
- در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث بهبود اقتصادی صنعت می‌شود.
- در پروژه‌های بزرگ استفاده از تکنیک FMEA باعث صرفه جویی اقتصادی صنعت می‌شود.

۱-۷- اصطلاحات و مفاهیم تخصصی

- **ماشین:**

مجموعه‌ای از قطعات متحرک و ثابت که بر روی شاسی قرار گرفته و برای تسهیل در عملیات عمرانی در کارگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد و بر اساس نوع راهبری به موارد زیر تقسیم می شوند:

- **ماشین با سرنشین:**

ماشینی است خود کشنده که برای راندن دارای کابین و صندلی است و عامل انجام کار پس ازاستقرار روی آن می تواند نسبت به هدایت و کنترل ماشین با ابزار وتجهیزات متصل به آن اقدام نماید.

- **ماشین بی سرنشین:**

ماشینی است خود کشنده با کنترل مستقیم و تجهیزات کنترلی که روی ماشین نصب شده است و عامل انجام کار بصورت پیاده ماشین را هدایت و کنترل مینماید.

- **ماشین کنترل از راه دور:**

ماشینی است که توسط دستگاه‌های کنترل از راه دور به دو روش بی سیم و با سیم هدایت و کنترل می‌شود.

- بهره‌وری :

حداکثر استفاده از منابع فیزیکی، نیروی انسانی و سایر عوامل به روش‌های علمی به طوری که بهبود بهره وری به کاهش هزینه تولید، گسترش بازار ها، افزایش اشتغال و بالا رفتن سطح زندگی همه آحاد ملت، منجر شود. بهره‌وری که یکی از مفاهیم اقتصاد است این گونه تعریف می‌شود: `مقدار کالا و یا خدمات تولید شده در مقایسه با هر واحد از انرژی و یا کار هزینه شده. به عبارت دیگر بهره‌وری عبارتست از به دست آوردن حداکثر سود ممکن با بهره گیری و استفاده بهینه از نیروی کار، توان، استعداد و مهارت نیروی انسانی، زمین، ماشین، پول، تجهیزات، زمان، مکان و...به منظور ارتقای رفاه جامعه. بر خلاف پندار برخی افراد بهره وری فقط برای صنایع نیست بلکه بهره وری سطوح مختلفی دارد و همه افراد در همه سطوح نقش دارند یعنی اینکه افراد می‌توانند با تفکر، ابداعات و نوآوری‌های خود عملاً در چند سطح گوناگون موثر واقع گردند، سطوح مختلف بهره وری عبارت‌اند از:

- سطح فرد
- سطح گروه کاری
- سطح سازمانی
- سطح رشته‌های تجاری، خدماتی، صنعتی و یا کشاورزی
- سطح بخش‌های اقتصادی

- سطح ملی و کشوری

- سطح‌جهانی

در سطوح فردی به دنبال تدابیری برای افزایش بهره وری فردی هستیم و در سطح گروه نیز به دنبال افزایش بهره وری گروه کاری هستیم. بدیهی است که موضوع بهره وری بیشتر در سطوح سازمانی و رشته‌ها مطرح می‌شود و بیشترین ضوابط و شرایط مربوط به بهره وری را می‌توان در آنها مشاهده کرد. چه بسا برخی مشاغل و حتی برخی دستگاه ها به دلیل انجام فعالیت‌های موازی و تکراری بودن وظایف سازمانی در یکدیگر ادغام و برخی از آنها حذف شده‌اند. برخی مواقع ایجاب می‌کند که به دلیل مصالح ملی، برنامه ریزان اقتصادی و سیاست گذاران مثلاً در زمان جنگ دستور دهند کارخانه های کالاهای غیرضروری و لوکس اقدام به همکاری با سایر کارخانه‌های تولید مواد غذایی و حتی کارخانه‌های ساخت جنگ افزار نمایند و تولید کالای خود را تعطیل نمایند. گاهی مصالح عمومی ایجاب می‌کند چند خانه که در مسیر طرح یک شاهراه واقع گردیده خریداری یا معاوضه گردیده و تخریب شوند.

فصل دوم

مبانی تحقیق و مروری بر تحقیقات انجام شده

۲-۱- مقدمه

ماشین آلات عمرانی نقش بسیار مهمی در اجرای پروژه های عمرانی دارند و امروزه تقریباً هیچ پروژه عمرانی را نمی توان یافت که بدون استفاده از ماشین آلات قابل اجرا باشد. دلیل استفاده از ماشین آلات در پروژه های عمرانی، در اجرای صحیح کار با سرعت زیاد و با هزینه پایین نهفته است. علاوه بر این، امروزه به کمک ماشین آلات می توان پروژه های بزرگ را در مدت زمان کمی اجرا کرد که پیش از این امکان پذیر نبود. همچنین برخی مشکلات اجرایی و مخاطرات مربوط، منجر به تولید ماشین های ویژه و سفارشی برای انجام برخی از عملیات های خاص شده است. بنابراین روند موجود در پروژه ها به سمت استفاده هر چه بیشتر از ماشین آلات در عملیات های اجرایی پیش می رود. در این میان انتخاب ماشین آلات بخش مهمی از مراحل اولیه یک پروژه و از وظایف مدیران پروژه است. انتخاب نادرست ماشین آلات، پیامدهای ناخوشایندی مانند افزایش زمان و هزینه پروژه و کیفیت نامطلوب اجرای پروژه را در پی خواهد داشت. اما انتخاب صحیح ماشین آلات به پیشرفت و کیفیت پروژه و حداقل نمودن هزینه ها کمک شایانی خواهد نمود. روند انتخاب ماشین آلات برای هر نوع پروژه عمرانی به مواردی نظیر بازدهی(راندمان)، خصوصیات فنی زمین، هزینه های به کارگیری ماشین و سایر موارد ارتباط دارد. هدف از این تحقیق، ارایه شاخص های کیفی و کمی به منظور تعیین مناسب ماشین آلات برای انجام یک کار عمرانی می باشد. با توجه به اهمیت دارایی های فیزیکی به خصوص ماشین آلات در پروژه های بزرگ راهسازی و معدنی مانند راه، راه آهن، سد، کانال های انتقال آب، نفت وگاز، که به دلیل وابستگی زیاد به ماشین آلات، بیش از نیمی از منابع حاضر در پروژه از جمله منابع مالی به ماشین آلات اختصاص می یابد (بوناتس، ۱۹۹۲) و بی شک یکی از ارکان اساسی در اجرای پروژه های راه سازی و معدنی ماشین آلات و تجهیزات مربوط است (ریاحی و همکاران، ۱۳۸۰). همچنین هزینه های نگهداری و تعمیرات حدود نیمی از هزینه های عملیاتی را به خود اختصاص می دهند (بوناتس، ۱۹۹۲). برای این نوع ماشین آلات همواره نقش نگهداری و تعمیرات بسیار با اهمیت و در زمان بهره برداری و طول عمر ماشین بسیار موثر می باشد (مشکانی و همکاران، ۱۳۹۰) و به تعبیری دستیابی به استانداردهای اجرای پروژه از هر نظر بدون داشتن تجهیزات و ماشین آلات مدرن و نگهداری وتعمیر به موقع آنها، میسر نخواهد بود. مبحث نگهداری و تعمیرات یکی از مباحث مهم در ماشین آلات و تجهیزات پروژه است

که از طرق مختلف منجر به افزایش بهره وری و رشد و توسعه اجتماعی و کارآیی سیستم ها می گردد. چرا که با توجه به کمبود منابع اعم از انرژی، نیروی انسانی، سرمایه و ... می تواند کمک بزرگی در جهت دستیابی به اهداف فوق نماید (ریاحی و همکاران، ۱۳۸۰). البته باید گفت که در چند سال اخیر دگرگونی هایی در نوع و تولید ماشین آلات سنگین رخ داده است که باعث تغییر دیدگاه استفاده کنندگان ماشین آلات شده است (مشکانی و همکاران، ۱۳۹۰) ولیکن با وجود تأثیر فن آوری و تکنولوژی در پیشرفت و ارتقای سطح محصولات و سهولت در امر تولید، تأثیر مستقیم و غیر مستقیم مشکلات زیست محیطی حاصل از این تولیدات مانند زباله های ایجاد شده در اثر اتمام عمر محصولات باعث گردیده شرکت های تولید کننده مکلف به بهبود و بهره برداری از این محصولات شوند (اُنتیورِوس، ۲۰۱٤) با مروری در سایت شرکت های معتبری از قبیل کاترپیلاتر، کوماتسو، ولوو و... نشان می دهد که بازسازی محصولات به حوزه فعالیت همه آنها اضافه شده است.

۲-۲- مبانی نظری

وجود پروژه های عظیم راه سازی، سدسازی، توسعه شبکه راه آهن کشور، زیرساخت پالایشگاه ها، خطوط انتقال نفت و گاز، آب و ...که ورود انبوه دستگاه های راه سازی و معدنی نو و دست دوم به کشور را ایجاب کرده است، تأمین و نگهداری ماشین های راه سازی و معدنی و همچنین تصمیم گیری در خصوص ماشین آلات از کار افتاده در پروژه را با چالشی نوین مواجه ساخته است (انصافپور،۱۳۸٤). تصمیم گیری در مورد نگهداری و جایگزینی بهینه تجهیزات به عنوان یک فضای کار کلیدی جهت کاهش هزینه ها و استفاده بهینه از منابع مورد توجه مدیران و پژوهشگران قرار می گیرد (خیرخواه ثابت قدم، ۱۳۹۱). لذا ابتدا به بررسی تئوری های مرتبط با هزینه های تعمیرات و نگهداری ماشین آلات پرداخته می شود.

۲-۲-۱- تاریخچه ماشین آلات سنگین

شناخت فن آوری نوین ماشین آلات راه سازی و معدنی که تقریباً با فاصله زمانی زیادی نسبت به زمان پدیداری آنها درسطح جهانی به ایران وارد شدند، در نحوه ی نگرش راهبرد و نگهداری این دستگاه ها می تواند بسیار موثر باشد. ماشین آلات مدرن راه سازی و معدنی که از نیمه دوم دهه ۹۰ قرن گذشته به طور گسترده وارد بازار شدند ترکیبی پیچیده از ساز و کارهای مکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی، الکترونیکی و مخابراتی، همراه با یک سیستم پردازنده ی رایانه ای هستند که وظیفه پایش، کنترل و حفظ سوابق وضعیت دستگاه را بر عهده دارند. در برخی از این ماشین ها

سیستم رایانه ای به گونه ای طراحی شده است که می تواند وضعیت ثبت شده در حافظه خود را به یک ماهواره مخابره و در یک مرکز خدمات پس از فروش یا نمایندگی شرکت سازنده دریافت شود. در این حال، حتی امکان متوقف کردن ماشین از راه دور، هنگامی که وضعیت آن خطرناک تشخیص داده شود وجود دارد. وجود کدهای خطا که درصورت بروز عیب روی مونیتور ماشین ظاهر می شود، استفاده از نرم افزارهای تحلیل گر وضعیت مکانیسم های مختلف ماشین، سیستم های هشدار دهنده وضعیت سرویس، دمای آب، روغن موتور، روغن هیدرولیک، ماشین را در یک ارتباط ارگانیک با راننده چه در بهره برداری و چه در نگهداری قرار داده است. به عبارتی، تعبیه ی سیستم های الکترونیکی و رایانه ای این امکان را فراهم آورده است که ماشین بتواند با پیام هایی که به کاربر خود می دهد، وضعیت خود را بیان کرده، بدین وسیله از امکان وقوع خرابی تا حد از کار افتادگی پیشگیری نماید. بدین سان در رژیم عمومی ماشین آلات که مستلزم توقف برنامه ریزی شدهPM به طور گسترده ای به جای نگهداری پیشگیرانه CM سنگین راه سازی، پایش وضعیت ماشین و باز و بست محدود قطعات ماشین بود، نشسته است. بدین سان، به کارگیری ترکیبی رایانه در ماشین آلات عمرانی نه تنها این ماشین ها را دچار دگرگونی های ژرفی ساخته ا ست، بلکه امور مدیریت بر این ماشین آلات و از جمله مدیریت نگهداری آنها را نیز به شدت تحت تأثیر قرارداده است.

دریک نگاه کلی ویژگی های اصلی این دستگاه ها را می توان به شرح زیر بر شمرد:

۱- هوشمندی برمبنای کنترل رایانه ایی، شامل سیستم های هشدار دهنده و خود تنظیم

۲- سیستم های CM قابلیت پایش رایانه ایی وضعیت ماشین شامل عیب یابی الکترونیکی، سیستم پایش وضعیت هشداردهنده و خود تنظیم.

۳- اقتصاد ماشین مصرف بهینه سوخت، افزایش زمان سرویس و بهره وری بالا

٤- اتکا به نیروی انسانی مجهز به دانش و تجهیزات دقیق

۵- توجه جدی به محیط زیست و زیرساخت های مبتنی برنگهداری

٦- قابلیت پایش ماهواره ایی در امور نگهداری و ارائه خدمات پس از فروش

۲-۲-۲- تئوری های مربوط به ارزیابی ماشین آلات سنگین عمرانی

-**عمر اقتصادی تجهیزات:** بر اساس هزینه های ثابت و متغیر، معرف زمانی است که تا آن زمان استفاده از ماشین توجیه اقتصادی دارد (ASAE، ۲۰۰۰).

-**زمان بهینه جایگزینی تجهیزات:** همان زمان عمر اقتصادی تجهیز می باشد که قبل از خرابی های اساسی و همچنین قبل از عدم تأمین کاربری لازم به دلیل پیشرفت های تکنولوژیک مورد محاسبه قرار می گیرد (ASAE، ۲۰۰۰).

-**عمر بهینه و اقتصادی ماشین آلات:** بعد از سپری شدن زمان این عمر اقتصادی، به طور منطقی بایستی یکی از گزینه های جایگزین نمودن، اسقاط نمودن یا بازسازی انتخاب شود. در این راستا، به سه تئوری اصلی، در خصوص نظریه جایگزینی اقتصاد اشاره می شود. تئوری کمینه کردن هزینه ها، تئوری بیشینه کردن سود، تئوری محدود نمودن تعمیرات (حاتمی، ۱۳۸۹).

۱) **تئوری کاهش هزینه:** این تئوری را می توان به راحتی به صورت یک نمودار گرافیکی نمایش داد. هزینه های مرتبط با ماشین آلات را عموماً می توان به دو دسته کلی تقسیم بندی کرد:

- **هزینه های مالکیت**

- هزینه های اولیه (هزینه های راه اندازی)
- هزینه های ثانویه

میانگین هزینه مالکیت که برای هر ماشین پرداخت می شود به ازای گذشت زمان، کاهش می یابد. به عبارت دیگر بیشترین هزینه ای که برای مالکیت یک ماشین پرداخت می شود، در هنگام خرید به مالک آن تحمیل می شود. با گذشت زمان، قیمت خرید ماشین در یک گستره زمانی سرشکن خواهد شد. بنابراین میانگین هزینه های مالکیت سیری نزولی خواهد داشت (حاتمی، ۱۳۸۹) میانگین هزینه های راه اندازی، با گذشت زمان یک سیر صعودی خواهد داشت. به عبارت دیگر یک ماشین نو، به ندرت ممکن است نیاز به تعمیرات داشته باشد. اما یک ماشین در حین انجام کار ممکن است، نیاز به تعمیرات مکرر داشته باشد (روحانی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲) **تئوری بیشینه کردن سود:** تئوری دیگری که درخصوص راه حل، چگونگی جایگزینی ماشین آلات ارائه شده است.

۳) **تئوری محدوده تعمیرات**: این تئوری که با تئوری های پیشین ماهیتاً تفاوت دارد در سال ۱۹٦۷ توسط هاستینگ مطرح شد و به تئوری محدوده تعمیرات معروف است. این تئوری مشخص می کند که محدوده ی مالی که صرف

تعمیرات یک ماشین می شود، در یک بازه زمانی چقدر است و چه ارتباطی بین این هزینه و نوع ماشین، عمر ماشین و موقعیت جغرافیایی کارکرد ماشین وجود دارد (هاستینگ، ۱۹٦۷).

کلیه تئوری های فوق نشان می دهد که از یک زمان به بعد تعمیرات ماشین آلات اقتصادی نمی باشد و ماشین دار باید یکی از گزینه های اسقاط و جایگزین آن با خرید ماشین نو یا بازسازی را انتخاب نماید. به همین جهت در ادامه به تبیین مفاهیم بازسازی و فرآیند آن به عنوان یکی از انتخاب های ماشین دار پرداخته می شود.

بازسازی: بازسازی عملیاتی جهت اعطای زندگی مجدد برای محصولی است که در پایان عمر زندگی خود قرار دارد (ساندین، ۲۰۱۲)

فرآیند بازسازی و نوسازی ماشین آلات: تعمیر اساسی دستگاه و تجهیزات به وسیله انجام مونتاژ، تمیز کاری، بازبینی، آهنگری، تعویض قطعات فرسوده، تعمیر قطعات، رنگ، تست، تحویل و خدمات.

۲-۲-۳-اقتصاد ماشین آلات سنگین عمرانی

صاحب ماشین آلات علاقمند به فراهم آوردن امکانات لازم جهت ایجاد کمترین هزینه برای هر واحد تولید است. برای انجام این موضوع مالک باید از برنامه تعویض ماشین آلات مطلع باشد. اگر مالک آنها را زودتر تعویض نماید، مقداری ضرر بی مورد در سرمایه را باید متحمل شود. در مقابل اگر زیاد صبر کند از زمان بهره برداری اقتصادی ماشین آلات خواهد گذشت. به منظور تعیین بهترین زمان اقتصادی جهت تعویض ماشین آلات باید بایگانی کاملی از هزینه نگهداری و هزینه تعمیرات و زمان خرابی هر ماشین ایجاد شود. مالک باید هزینه های مربوط به مالکیت و بهره برداری از ماشین آلات و تأثیر ادامه کار بر روی این مخارج را مورد بررسی قرار دهد. مخارجی که باید مورد بررسی قرار گیرند عبارتند از:

۱- استهلاک و تعویض ماشین آلات

۲- سرمایه گذاری

۳- نگهداری و تعمیر

٤- زمان بیکاری

۵- مطرودی (از کار افتادگی و اسقاطی)

استهلاک و تعویض ماشین آلات

زمانی که تعویض ماشین آلات مورد بررسی قرار می گیرد، دانستن ارزش نهایی ماشین و هزینه تعویض آن با ماشین مشابه لازم می باشد. به علت افزایش قیمت متوسط ماشین آلات حدود ۵ درصد در سال های گذشته و احتمال ادامه آن در آینده، باید این افزایش بها در تجزیه و تحلیل استهلاک و تعویض در نظر گرفته شود. ارزش نهایی باید مقدار واقعی باشد که هنگام معامله برای تعویض ماشین آلات بتوان آنرا فروخت (مشکانی،۱۳۹۰).

هزینه های سرمایه گذاری

برای به دست آوردن سرمایه گذاری یک نسبت درصد کلی که نماینده سرمایه گذاری مالیات ها و بیمه می باشد، در قیمت ماشین آلات ضرب می شود تا مخارج سالیانه برای اقلام فوق به دست آید.

هزینه های نگهداری و تعمیرات

به علت تغییرات زیاد در هزینه نگهداری و تعمیرات که به وضعیت کاری ماشین آلات وابسته است، داشتن یک بایگانی دقیق برای این نوع هزینه ها بسیار مهم می باشد.

هزینه زمان بیکاری

زمان بیکاری عبارت از زمانی است که ماشین در اثر خرابی کار نمی کند، زمان بیکاری با سنوات خدمت ماشین رابطه مستقیم دارد. آمادگی عبارتست از زمانی که ماشین مشغول تولید واقعی است یا آماده برای تولید می باشد و بر حسب درصد بیان می شود. برای مثال اگر ماشینی ۵ درصد از زمان بیکار باشد، آمادگی کار آن ۹۵ درصد است. نیروی تولید عبارت است از مقیاس اندازه گیری توانایی تولید ماشین آلات در وضعیت معمولی. اگر نیروی تولیدی ماشین در اثر استفاده از آن کاهش پیدا کند، تأثیر این کاهش باعث افزایش هزینه تولید و در نتیجه باعث افزایش هزینه ساعتی در صورت ادامه کار با ماشین می گردد.

هزینه مطرودی (از کارافتادگی و اسقاطی)

سابقه ماشین آلات ساختمانی نشان می دهد که پیشرفت های مستمر در جهت استفاده از ظرفیت تولید باعث کاهش هزینه تولید گردیده است. استفاده از این پیشرفت ها که فقط با تعویض ماشین آلات قدیمی با ماشین آلات جدید عاید می شود، باعث کاهش تمایل به ادامه مصرف ماشین آلات قدیمی گردیده است. برای مثال اگر یک ماشین جدید بتواند

هزینه تولید را ده درصد کاهش دهد، وقتی که با هزینه تولید ماشین موجود مقایسه می گردد، ملاحظه می شود که ماشین موجود باید ضرری به ارزش ده درصد را متحمل شود. این مبلغ به عنوان ضرر مطرود شدن تعریف می شود. کوتاهی در استفاده از مزیت تقلیل هزینه تولید در اثر استفاده از ماشین آلات جدید باعث افزایش غیر ضروری هزینه تولید برای صاحب ماشین آلات قدیمی می گردد (انصافپور، ١٣٨٤).

٢-٢-٤- عوامل مؤثر در انتخاب ماشین آلات

بازدهی ماشین آلات را می توان با روش علمی و یا با روش رایج آن تعریف نمود:

تعریف علمی بازدهی عبارت است از نسبت مقدار کار انجام شده توسط ماشین به مقدار کار قابل انجام توسط آن. با توجه به این تعریف، بازدهی همیشه عددی بین۰ تا ۱ و در صورتی که با درصد نشان داده شود بین ۰ تا ۱۰۰٪ باشد.

تعریف رایج: بازدهی برابر است با مقدار کار انجام شده توسط ماشین در واحد زمان. این تعریف، همان تعریف علمی توان است که نشان دهنده ی قدرت و توانایی ماشین در انجام مقدار کار مشخص در واحد زمان می باشد. این تعریف استفاده و رواج بیشتری در کارهای عمرانی دارد. زمانی که یکی از دست اندر کاران کارگاه های عمرانی این جمله را بیان می کند: بازدهی ماشین الف بیشتر از ماشین ب است منظور این است که ماشین الف توان و کارآیی بیشتری از ماشین ب برای انجام کاری مشخص و تعریف شده در زمان مشخص دارد. بازدهی ماشین آلات به عوامل مختلفی مانند نوع و ساخت ماشین، شرایط فیزیکی، اپراتورها و نحوه ی مدیریت کلی و هماهنگی بین عوامل کار، بستگی دارد. به این ترتیب، دو تعریف جدید دیگر نیز مطرح می شود:

- **بازدهی حداکثر**: هرگاه بین کلیه ی عوامل کار، هماهنگی و همکاری کافی و کامل وجود داشته باشد و شرایط فیزیکی نیز آماده باشد، بازدهی ماشین آلات به حداکثر مقدار ممکن خود می رسد که اصطلاحاً آن را بازدهی حداکثر می گویند.

- **بازدهی عادی**: در شرایط عادی به علت تأثیر عواملی از قبیل نقص در ایجاد هماهنگی و توقف های کوتاه و نظایر آن، بازدهی پایین تری حاصل می گردد که آن را بازدهی عادی می گویند.

با بررسی این دو تعریف می توان نتیجه گرفت که در واقع بازدهی علمی یک ماشین برابر است با نسبت بازدهی عادی به بازدهی حداکثر. همان طور که گفته شد، عوامل مختلفی در بازدهی ماشین آلات تأثیر دارند که یا به صورت آشکار و یا پنهان اثر خود را نشان می دهند. این عوامل عبارتند از:

-تأثیر ارتفاع کارگاه

ارتفاع از عوامل مهم و موثر بر بازدهی ماشین آلات است که این عامل به طور مستقیم بر روی نیروی محرکه هر ماشین تأثیر می گذارد. برای بررسی این عامل ابتدا انواع روش های تأمین نیروی محرکه مورد بررسی قرار می گیرد: نیروی محرکه یا جلو برنده ابزار و ماشین آلات به سه روش تأمین می گردد:

الف) نیروی انسانی: بعضی از ماشین آلات و ابزارها توسط نیروی انسانی کار می کنند مانند : بیل، کلنگ، چکش، برخی جراثقال های کوچک نظیر تی فور.

ب) موتورهای الکتریکی: بعضی از ماشین آلات توسط نیروی الکتریسیته کار می کنند، مانند دریل های برقی. بعضی از ماشین آلات بزرگ نیز با الکتروموتور کار می کنند، مانند دستگاه حفاری تونل.

ج) موتورهای احتراقی: بخش عمده ای از ماشین آلات مورد استفاده در کارهای عمرانی از موتورهای احتراقی استفاده می کنند که با بنزین و یا گازوییل کار می کنند. این موتورها برای انجام کار احتیاج به هوا دارند. عمل تأمین هوای این موتورها را اصطلاحاً تنفس می گویند (خدابخشی،۱۳۸۷).

۲-۲-۵- هزینه های تهیه، به کارگیری و نگهداری ماشین آلات

در مباحث آنالیز اقتصادی یک ماشین ساختمانی در درجه اول در مورد تخمین مخارج مالکیت و مخارج عملکرد آن بحث می شود و در ضمن سعی می گردد که عمر بهینه ی یک ماشین از نظر اقتصادی تخمین زده شود. مخارج کارکرد و تملک ماشین آلات بر حسب مخارج ساعتی آن برآورد می شود. مخارج هزینه شده را می توان از تقسیم مخارج ساعتی ماشین بر کارکرد ساعتی آن تعیین نمود. رقم تخمینی برای مخارج کارکرد ماشین آلات به منظور استفاده در برآورد مبلغ مناقصه توسط پیمانکاران به کار می رود. البته محاسبه دقیق آن برای کنترل هزینه کارگاه و حسابداری پیمانکاری ضروری است. از سوی دیگر آنالیز اقتصادی می تواند در مورد جابجایی و تعویض یک دستگاه ماشین به کار رود و معمولاً این هدف را دنبال می کند که مدت زمانی را برای عمر ماشین تعیین نماید که با آن عمر، سود حاصل از کار ماشین حداکثر شود. همیشه بخشی از طول زمان تملک ماشین که بیشترین بهره را می دهد از عمر اقتصادی ماشین کمتر می باشد. اغلب انتخاب مناسب ترین ماشین آلات مسأله ای است که پیمانکاران برای اجرای پروژه با آن مواجه اند. مخارجی که برای خرید ماشین آلات ساختمانی هزینه می شود، باید به عنوان سرمایه ای در نظر گرفته شود که این سرمایه را بتوان با مقداری سود در مدت طول عمر مفید ماشین آلات بازگرداند. پیمانکار باید قادر باشد پول خرید ماشین آلات را از محل

درآمد حاصل از به کارگیری آن تأمین کند. بنابراین اگر در ابتدا مشخص شود که درآمد حاصل از ماشین از مقدار سرمایه گذاری کمتر می شود، نباید چنین ماشینی خریداری شود (ریاحی،۱۳۸۰).

۲-۲-٦- هزینه های بهره برداری ماشین آلات

بهترین روش برای تخمین هزینه های مالکیت و بهره برداری توسط پیمانکار استفاده از اطلاعات دقیق ثبت شده از ماشین آلات قبلی است. اگرچه نمی توان اطمینان دقیق داشت که ماشین آلات مشابه دارای هزینه های مشابهی باشند، به خصوص اگر در کارهای مختلف و در زمان های مختلف به کار برده شده باشند. با این همه اگر بانک اطلاعاتی جامع، کامل و دقیقی از تجارب در اختیار باشد، می توان با دقت خوبی به تخمین این هزینه ها اقدام کرد. عوامل نحوه ی تحویل ماشین آلات به پیمانکار، دشواری کار، تعداد ساعات مورد بهره برداری در سال، عمر مفید سالیانه ماشین، میزان مهارت اپراتور هر ماشین، نگهداری مناسب و تعمیر به موقع آن و وضعیت بازار فروش ماشین آلات دست دوم در زمان فروش آنها بر روی هزینه ماشین آلات تأثیر دارد. اما در حالت کلی هنگامی که ماشین آلات برای اولین بار خریداری می شوند، ارزیابی هزینه های آنها شامل دو بخش کلی تملک و بهره برداری می باشد.

- **هزینه های تملک**

هزینه استهلاک

استهلاک طبق تعریف عبارت است از کاهش ارزش ماشین آلات به دلیل استفاده در کارگاه و یا گذشت زمان از تاریخ تولید ماشین. پیمانکار باید به گونه ای برنامه ریزی کند که استهلاک ماشین آلات را در طول عمر مفیدشان جبران نماید. قیمت کل یک دستگاه ماشین شامل خرید، هزینه حمل و نقل آن و هزینه بارگیری و تخلیه می باشد. این ارزش کل از زمانی که ماشین تحویل گرفته شده به دلیل استفاده و گذشت زمان کاهش می یابد. این کاهش نشان دهنده ی بازگشت هزینه است و در حساب های دفتری و حسابداری به عنوان یک هزینه وارد شده و از دارایی های مشمول مالیات کاسته می شود. تخمین نرخ استهلاک ماشین به منظور تعیین هزینه ساعتی کارکرد آن ضروری است. بنابراین با استفاده از فرمول های مختلف باید میزان استهلاک ساعتی محاسبه شود. به صورت خیلی ساده می توان استهلاک ساعتی را هزینه ماشین بخش بر ساعات کاری مورد انتظار آن در نظر گرفت (محمدی،۱۳۹۰).

ارزش اسقاطی

ارزش اسقاطی ارزش یک ماشین پس از استهلاک کامل آن است که می تواند قیمت فروش واقعی یا ارزش آن برای پیمانکار هنگام اتمام عمر اقتصادی آن باشد. ارزش اسقاطی بسته به نوع ماشین، تنوع کاربرد آن در کارگاه های مختلف، وضعیت ظاهری و فنی ماشین و وضعیت بازار فروش ماشین آلات دست دوم و غیره متفاوت است که معمولاً بین ۵ تا ۲۰ درصد ارزش اولیه ماشین در نظر گرفته می شود.

- **هزینه های بهره برداری**

هزینه های بهره برداری از تجهیزات و ماشین آلات در بیشتر مواقع شامل موارد زیر خواهد بود:

سوخت: هزینه سوخت و جابجایی آن

روغن کاری: هزینه روغن، گریس، تجهیزات روغن کاری و کارگر

نگهداری و تعمیر: قطعات، پشتیبانی، تجهیزات کارگاه و نیروی انسانی

نیروی کار: اپراتور ماشین، کارگر تعویض روغن، کمک کار و ناظرین

-سوخت: هزینه سوخت با قدرت، نوع و شرایط موتور، نوع و شرایط تجهیزات و نوع کار و درجه سوخت فرق می کند. هزینه های سوخت بسته به قیمت نفت خام، فاصله از منبع، مقادیر تحویل شده، تقاضای فصلی و مالیات اعمالی متفاوت است. مقادیر تحویلی می تواند بسیار مهم باشد. هر چه مقادیر تحویلی بیشتر باشد قطعاً پول کمتری برای سوخت پرداخت خواهد شد. در ایران رسم بر این است که در کارگاه های بزرگ پیمانکار پمپ بنزین احداث می کند و شرکت نفت نیز در مقابل نسبت به برقراری سهمیه و تحویل آن در کارگاه اقدام می کند که قیمت آن کمی بیشتر از قیمت مصوب است. در غیر این صورت پیمانکار خود موظف به خرید سوخت و انتقال آن به کارگاه با تانکر است. البته در هزینه سوخت باید هزینه انتقال آن به جبهه های کاری با تانکرهای کوچک (وانت بار) را نیز در نظر گرفت (انصافپور،۱۳۸٤).

۲-۲-۷- ارتباط حجم عملیات با تعداد ماشین آلات

برنامه ریزی یک واژه کلی است که مراحل و اهداف آن بسته به نوع برنامه ریزی متفاوت است. روند برنامه ریزی مهم ترین اصل در موفقیت پروژه های ساخت است. تجربه نشان می دهد که هزینه پروژه هایی که با برنامه ریزی ضعیف انجام می شوند، تا ۵۰ درصد بیشتر از مواردی است که با برنامه ریزی مناسب به پایان رسیده اند. در حال حاضر تجربه و روش های سنتی بالاترین سهم را در برنامه ریزی پروژه های مختلف عمرانی بر عهده دارند. سیستم های مهندسی عمران سعی می کنند تا چارچوب هایی پایه ای را، نه به منزله جایگزینی برای تجربه بلکه برای افزایش کارایی آن، به منظور یک تصمیم گیری نظام مند فراهم نمایند. با استفاده از یک مهندسی سیستماتیک باید بتوان رفتار پروژه طراحی شده مهندسی عمران را تحت شرایط کاری آن تحلیل و پیش بینی نمود. این کار به طور معمول از طریق ساختن مدل ریاضی مناسبی که در بردارنده ی قوانین معلوم فیزیکی است، صورت می گیرد. حل این مدل ریاضی به یافتن مقادیر عددی برای پارامترهای رفتاری سیستم منجر می شود. فرایند تصمیم گیری نظام مند را می توان به صورت چهار سئوال زیر مطرح کرد :

۱. چه تصمیماتی باید گرفت؟

۲. این تصمیمات چه ارتباطی با یکدیگر دارند و عوامل خارجی محدود کننده ی آنها کدام است؟

۳. چه معیاری برای تعریف خوبی یا بدی تصمیم گیری ها وجود دارد؟

٤. چگونه می توان بهترین تصمیمات را گرفت؟

سوالات بالا روش تصمیم گیری نظام مند را تعریف می کنند. با جواب دادن به این سئوالات می توان به اطلاعات کافی برای تصمیم گیری خوب همچون متغیرهای تصمیم، مجموعه روابط بین متغیرهای تصمیم، معیار کارایی تصمیمات به صورت تابعی از این متغیرها و سرانجام روش حل مدل دست یافت (حاتمی،۱۳۸۹).

۲-۲-۸- تأمین ماشین آلات از طریق خریداری و محاسبه مخارج ساعتی تملک و بهر ه برداری

خرید ماشین آلات دارای چندین مزیت به شرح زیر است:

۱. در صورتی که ماشین به اندازه کافی مورد استفاده قرار گیرد، در دراز مدت نسبت به اجاره اقتصادی تر خواهد بود.

۲. دسترسی به ماشین در هنگام نیاز، سریع تر و آسان تر است.

۳. به دلیل تملک، صاحب ماشین آلات، آنها را در وضعیت مکانیکی بهتری نگهداری می کند.

خرید ماشین آلات معایب زیر را نیز دارد:

۱- خرید ماشین ممکن است در مواردی گران تر از اجاره تمام شود.

۲-سرمایه هزینه شده برای خرید ماشین آلات می تواند در قسمت های دیگری که دارای بازده بالاتری است صرف شود.

۳- تملک ماشین توسط پیمانکار ممکن است عامل بازدارنده ای برای بسنده کردن به استفاده از همان نوع ماشین آلات درمقایسه با دیگر ماشین آلات دارای بازده و قابلیت های بیشتر باشد.

٤- معمولاً تملک ماشین آلات باعث استفاده از آنها در مدتی بیشتر از عمر اقتصادیشان می شود که در نتیجه هزینه کار به طور صعودی افزایش می یابد (خیرخواه ثابت قدم،۱۳۹۱).

۲-۲-۹- بررسی مخارج تملک ماشین آلات و مقایسه آن با روش های دیگر

پیمانکاران و سایر مصرف کنندگان ماشین آلات ساختمانی دائماً در برابر این تصمیم قرار دارند که آیا ماشین آلات را خریداری یا اجاره نمایند. تحت شرایط خاصی خریداری ماشین آلات دارای مزایای اقتصادی زیادی است، در صورتی که ممکن است تحت شرایط دیگر کرایه ی آنها اقتصادی تر و موفقیت آمیزتر باشد. یک پیمانکار ممکن است تصمیم بگیرد تمام یا قسمتی از ماشین آلات مورد نیاز خود را در یک پروژه به دلیل مدت زمان کوتاه انجام کار، عدم اطمینان از وجود کار در آینده یا فقدان سرمایه کافی اجاره نماید. مسائلی که در کرایه ماشین آلات باید مورد توجه قرار گیرند، هزینه و تعمیرات ماشین آلات کرایه ای است. (ریاحی،۱۳۸۰)

هزینه کرایه ماشین تحت تأثیر میزان تقاضا برای آن، وضعیت ماشین و موقعیت اقتصادی طرفین می باشد. هزینه ها معمولاً بر پایه میزان کارکرد ساعتی ماشین محاسبه می شود. میزان کارکرد را می توان از روی گزارشات پیمانکار یا گزارش ناظر یا از روی شمارنده ی کارکرد موتور و یا ترکیبی از این روش ها تعیین نمود. تعمیرات جز مسائل اساسی در هر توافق نامه اجاره ماشین آلات می باشد. بسته به عرف محلی و نوع و شرایط تجهیزات، خط مشی مالکین ماشین آلات متفاوت خواهد بود. مالک باید بازدیدهای فنی و تعمیرات اساسی را به موقع انجام دهد تا ماشین در دوره ی اجاره

بتواند بدون نقص فنی قابل ملاحظه به کار بپردازد. موجر نیز باید تمامی تعمیرات جزئی، خسارات ناشی از استفاده ی غیر صحیح یا تعویض لوازم مصرفی مانند کابل ها، تیغه های برش و سایر قطعات در معرض سایش را بر عهده گیرد و ماشین را به همان فرم اولیه صرف نظر از فرسایش طبیعی به مالک بازگرداند (نیکنام، ۱۳۹۰).

روش انتخاب شده باید به گونه ای باشد که بتواند مصرف ماشین آلات را با کمترین مخارج کل تأمین نماید. هر کدام از روش ها دارای محاسن و معایبی هستند که باید قبل از تصمیم گیری مورد بررسی قرار گیرند. اگر هزینه، تنها عامل مورد نظر باشد، یک تحلیل اقتصادی متعارف هزینه/ سود با هر کدام از روش ها جوابگو خواهد بود. اگر عوامل دیگری باید مورد نظر قرار گیرند، ابتدا باید آنها را ارزیابی کرد و سپس در هزینه جهت کمک به تصمیم گیری منظور نمود. تصمیم صحیح برای یک پیمانکار ممکن است برای پیمانکار دیگر مفید نباشد.

۲-۲-۱۰- کاربردهای FMEA در صنعت ساخت ماشین آلات سنگین

افزایش رقابت، افزایش توقعات و تقاضاهای مکرر مشتری و تغییرات سریع فناوری، باعث افزایش سریع تعهدات تولیدکنندگان امروزی شده است. هر کمبود و انحراف در عملکرد محصول، باعث از دست دادن سهم بازار می شود. این عوامل موجب شده که امروزه سازمان ها به استفاده از این تکنیک روی آورند تا به کمک آن مطمئن شوند محصولی بی عیب و قابل رقابت روانه بازار می کنند.

FMEA متدلوژی یا روشی است سیستماتیک که به دلایل زیر به کار می رود:

الف- شناسایی و اولویت بندی حالات بالقوه خرابی یک سیستم، محصول، فرآیند و یا سرویس.

ب- تعریف و اجرای اقداماتی به منظور حذف و یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی.

پ- ثبت نتایج تحلیل های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات فرآیند.

FMEA تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون در پیشگیری قبل از وقوع است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی به کار می رود. توجه به این تکنیک بر بالا بردن ضریب امنیت و در نهایت رضایت مشتری. از طریق پیشگیری از وقوع خرابی است (قادری، ۱۳۹۰).

یکی از عوامل موفقیت FMEA زمان اجرای آن است. این تکنیک در اصل «یک اقدام قبل از واقعه» نه «یک تمرین بعد از آشکار شدن مشکلات» می باشد. به بیانی دیگر، یکی از تفاوت های اساسی FMEA با سایر تکنیک های کیفی این است که FMEA یکی اقدام کنشی است نه واکنشی.

در حال حاضر بیشترین کاربرد FMEA شامل موارد زیر است:

۱- طراحی سیستم ها و زیرسیستم ها از ابتدایی ترین مراحل (System-FMEA)

۲- طراحی قطعات جدید و یا اعمال تغییرات در طرح های جاری (Design-FMEA)

۳- طراحی و یا توسعه فرآیندهای تولید یا مونتاژ (Process-FMEA)

٤- طراحی ماشین آلات (Machinery-FMEA)

در دهه ۱۹۵۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش بینی در صنعت هوا-فضا، علت اصلی پیدایش FMEA شد. چندی بعد این روش به عنوان ابزاری کلیدی برای افزایش ایمنی فرآیندهای صنایع شیمیایی مطرح شد و از آن به بعد، هدف از اجرای FMEA پیشگیری از تصادفات و اتفاقات تعریف شده است **(قادری،۱۳۹۰)**. FMEA در هر یک از شرایط زیر اجرا می شود:

- درزمان طراحی سیستمی جدید، محصولی جدید و یا فرآیندی جدید .
- زمانی که فرآیندهای تولید و یا مونتاژ و یا یک محصول در محیطی جدید و یا شرایط کاری جدید قرار می گیرد.
- برنامه های بهبود مستمر

تأثیر FMEA بر نرخ خرابی‌محصول

استفاده از FMEA در مراحل مختلف، موجب کاهش نرخ خرابی محصول در زمان مصرف می شود.

- اجرایDesign/ System- FMEA: فرآیند طراحی را با کاهش میزان ریسک خرابی، استحکام می بخشد. همچنین با تصحیح نقص ها و اشکالات طراحی محصول (یا سیستم)، میزان خرابی را در دوره "عمر مفید" کاهش داده و شکست های محتمل در زمان فرسودگی را نیز به تعویق می اندازد.

- اجرای Process- FMEA: عوامل بالقوه خرابی فرآیند ساخت یا مونتاژ را که منجر به تولید محصول نامناسب می شود، شناسایی می کند و لذا فرآیند ساخت و تولید محصول را با کاهش ریسک خرابی، استحکام می بخشد . PFMEA با اصلاح نقص های فرآیند ساخت و یا مونتاژ، نرخ خرابی های محصول را در دوره "عمر آغازین" محصول کاهش می دهد .

- **مراحل تهیه** FMEA

۱. تهیه FMEA نیازمند فعالیت تیمی است. تعداد ترکیب افراد در تیم FMEA به پیچیدگی فرآیند یا محصول تحت بررسی بستگی دارد. اما معمولاً بیش از ٦ نفر توصیه نمی شود. در صورت پیچیدگی محصول یا فرآیند بهتر است کمیته های متعددی تشکیل شوند و هر تیم فرعی، قسمتی از موضوع را به عهده بگیرد. تیم ها از افراد خبره که بیشترین شناخت را از محصول/فرآیند دارند، تشکیل می شود. افرادی چون مهندسین و متخصصین طراحی، ساخت و مونتاژ، کیفیت، خدمات پس از فروش، بازاریابی و تدارکات. این تیم ها از مراحل آغازین کار تا زمان اجرای اقدامات پیشنهادی و بررسی نتایج آنها و نهایتاً تکمیل FMEA مسئولیت تمام فعالیت های مربوط را به عهده دارند. یکی از فواید این رویکرد تیمی این است که هر فعالیتی که تعریف می شود همواره مورد توافق همه ی واحدهای سازمان خواهد بود و بنابراین اجرای آنها هیچ گونه مشکل و یا مقاومتی را در پی نخواهد داشت.

برای استفاده از FMEA در بررسی و تحلیل خدمات باید موارد زیر انجام شده باشند:

- تهیه یک فرم مناسب: در این مورد، فرمی به صورت استاندارد وجود ندارد و هر سازمان می تواند باتوجه به نیاز خود فرمی تهیه کند.

- تعیین دستورالعمل هایی برای تعیین رتبه های شدت، وقوع و تشخیص. این دستورالعمل ها نیز استاندارد نیست و هر سازمان با توجه به اطلاعاتی که در درون سازمان وجود دارد و یا بر اساس نیازمندی های سازمان، آنها را تهیه می کند و ممکن است کمی و یا کیفی باشند (مرادی،۱۳۹۰).

۲-۳- پیشینه تحقیق

۲-۳-۱- پیشینه داخلی

ریاحی و علیمردانی (۱۳۸۳)، تحقیقی تحت عنوان، مهندسی نگاهداشت پیشگیرانه در ماشین آلات و تجهیزات راه سازی وراهداری انجام دادند که در آن به بررسی امکان سنجی و پیشنهاد استقرار آن در پروژه های کاربر ماشین آلات و تجهیزات راه سازی و راهداری و راهسازی و معدنی در کشور و ذکر پاره ای از خسارت های وارده بر اثر نبود سیستم جامع و مفید نگاهداشت پیشگیرانه و در مراحل بعدی مطالعه مکانیزم های انجام تأثیرات آن در روند نگاهداشت، اندازه گیری میانگین زمانی در اذهان ایجاد PM خرابی ها و موارد مشابه پرداخته اند و در نهایت به این تیجه رسیدند که موضوع تفکر ایجاد سیستم جامع و درصدی هر چند جزئی در یک سیستم یا دستگاه اما در سطح کلان در بهبود وضعیت ماشین آلات مؤثر خواهد بود (ریاحی و علیمردانی، ۱۳۸۳).

خدابخشیان و همکاران (۱۳۸۷)، در پژوهشی تحت عنوان، مهندسی نت پیشگیرانه و پایش وضعیت در ماشین های راه سازی، تمامی روش های مطرح در اتوماسیون نت را مورد بررسی قرار داده و اهمیت آن ها را با ذکر نتایج یک مطالعه

موردی نشان داده اند. نتایج حاصله مؤید این مطلب است که با برقراری یک برنامه مؤثر پایش وضعیت می توان تا ۵۰ ٪ مخارج تعمیراتی را کاهش داد.

حاتمی و مفاخری (۱۳۸۹)، در پژوهش خود تحت عنوان، مدیریت ماشین آلات راه سازی و معدنی با استفاده از مدل تجمیع هزینه ها، به شناسایی و تبیین یک مدل رگرسیون پرداختند تا به وسیله آن بتوانند هزینه های تعمیرات ماشین را بر حسب ساعات کارکرد، پیش بینی نمایند. اطلاعات به دست آمده در تحقیق از ۲۷۰ ماشین راه سازی که مربوط به ٤ شرکت متفاوت بوده است، استخرا ج شده است و در این خصوص ۱۹ مدل خطی و غیر خطی متناسب با این داده ها مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت یک معادله از ۱۹ مدل یاد شده، به عنوان بهترین مدل، انتخاب گردید.

خیرخواه ثابت قدم و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه خود تحت عنوان ، مدلی برای تعیین عمر اقتصادی ماشین آلات به روش آنالیز هزینه چرخه عمر، که برای ۷۳ لودر کوماتسو ٤۷۰ مشخص کردند. کارگیری لودر های دو شیفت در سال، روزانه ۵ ساعت و ۲۰ دقیقه و میانگین لودر های تک شیفت ٤ ساعت و ۲۵ دقیقه در روز بود. با اجرای مراحل مدل پیشنهادی در قالب یک مطالعه موردی، عمر اقتصادی لودر ها ۵ سال محاسبه گردید که با محاسبه آنالیز حساسیت انجام گرفته بدون در نظر گرفتن هزینه های خواب، عمر اقتصادی به۹ سال افزایش پیدا کرد. همچنین با داده کاوی لودر های مورد مطالعه، نتایج، نیاز سازمان را در به کارگیری از استراتژی های صحیح، برای نگهداری و تعمیرات و اعمال مدیریت برنامه ریزی زمانی مناسب تر، جهت افزایش عمر اقتصادی لودر ها اثبات کرد.

سبط و شاه حسینی(۱۳۸۷)، در پژوهشی با عنوان به کارگیری مدل های مدیریت تکنولوژی برای ارزیابی ماشین آلات ساختمانی به این نتیجه رسیدند که امروزه با وجود بسیاری از اجزای تکنولوژی در داخل کشور، اعم از انبوه نیروی انسانی جوان و متخصص، ماشین آلات پیشرفته موجود و نیر توسعه نسبی دانش‌های فنی مستند و سیستم‌های اطلاعاتی، هنوز پروژه‌های راه سازی و معدنی کشور به درجه ی شایسته و مطلوب از بهره‌وری دست نیافته است. یکی از راهکارهای مدیریت پروژه برای افزایش بهره وری در مرحله ساخت، انتخاب بهینه و ارزیابی صحیح ماشین آلات ساختمانی می‌باشد. در پژوهش انجام شده ضمن بررسی و بیان ساختار مدل‌های ارزیابی تکنولوژی در ادبیات مدیریت تکنولوژی و با شناسایی نقاط قوت و ضعف تکنولوژیک و استفاده از مدل‌های چون اطلس، ارزیابی شکاف مستقیم Porterبه ارزیابی وضعیت و توانمندی ماشین آلات ساختمانی در پروژه‌های راه سازی و معدنی به عنوان یک تکنولوژی پایه در این صنعت پرداخته شده و در نهایت تحقیق انجام شده به نتایج قابل تأملی درجهت افزایش بهره وری به واسطه ممیزی صحیح ماشین آلات دست یافته است.

نیکنام و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی کاربرد تکنولوژی RFID در مدیریت کارآمد ماشین آلات ساختمانی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در اکثر پروژه‌های ساخت، مدیریت کارگاه و ماشین آلات نقش موثر و تعیین کننده‌ای در زمان و هزینه تمام شده پروژه خواهد داشت. مدیریت صحیح و مناسب بر ماشین آلات و مصالح برای بازدهی و سودآوری بیشینه، امروزه بیش از هر زمان دیگری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به انواع فعالیت‌ها و عوامل گوناگون تأثیرگذار در پروژه‌های راه سازی و معدنی، جمع آوری و سازماندهی دقیق اطلاعات مربوط به فعالیت‌ها و نحوه ی انجام آنها همواره به عنوان یکی از مشکلات مدیران ساخت به شمار رفته است. تکنولوژی RFID به عنوان راهکاری جهت حل این مشکل در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. چگونگی استفاده و بهره گیری از فناوری RFID به منظور دستیابی به رویکردی مناسب و کارآمد جهت جمع آوری و سازماندهی دقیق اطلاعات و در نتیجه مدیریت صحیح ماشین آلات و مصالح ساختمانی هدف اصلی این بررسی بود.

منصوری خاکی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در پژوهشی با عنوان به کارگیری فناوری اطلاعات در مدیریت ماشین آلات راه سازی و معدنی به مطالعه موردی، نرم افزار CMMS مورد استفاده در شرکت پارس گرم پرداختند. با توجه به پیشرفت روز افزون کلیه ی صنایع و به کارگیری متدها و رهیافت‌های جدید در کارهای خود، مهندسی عمران نیز از این قضیه مستثنی نبوده و از این قافله عقب نمانده و با ورود و استفاده از سایر تکنولوژی‌ها و روش‌ها، سعی درافزایش بازدهی و بهره وری فعالیت‌ها و پروژه‌های خود نموده است. با توجه به این نکته، دریافت شده که استفاده و پیاده سازی فناوری اطلاعات در مقوله ساخت و ساز سبب تأثیر مثبت و افزایش بازدهی و بهروری گردیده است. در تحقیق انجام شده سعی شده لزوم استفاده از فناوری اطلاعات در مدیریت کارهای راه سازی و معدنی، بالاخص در مدیریت ماشین آلات راه سازی و معدنی تشریح گردد.

محمدی در سال ۱۳۹۰ در پژوهشی با عنوان سهم نگهداری و تعمیرات ماشین آلات در هزینه های پروژهای عمرانی سعی نمود از یک زاویه جدید به اهمیت به کارگیری روش‌های نوین نگهداری و تعمیرات ماشین آلات در پروژه‌های عمرانی بپردازد. ارزیابی کلی از وضعیت پروژه‌های بزرگ عمرانی در کشور به وضوح فقدان نگرش و رویکرد علمی به مقوله کنترل و مدیریت پروژه را نمایان خواهد ساخت. به طور یقین نگرش پیمانکارانه به کنترل پروژه به جای نگرش مهندسی یکی از عوامل مهم افت محسوس بهره وری و در نهایت افزایش قیمت تمام شده ی پروژه‌های عمرانی بزرگ می‌باشد. در بررسی انجام شده فقر موجود در سازماندهی ماشین آلات عمرانی در کارگاه های ساختمانی به عنوان یکی از شاخص‌های بارز عدم وجود رویکرد علمی و کارشناسی در کنترل و مدیریت‌های پروژه های عمرانی مطرح شده است. با توجه به تنگناهای موجود در زمینه سود دهی اجرای پروژه‌ها ی بزرگ عمرانی کشو ر، کاهش

هزینه‌های ناشی از ماشین آلات به عنوان یک راه حل مناسب جهت افزایش بهره وری و در نتیجه سوددهی قابل تأمل می‌باشد. برای افزایش بهره وری ماشین آلات و کاهش هزینه‌های راهبری آنها استفاده از متدهای نوین نگهداری و تعمیرات اجتناب ناپذیر می‌نماید. روش مراقبت وضعیت از طریق آنالیز روغن Condition monitoring به عنوان یک تکنیک برتر موثر و ساده ، قطعاً پاسخ مناسبی به دغدغه‌های مدیران پروژه‌ها در زمینه مدیریت و راهبری مناسب ماشین آلات می‌باشد.

۲-۳-۲-پیشینه خارجی

گانگ و ایکس لیانگ[۱] در سال ۲۰۱٤ در پژوهشی به بررسی کارایی و طراحی بهینه سازی ماشین آلات راه سازی و معدنی (حفاری چرخشی) در شرایط سخت پرداختند. دستگاه حفاری چرخشی به دلیل کارایی، سرعت، محافظ محیط زیستی، کیفیت ساخت حفره و دیگر مزایا به سرعت مورد توجه در پروژه های راه سازی و معدنی قرار گرفت. اما در حفاری صخره های سخت مشکلاتی به وجود می‌آید، مثل عمر خدمات پایین در موقعیت‌های کلیدی، کارایی سازه ای کم و غیره. در این پژوهش مشکلات موجود هد قدرت، لوله حفاری در یک دستگاه حفاری چرخشی در حال کار را تحلیل می‌کند. هد توان دستگاه حفاری چرخشی و لوله حفاری طراحی بهینه شده و اصلاح گردیدند. یک آزمون حفاری حفره شمع در صخره انجام شد که عمق حفاری ۸۰ متر بوده است و قطر حفره دو متر در بخش نرم چهارم بزرگراه کینگجی در استان گیوجو انجام شد که نشان داد که دستگاه فعال بهینه سازی و اصلاح شده، الزامات حفاری حفره شمع را در شرایط سخت به خوبی برآورده می‌کند.

ناکادا[۲] در سال ۲۰۱۱ در پژوهشی با عنوان طراحی ماشین آلات راه سازی و معدنی به تحقیق در شرکت مهندسی کانسی پرداخت. شرکت مهندسی کانسی رابطه بین عناصر طراحی و مقدار حساسیت کانسی در طراحی ماشین الات حرکت دهنده زمین را بررسی می کند. تحقیق حاضر چندین یافته مختلف درباره طراحی ماشین آلات راه سازی و معدنی را فراهم کرد که اثر چنین حساسیت انسانی را به عنوان انگیزش یا عوامل راحتی روانشناختی مثل آشنایی، جذابت و راحتی را در نظر گرفت. گزارش شد که نوآوری طراحی توسط استفاده از پایگاه داده‌های حساسیت ارتقا یافته است. مهندسی کانسی از طراحی ماشین آلات راه سازی و معدنی به عنوان روشی علمی برای در نظرگرفتن

[۱] Liang-gang & Xiaoliang

[۲] Nakada

حساسیت‌های انسانی در طراحی استفاده می‌کند. همچنین در تحقیق‌های خود جهت تحلیل عوامل و مولفه‌های ساخت محصولات با تقاضای بالا، از ارزیابی مقایسه‌ای توسط استانداردهای کانسی استفاده می گردد.

لین و همکاران[۳] در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی با عنوان توسعه ماشین آلات راه سازی و معدنی هیدرولیکی به بررسی مشکلات محیط زیستی، اصلاح کارایی ماشین آلات ساختمانی مثل بیل مکانیکی و لودر چرخ دار پرداختند. سیستم-های توان هیبریدی که در اتوموبیل‌ها به کار می‌رود توسط ماشین آلات ساختمانی به کارگرفته می شود. پژوهش انجام شده اولاً تفاوت بین ماشین‌های هیبریدی را تحلیل می‌کند و سپس ماشین آلات ساختمانی هیبریدی را بررسی می‌کند. تحقیق و توسعه سیستم‌های هیبریدی و سیستم‌های باز تولیدی انرژی ماشین آلات ساختمانی بررسی و مرور شدند و کاربرد سیستم‌های هیبردی در ماشین آلات ساختمانی ارائه گردید. نهایتاً چالش‌های پیش‌روی محققین و تولیدکنندگان ماشین آلات ساختمانی بحث شد.

ساندین و همکاران در سال (۲۰۱۲)، در مطالعه خود تحت عنوان در چه صورت بازسازی برای محیط زیست مفید است به تعیین تکلیف محصولاتی که طول عمر خود را سپری نموده اندپرداختند و به این نتیجه رسیدند که بازسازی بهترین تصمیم و گزینه، به دلیل کاهش استفاده از منابع ، کاهش آلاینده ها و مواد سمی در این خصوص می باشد.

هانا اسماعیل در سال (۲۰۱٤)، در تحقیق خود تحت عنوان آرشیوی از فرآیندهای بازسازی و شبیه سازی و تأثیرات آن ها بر محیط زیست، به تأثیرات هر یک از بخش های فرآیند بازسازی، مونتاژ، تمیزکاری، تعمیرات، رنگ و...بر محیط زیست پرداخت و ضمن تهیه یک بانک اطلاعاتی و شبیه سازی کردن آن، به این نتیجه رسید که بازسازی محصولات گزینه بسیار مفیدی جهت حفظ محیط زیست می باشد. شرکت های بزرگ تولید کننده ماشین آلات راه سازی و معدنی از قبیل کاتر پیلار ، ولوو ، کوماتسو و لیبهر به منظور افزایش ارزش برای مشتری، احیای زندگی مجدد محصول، حفظ محیط زیست و...، فعالیت بازسازی را به حوزه ی کاری خود در بسیاری از نمایندگی هایشان اضافه نموده اند و این اقدام بر لزوم نوسازی و بازسازی ماشین آلات راه سازی و معدنی صحه می گذارد.

[۳] Lin *et al.*,

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- مقدمه

به کارگیری روش علمی در تحقیق، تنها راه دستیابی به دستاوردهای قابل قبول و علمی است، لذا برای انجام یک پژوهش معتبر به روش شناسی نیاز است. بعضی روش شناسی را موضوعی نظری می‌دانند که با منطق و فلسفه پیوسته است و بعضی دیگر روش شناسی را از فلسفه جدا دانسته، و آن را یک رشته علمی می دانند. بررسی و تحلیل نقادانه شیوه های خاص شناخت و نظریه در حوزه های علمی، وظیفه شاخه ای از علم فلسفه است که روش شناسی نامیده می شود (سروش، ۱۳۷۲).

شیوه‌ی انجام دادن هر کار و یا طرز اجرای هر هدف و برنامه را «روش» می نامند. مسلم است که انجام دادن کار و اجرای هدف بر اساس اصول و قواعدی صورت می پذیرد، لذا کارهایی را که از روی عادت و بدون آگاهی و با پیروی از نظم و سیاق معینی انجام می دهیم نمی توانیم روش دار بنامیم. انواع روش ها را انسان ها طراحی یا ابداع کرده اند و به کار می گیرند و لذا وجه مشخصه ی روش این است که از آگاهی و درک انسان سرچشمه گرفته باشد. کاربرد مجموعه و یا ترکیبی از روش ها برای رسیدن به اهداف بالاتر و پیچیده تر را «روش شناسی» گویند، مانند روش تحقیق درباره ی انسان و یا روش نظریه پردازی (منصوری خاکی، ۱۳۹۱).

در فصل دوم به صورت مفصل به بررسی مبانی نظری و ادبیات موضوع پرداخته شد، یک محقق پس از انتخاب و تعیین موضوع تحقیق باید به دنبال تعیین روش تحقیق باشد. انتخاب روش تحقیق بستگی به هدف‌ها و ماهیت موضوع تحقیق و امکانات اجرایی آن دارد. بنابراین هنگامی می‌توان در مورد بررسی و انجام یک تحقیق تصمیم گرفت که ماهیت، موضوع تحقیق، هدف‌ها و همچنین وسعت و دامنه‌ی آن مشخص باشد. به عبارت دیگر، هدف از انتخاب روش تحقیق آن است که محقق مشخص نماید چه روش و شیوه‌ای او را دقیق‌تر، سریع‌تر و آسان‌تر در دستیابی به پاسخ پرسش‌های تحقیق مورد نظر یاری می‌نماید. در فصل حاضر روش انجام پژوهش مورد بحث قرار می‌گیرد و محقق روش‌های جمع آوری اطلاعات و شیوه‌های تجزیه و تحلیل آنها را گزارش می‌نماید. بنابراین با توجه به موضوع پژوهش هدف این تحقیق افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ با تکیه بر FMEA می‌باشد.

۳-۲- روش تحقیق

براساس تقسیم بندی بر مبنای هدف، پژوهش حاضر از نوع کاربردی می باشد. همچنین از لحاظ ماهیت و روش نیز تحقیق حاضر را چون به شناسایی عوامل ریسک می‌پردازد، می‌توان از نوع علی دانست. در تحقیقات علی کشف علت-ها یا عوامل بروز یک رویداد یا حادثه یا پدیده مورد نظر است. این پژوهش به دنبال افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ با تکیه بر FMEA می باشد.

۳-۲- ۱- ابزار های گردآوری اطلاعات

یکی از ضرورت های مهم هر مطالعه و تحقیق وجود اطلاعات قابل اتکاء و سرعت و سهولت دسترسی به آن می باشد. با داشتن این اطلاعات فرصتی برای محقق فراهم می شود که جریان مطالعه و تجزیه و تحلیل داده ها را برای ارزیابی اهداف و فرضیه های تحقیق پیگیری نماید همچنین محقق این امکان را به دست می آورد که با صرف حداقل هزینه و وقت به اهداف مورد نظر دست یابد.

این تحقیق نیازمند استفاده از چندین ابزار برای گردآوری اطلاعات می باشد. در مرحله ی شناسایی شاخص های تأثیرگذار از مطالعات کتابخانه ای، پرسشنامه و نظرسنجی از خبرگان استفاده می گردد. ابزار موجود در خصوص

شاخص های مرتبط با افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ و امتیاز دهی به آنان نیز پرسشنامه و بررسی اسناد و مدارک موجود در شرکت در خصوص عملکرد استفاده از ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ خواهد بود. در نهایت برای اندازه گیری کارایی هر شاخص بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ، از ابزار ریاضی و مدل سازی استفاده خواهد شد.

- **روش کتابخانه ای**

اولین گام در راه دستیابی به اهداف تحقیق جمع آوری اطلاعات و یافتن واقعیت هاست. روش کتابخانه ای درتمام تحقیقات علمی مورداستفاده قرار می گیرد (حافظ نیا، ۱۳۸۹).برای جمع آوری اطلاعات در زمینه های مبانی نظری و ادبیات تحقیق و پیشینه از کتاب ها، پایان نامه ها، مقالات و پایگاه های اطلاعاتی مرتبط با موضوع پژوهش (داخلی و خارجی) استخراج و استفاده شد.

- **پرسشنامه**

پرسشنامه به عنوان یکی از متداول ترین ابزار جمع‌آوری اطلاعات در تحقیقات، عبارت است از مجموعه‌ای از پرسش های هدفدار که با بهره‌گیری از مقیاس های گوناگون، نظر، دیدگاه و بینش فرد پاسخگو را مورد سنجش قرار می‌دهد. پس از اینکه پرسشنامه مورد نظر تنظیم و افراد نمونه نیز مشخص گردیدند، سپس نسبت به توزیع پرسشنامه اقدام می شود. برای تنظیم سؤالات پرسشنامه از تعدادی از اساتید برجسته دانشگاه در این زمینه نظرخواهی می شود و پس از در نظر گرفتن مجموع نظرات آن ها، پرسشنامه نهایی تنظیم و بین افراد نمونه توزیع می گردد.

در نهایت روش گردآوری اطلاعات در این تحقیق به صورت میدانی و ارایه پرسشنامه به ۵۰ نفر از مدیران شرکت چاوش راه بنا، عملیات خط انتقال آب شرکت معدنی و صنعتی گل گهر، شرکت معدنی گهر زمین، شرکت راه سازی تونل سازان و شرکت راه سازی سر ریگ انجام و پس از تکمیل پرسشنامه و دریافت آنها به بررسی داده ها و استخراج مطالب مد نظر با توجه به شاخص ها و زیرشاخص های مرتبط با افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ پرداخته و با استفاده از روش FMEA مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۳ - مدیریت ریسک

۳-۳-۱ - مفاهیم پایه در مدیریت ریسک

خطر: موقعیتی است که می تواند منجر به سانحه و یا حادثه شود. هدف از شناسایی خطرها، فراهم ساختن موقعیتی به منظور ارزیابی، کاهش و در بهترین حالت حذف خطر است.

ریسک: شانس (احتمال) منجر شدن یک خطر به حادثه یا سانحه است. در واقع ریسک ترکیبی از احتمال وقوع و وخامت عواقب حادثه یا سانحه می‌باشد.

خسارت: آسیب جانی ناشی از بروز یک سانحه، زیان مالی مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از حادثه یا سانحه و خسارات زیست محیطی و یا ترکیبی از آنها خسارت نام دارد (تومالا و اسچن‌هر[٤] ، ۲۰۱۱).

عواقب: شرایطی است که در نتیجه بالفعل شدن خطر به وجود می‌آید.

با افزایش پیچیدگی سیستم‌ها، میزان خطرها و ریسک‌های آنها نیز به مراتب افزایش یافته است. به همین منظور در قوانین و مقررات مربوط به ایمنی اغلب کشورهای پیشرفته، مدیریت و کنترل ریسک، پیش بینی شده و به صورت فعال به کارگرفته می‌شود.

در اغلب کشورها تعادلی بین کاهش ریسک و هزینه‌های مربوطه و همچنین منافع ناشی از کاهش ریسک برقرار می-گردد، اما از آنجا که در مبحث ایمنی مساله جان انسان‌ها مطرح است در اغلب کشورهای توسعه یافته هزینه‌های هنگفتی برای این منظور تخصیص یافته است. به عنوان مثال در کشور انگلستان به ازای هر راه حلی که بتواند جان یک نفر را از مرگ نجات دهد، هزینه‌ای تا سقف ۱۲۰۰۰۰۰ پوند توسط دولت پرداخت می‌شود. این مبلغ در مورد جلوگیری از یک جراحت عمده ۱٤۰۰۰۰ پوند و برای یک جراحت جزیی ۱۱۰۰۰ پوند می باشد .این ارقام نشان دهنده ی اهمیت مبحث ایمنی و جان انسان‌ها در کشورهای توسعه یافته است (تومالا و اسچن‌هر ، ۲۰۱۱).

- مدیریت و کنترل ریسک از دیدگاه سیستمی در دو مرحله انجام می شود:

الف) ارزیابی ریسک

ب) مدیریت ریسک

تفاوت موجود در اغلب کشورها، در مورد قوانین مربوط به حد ریسک قابل پذیرش و تکنیک‌های به کار رفته در ارزیابی ریسک می‌باشد. هر دو مبحث ارزیابی و مدیریت ریسک در ادامه تشریح گردیده است.

۳-۳-۲- فرآیند ارزیابی ریسک در ایمنی

[٤] - Tummala & Schoenherr

در اولین گام از فرآیند مدیریت ریسک لازم است حوزه و محدوده سیستم، اجزای سیستم و ارتباطات بین اجزا به طور کامل شناسایی و تعریف شود. سپس فرآیند ارزیابی ریسک در حوزه تعریف شده انجام می‌گیرد. این فرآیند شامل ۳ فاز عمده می‌باشد:

۱. شناسایی خطر
۲. تجزیه و تحلیل ریسک (شناسایی عوامل و عواقب هر خطر، ارزیابی خسارات و تعیین سطوح ریسک)
۳. کنترل ریسک (شناسایی راه حل های مختلف، انتخاب بهترین گزینه ها، بازنگری و کنترل)

این ۳ فاز به ۸ مرحله ذیل تقسیم بندی می شود که در ادامه به شرح هر یک از مراحل می‌پردازیم.

- شناسایی خطر
- تجزیه و تحلیل عوامل
- تجزیه و تحلیل عواقب
- تجزیه و تحلیل خسارت
- تعیین سطوح ریسک
- تجزیه و تحلیل و ارایه راهکار
- انتخاب راه حل مناسب
- بازنگری و کنترل (تومالا و اسچن‌هر، ۲۰۱۱)

۳-۳-۳- تاریخچه FMEA

FMEA تکنیکی است که برای اولین بار در ارتش آمریکا مورد استفاده قرارگرفته است.

استانداردهای نظامی ۱۶۲۹ -mil-p با عنوان (روش آنالیز عیب، تأثیرات مربوط و میزان اهمیت آن)در نهم نوامبر ۱۹۴۹ انتشار یافت. در قالب این استاندارد خطاها یا اشکالات پیش آمده به لحاظ تأثیر گذاری آنها در هدف غایی و میزان ایمنی پرسنل و تجهیزات طبقه‌بندی می‌شوند.

اولین کاربرد رسمی این تجزیه و تحلیل تحت عنوان FMEA در صنایع هوا فضای ایالات متحده آمریکا استفاده شد. در واقع آن زمان FMEA به عنوان یک نوآوری و ابتکار برای پیشگیری از اشتباهات و خطاهای جبران ناپذیری مطرح گردید که وقوع هریک از آنها باعث خسارات هنگفت و اتلاف سرمایه فوق العاده زیاد می‌گردید.

۳-۳-٤- تعریف خاص FMEA

FMEA در ارزیابی ریسک روش تحلیلی است که می‌کوشد تا حد امکان خطرات بالقوه موجود در محدوده‌ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می‌شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه‌بندی کند.

- **تشریح مراحل انجام کار**

۱. **جمع آوری اطلاعات مربوط به فرایند:**

سایت یا مکانی که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود باید کاملاً شناسایی و نحوه ی فعالیت ها و فرایندها به دقت بررسی شود.

۲. **تعیین خطرات بالقوه:**

تمام خطرات محیطی، تجهیزاتی، مواد، انسانی و... که ایمنی را تهدید می کنند باید در نظر گرفته شوند. همچنین حالات هر خطر نیز می بایست مورد تجزیه و تحلیل قرارگیرد.

۳. **بررسی اثرات هر خطر:**

اثرات هر خطر، اثرات احتمالی هستند که خطر بر ایمنی افراد می گذارد. اثرات خطر می توانند مانند آتش سوزی، مسمومیت، شکستگی، آسیب‌های مفصلی و غیره باشد.

٤. **تعیین علل خطر:**

شناخت کافی از محدوده ی مورد ارزیابی می تواند کمک فراوانی برای شناسایی علل به وجود آمدن خطر باشد. اطلاعات فنی، زیست محیطی و ارگونومیک نیز در شناسایی بهتر علل موثر هستند.

۵. **چک کردن فرایندهای کنترل:**

به منظور ارزیابی بهتر خطرات صورت می گیرد. بررسی برگه های عملیات، استانداردها، الزامات و قوانین حاکم بر محیط کار و عوامل مربوط از جمله این کارهاست.

٦. **تعیین نرخ وخامت:**

وخامت خطر یا میزان جدید بودن اثر خطر بالقوه بر افراد است. شدت یا وخامت خطر فقط در مورد اثر آن در نظر گرفته می شود. کاهش در وخامت خطر فقط از طریق اعمال تغییرات در فرایند و نحوه ی انجام فعالیت ها امکان پذیر است. برای این وخامت خطر شاخص های کمی وجود دارد که بر حسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می‌گردد.

جدول۳-۱- وخامت خطر

رتبه	شدت اثر	شرح
۱۰	خطرناک- بدون هشدار	وخامت تأسف بار است. مثل خطر مرگ، تخریب کامل
۹	خطرناک – با هشدار	وخامت تأسف بار اما همراه با هشدار است.
۸	خیلی زیاد	وخامت جبران ناپذیر است. عدم توانایی انجام وظیفه اصلی. از دست دادن یک عضو بدن
۷	زیاد	وخامت زیاد است . مثل آتش گرفت تجهیزات. سوختگی بدن
٦	متوسط	وخامت کم است. مانند ضرب دیدگی. مسمومیت غذایی
٥	کم	وخامت خیلی کم است. مانند ضرب دیدگی. مسمومیت خفیف غذایی
٤	خیلی کم	وخامت خیلی کم است. ولی بشتر افراد آن را احساس می کنند. نشت جزیی گاز
۳	اثرات جزیی	اثر جزیی بر جا می گذارد. مثل خراش دست به هنگام تراشکاری
۲	خیلی جزیی	اثر خیلی جزیی دارد
۱	هیچ	بدون اثر

۷. احتمال وقوع:

احتمال وقوع آن مشخص می‌کند که یک علت یا مکانیزم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می‌دهد.تنها با از بین بردن یا کاهش علل یا مکانیزم هر خطر است که می توان به کاهش عدد رخداد امیدوار بود. احتمال رخداد بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می‌شود. بررسی سوابق و مدارک گذشته بسیار مفید است. بررسی فرایندهای کنترلی، استانداردها، الزامات و قوانین کار و نحوه ی اعمال آنها، برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است.

جدول ۳-۲ - احتمال وقوع خطر

رتبه	نرخ های احتمالی خطر	احتمال رخداد
۱۰	۱ در ۲ یا بیش از آن	بسیار زیاد- خطر تقریبا اجتناب ناپذیر است.
۹	۱ در ۳	
۸	۱ در ۸	زیاد- خطرهای تکراری
۷	۱ در ۲۰	
٦	۱ در ۸۰	متوسط- خطرهای موردی
٥	۱ در ٤۰۰	
٤	۱ در ۲۰۰۰	
۳	۱ در ۱٥۰۰۰	کم- خطرهای نسبتاً نادر
۲	۱ در ۱٥۰۰۰۰۰	

بعید- خطر نامحتمل	کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰۰	۱

معیار: احتمال کشف خطر	قابلیت کشف	رتبه
هیچ کنرلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست	مطلقاً هیچ	۱۰
احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی وآشکار شود	خیلی ناچیز	۹
احتمال ناچیزی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود	ناچیز	۸
احتمال خیلی کمی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود	خیلی کم	۷
احتمال کمی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود	کم	٦

۸. نرخ احتمال کشف خطر

احتمال کشف، نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت یا مکانیزم وقوع خطر وجود دارد. به عبارت دیگر احتمال کشف توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است.

بررسی فرایند های کنترلی استاندارد ها، الزامات، قوانین کار و نحوه ی اعمال آنها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است.

جدول ۳-۳- احتمال کشف خطر

در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود.	متوسط	۵
احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود	نسبتاً زیاد	٤
احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود	زیاد	۳
احتمال خیلی زیادی وجود دارد که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود	خیلی زیاد	۲
تقریباً به طور حتم با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.	تقریباً حتمی	۱

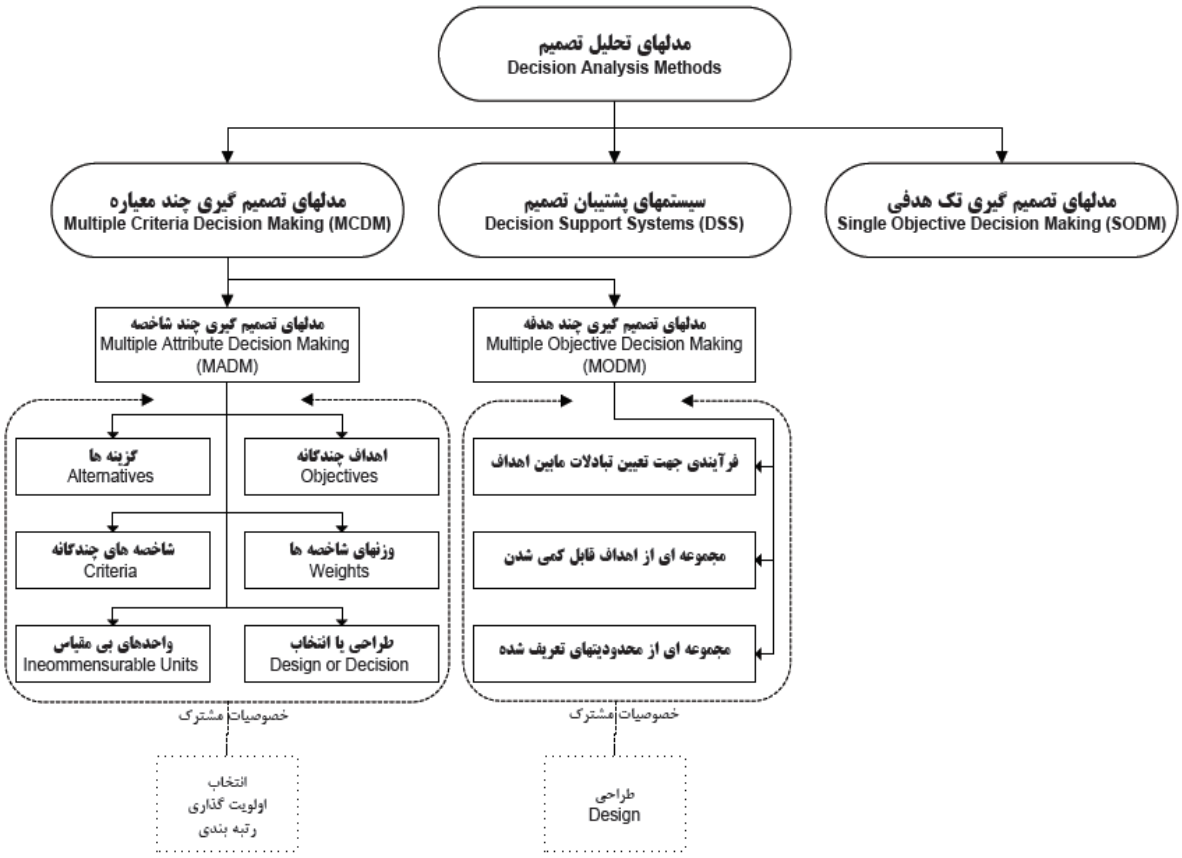
۳-۳-۵- مزایای FMEA

۱. یک ابزار پیشگیری از خطرات است.
۲. یک روش مناسب کمی برای ارزیابی ریسک است.
۳. یک روش مطمئن برای پیش بینی مشکلات و تشخیص موثرترین و کم هزینه ترین راه حل‌های پیشگیری است.

۳-٤- تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM مبحثی است که به فرآیند تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می‌پردازد. علیرغم گستردگی موارد استفاده‌ی MCDM برخی مفاهیم مشترک در تمامی مسائل MCDM وجود دارد که در شکل ۳-۱ این خصوصیات مشترک نشان داده شده است.

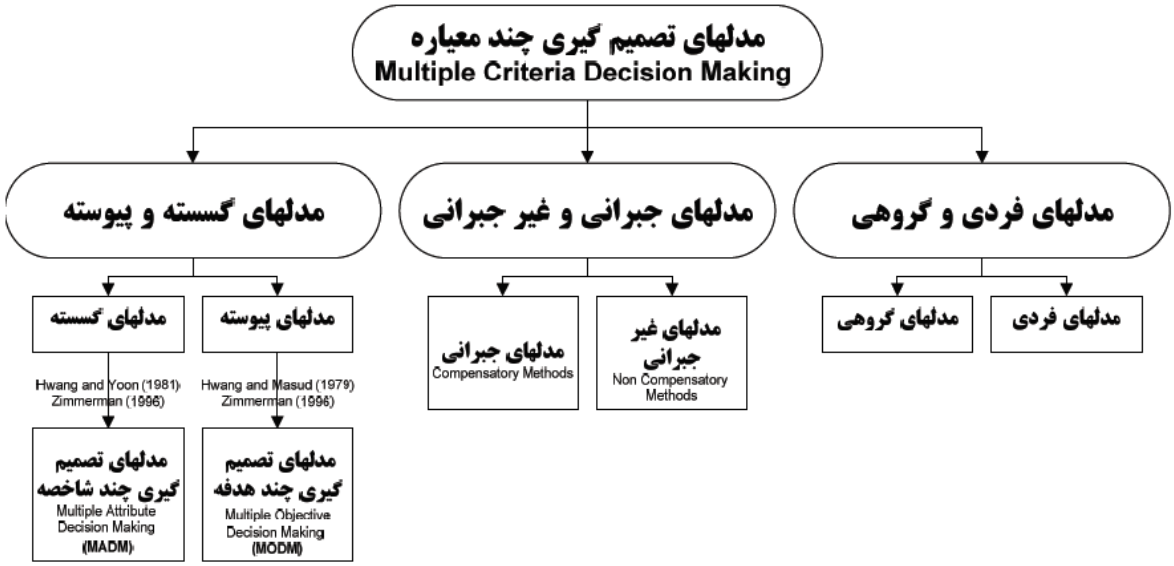
هر مسأله می‌تواند دارای اهداف چندگانه یا معیارهای چندگانه باشد. معیارها ممکن است در تعارض با هم باشند، اهداف و معیارهای متفاوت ممکن است دارای مقیاس های اندازه‌گیری متفاوت نیز باشند. حل اینگونه مسائل می تواند یا به معنای طراحی بهترین جواب و یا انتخاب بهترین جواب از میان جواب های موجود باشد.



شکل ۳-۱ - خصوصیات مشترک انواع مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره

۳-٤-۱- دسته بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره

مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان به سه دسته ی کلی تقسیم نمود. در شکل شماره ۳-۲ دسته بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره نشان داده شده است.



شکل ۳-۲- دسته‌بندی کلی تصمیم‌گیری چند معیاره

۳-٤-۲- مفاهیم اساسی در تصمیم‌گیری چند شاخصه

پنج لغت اصلی در ادبیات مدل های تصمیم‌گیری چند شاخصه عبارتند از: مشخصه‌ها، اهداف، آرمان ها، معیارها و ماتریس تصمیم‌گیری.

مشخصه‌ها[٥]

مشخصه، عبارت است از خاصیتی که می‌بایست در یک آلترناتیو باشد. هر آلترناتیو بسته به خواسته‌های تصمیم‌گیرنده می‌تواند با تعدادی از مشخصه‌ها مرتبط باشد.

اهداف[٦]

هدف، آن چیزی است که تا دست یافتن نهایی به آن تعقیب می شود. تفاوت هدف و آرمان نیز در همین نکته است. هدف باید دست یافتنی باشد، در حالی که آرمان ممکن است هرگز دست یافتنی نباشد.

[٥] Attribute

[٦] Objectives

آرمان[۷]

آرمان، مقداری است که مطلوب یک خواسته می‌باشد. ممکن است به آرمان دست یافت، یا به آن نرسید و یا حتی از آن گذشت.

معیار[۸]

معیار، به معنای اندازه‌گیری موثر بودن است. معیار، پایه ارزیابی است.

۳-٤-۳- ماتریس تصمیم‌گیری

یک مسأله چند شاخصه را می‌توان به طور کامل، به فرم ماتریسی تعریف نمود. یک ماتریس تصمیم D ماتریسی است m×n که درایه Xij آن نمایانگر ارزش مشخصه j ام برای آلترناتیو i ام است. آلترناتیو i ام را با Ai و مشخصه j ام را با Xj نمایش می‌دهند. در این صورت Ai i=(۱،۲,…,m) به صورت زیر نیز می‌توان نشان داده شود:

Xi= (Xi۱, Xi۲, …, Xin)

و یا به صورت بردار ستونی زیر:

Xj= (X۱j, X۲j, …, Xmj)T

در مسأله چند شاخصه، آلترناتیو ایده‌آل، آن آلترناتیوی است که تمامی مشخصه‌های آن، بالاترین و بهترین مقادیر را دارا باشد:

$$A^*= (x^*1, x^*2, \ldots, x^*j, \ldots, x^*n)$$

$$x^*j= \max_i Uj(xij) \quad i= 1,2,\ldots,m$$

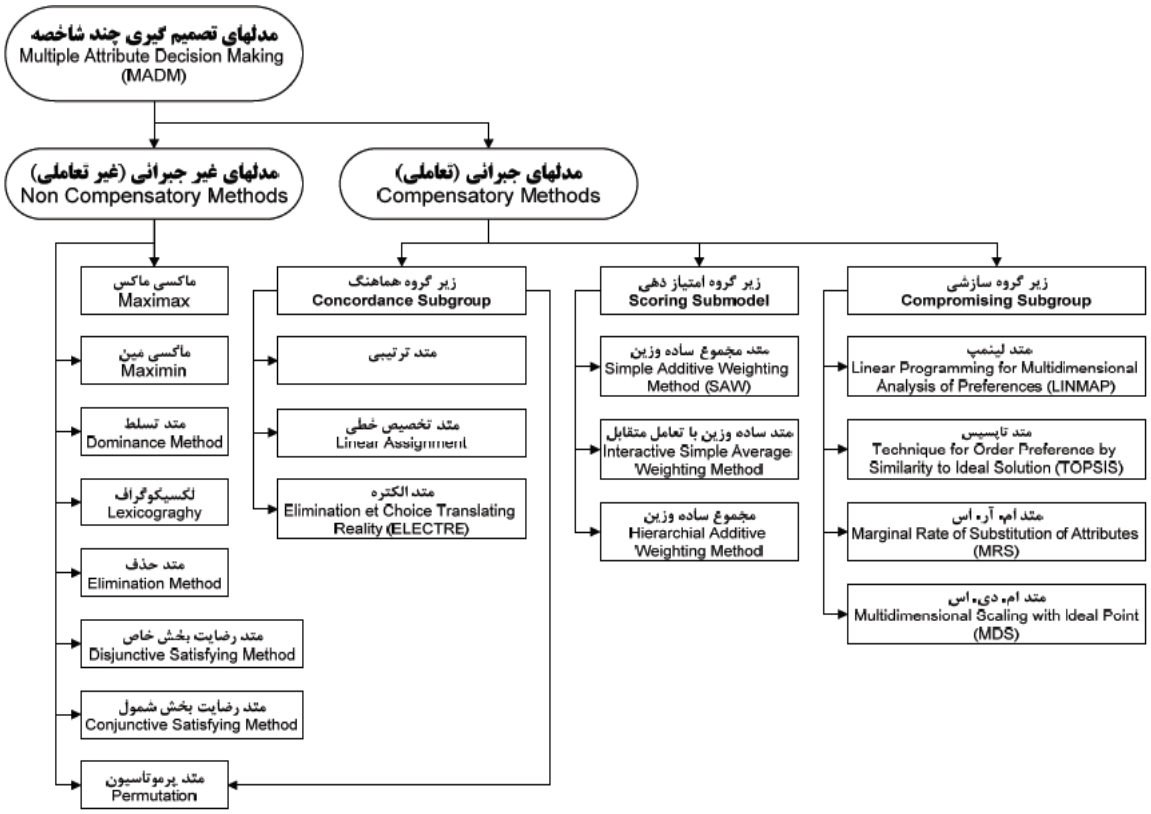
$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix}$$

که Uj نشان دهنده ی تابع ارزش j امین مشخصه می‌باشد. در MADM آلترناتیو ایده‌آل وجود خارجی ندارد، لذا تمام تلاش بر این خواهد بود تا آلترناتیوی یافت شود که تا حد امکان به این آلترناتیو ایده‌آل نزدیک باشد.

---

[۷] Goal

[۸] Criterion

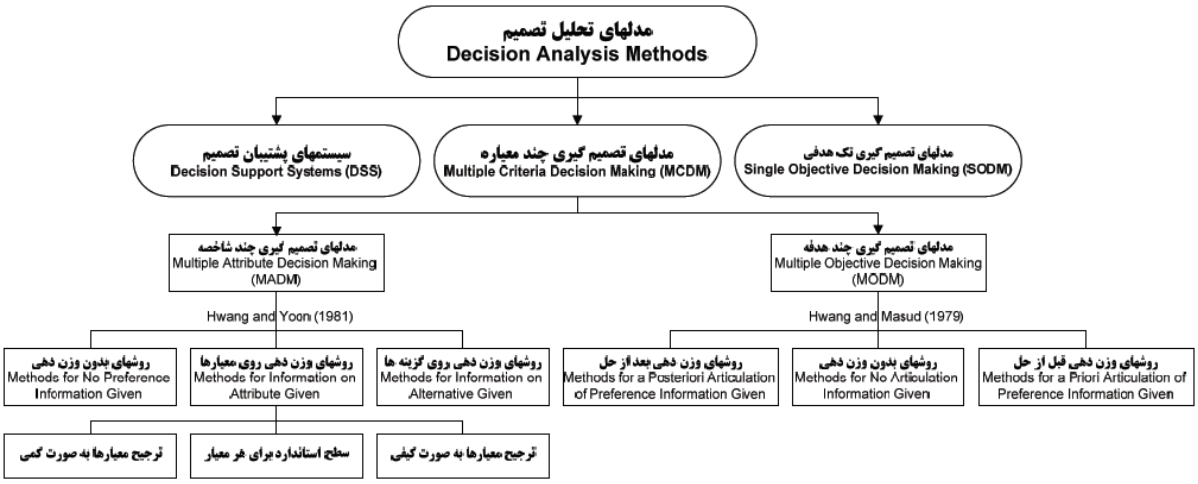


شکل ۳-۳ - دسته‌بندی انواع مدل های تصمیم‌گیری چند شاخصه از نظر پردازش اطلاعات

۳-٤-٤- انواع مدل ها در تصمیم‌گیری چند شاخصه[۹]

تکنیک های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) همگی سعی دارند مشخص نمایند که چگونه به کمک اطلاعات مشخصه‌ها، می توان بهترین آلترناتیو را (از دیدگاه تصمیم گیرنده) انتخاب نمود. دو نوع برخورد عمده در پردازش اطلاعات در MADM وجود دارد: مدل های غیرجبرانی (غیرتعاملی) و مدل های جبرانی (تعاملی). در شکل شماره ۳-۳ مدل های مختلف MADM را بر اساس نوع پردازش اطلاعات دسته بندی نموده و به علت جلوگیری از ازدیاد مطالب از توضیح هر یک به تنهایی صرفنظر گردیده است.

[۹] Decision Maker



شکل ۳-٤ - انواع مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره از نظر روش های وزن‌دهی

۳-٤-٤-۱- روش های وزندهی روی معیارهای MADM

در این روش، ترجیحات معیارها نسبت به هم مشخص است و ممکن است به یکی از صورت های زیر بیان گردد:

- سطح استاندارد بر روی معیار
- ترجیح معیارها به صورت کیفی
- ترجیح معیارها به صورت کمی

۳-٤-٤-۲- روش های وزن‌دهی روی گزینه‌های MADM

در این روش، ترجیح بین آلترناتیوها (به صورت دو به دو) توسط تصمیم‌گیرنده بیان می‌شود و هدف تعیین بهترین آلترناتیو در کل می‌باشد.

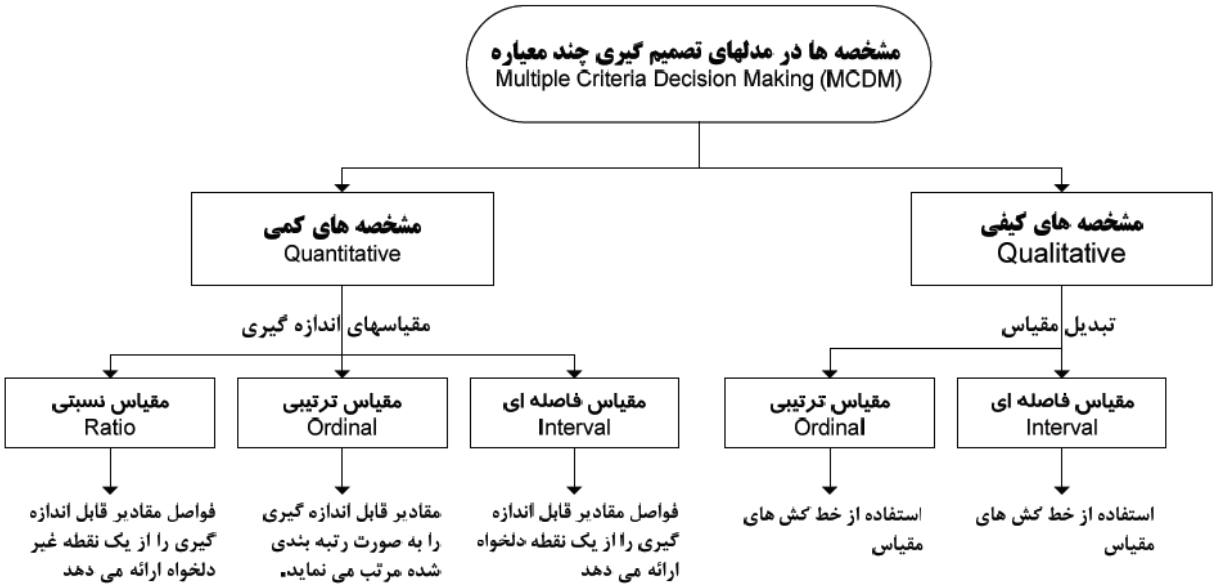
مشخصه‌ها در مدل های چند شاخصه[۱۰]

هر آلترناتیو در مدل های تصمیم‌گیری چند شاخصه معمولاً با دو نوع مشخصه تعریف می‌گردند:

- مشخصه‌های کمی
- مشخصه‌های کیفی

در شکل شماره ۳-۵- انواع مقیاس های تبدیل و اندازه‌گیری مشخصه‌های کیفی و کمی ارائه شده است.

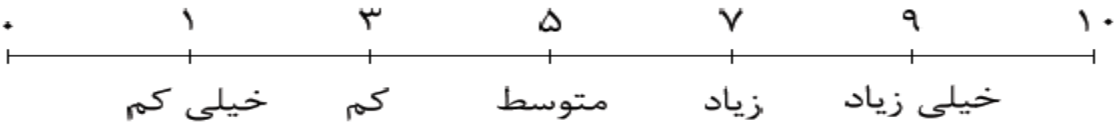
[۱۰] Conceptual Models



شکل ۳-۵ – مشخصه‌ها در مدل های تصمیم‌گیری چند معیاره

سئوال مهم این است که چگونه می‌توان این دو نوع مشخصه‌ها (کمی و کیفی) را با هم مقایسه نمود؟

از آنجا که تبدیل مشخصه‌های کیفی به مقیاس نسبی[۱۱] بسیار دشوار است، اکثر مدل های تصمیم‌گیری چند شاخصه از مقیاس های ترتیبی[۱۲] و یا فاصله ای برای تبدیل مشخصه‌های کیفی به کمی استفاده می‌کنند. یک روش عمومی در اندازه‌گیری یک شاخص کیفی با مقیاس فاصله‌ای استفاده از مقیاس دو قطبی[۱۳] فاصله‌ای به قرار زیر است:



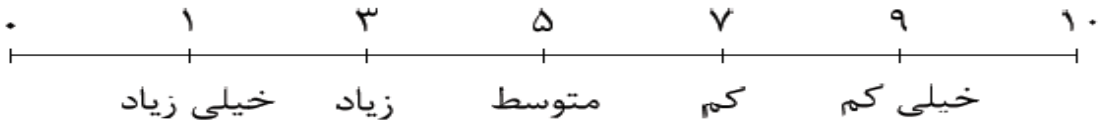
این اندازه گیری (به صورت فوق برای شاخص های با جنبه مثبت) بر اساس یک مقیاس ده نقطه‌ای می‌باشد به طوری که صفر مشخص کننده مینیمم ارزش ممکن و ده مشخص کننده ماکزیمم ارزش ممکن از شاخص مورد نظر است.

[۱۱] Ratio

[۱۲] Ordinal

[۱۳] Bipolar – scale

همچنین نقطه وسط نیز نقطه شکست مقیاس بین مساعدها و نامساعدها است. این مقیاس اندازه‌گیری به طور مشابه برای شاخص‌های با جنبه منفی به منظور هماهنگی در محاسبات به صورت ذیل تنظیم می‌گردد:



مورد توجه است که ارزش های صفر و ده عملاً در مقیاس های فوق کمتر مورد استفاده واقع می‌شوند، ضمناً ارزش های ۲، ٤، ٦ و ۸ را می‌توان به عنوان ارزش های واسطه از مقیاس‌های فوق به کار برد.

۳-۵ - نرم افزار متلب

نرم افزار متلب[۱٤] یک زبان برنامه نویسی بسیار کارا برای محاسبات فنی است. نرم افزار MATLAB به عنوان یکی از پیشرفته ترین نرم افزارهای علمی جهان امروز شناخته می شود. MATLAB این قابلیت را دارد که بتوانید با نوشتن چند دستور ساده، الگوریتم مورد نظر خود را به این نرم افزار اضافه کنید.

این ویژگی MATLAB را تا حدودی از سایر نرم افزارهای علمی موجود مجزا کرده است. با این نرم افزار می توان محاسبات پیچیده ریاضی را در علوم و مهندسی به راحتی انجام داد. MATLAB دارای الگوریتم های پیاده سازی بسیار زیادی است که می توان به وسیله آنها محاسبات و شبیه سازی های مختلف مربوط به مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک، شیمی، مهندسی پزشکی (پردازش سیگنال و پردازش تصویر) و علوم ریاضیات و فیزیک را به سادگی انجام داد.

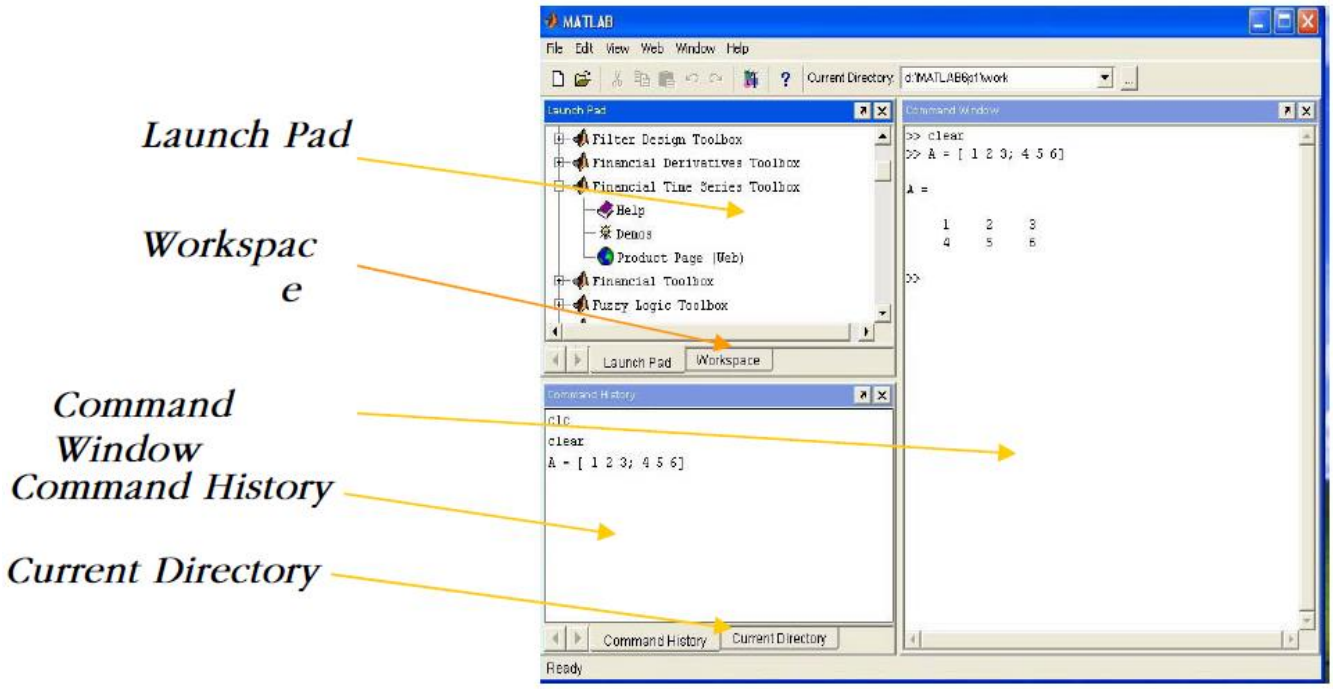
موارد استفاده نوعی آن شامل موارد زیر می باشد

- ریاضیات و محاسبات عددی
- پیاده سازی الگوریتم ها
- جمع آوری داده
- مدل سازی، شبیه سازی و شکل اولیه
- تجزیه و تحلیل داده، شناسایی و تصویر سازی
- نمودارهای علمی و مهندسی

[۱٤] MATLAB

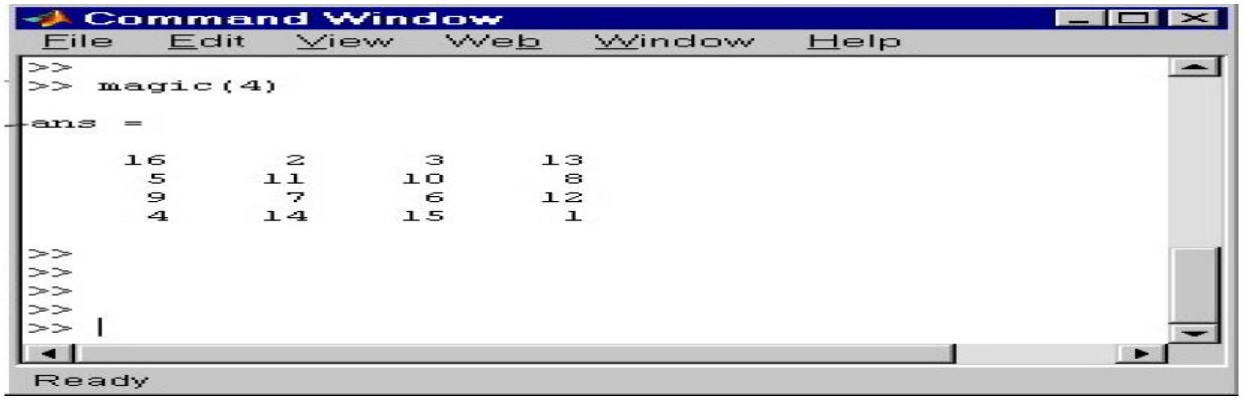
متلب یک سیستم محاوره ای است. داده اصلی اش آرایه است که به بعد احتیاج ندارد. این به شما اجازه می دهد که مسائل فنی محاسباتی زیادی را حل کنید، مخصوصاً مسائلی که فرمول های ماتریسی و برداری دارند، کسری از زمان طول می کشد تا برنامه ای را با یک زبان غیر محاوره ای مانند C و فرترن بنویسید.

هنگامی که شما کار با متلب را آغاز می کنید، میز کار که شامل ابزارهایی برای مدیریت پرونده ها، متغیر ها و برنامه های مرتبط با متلب است، پدیدار می‌شود.



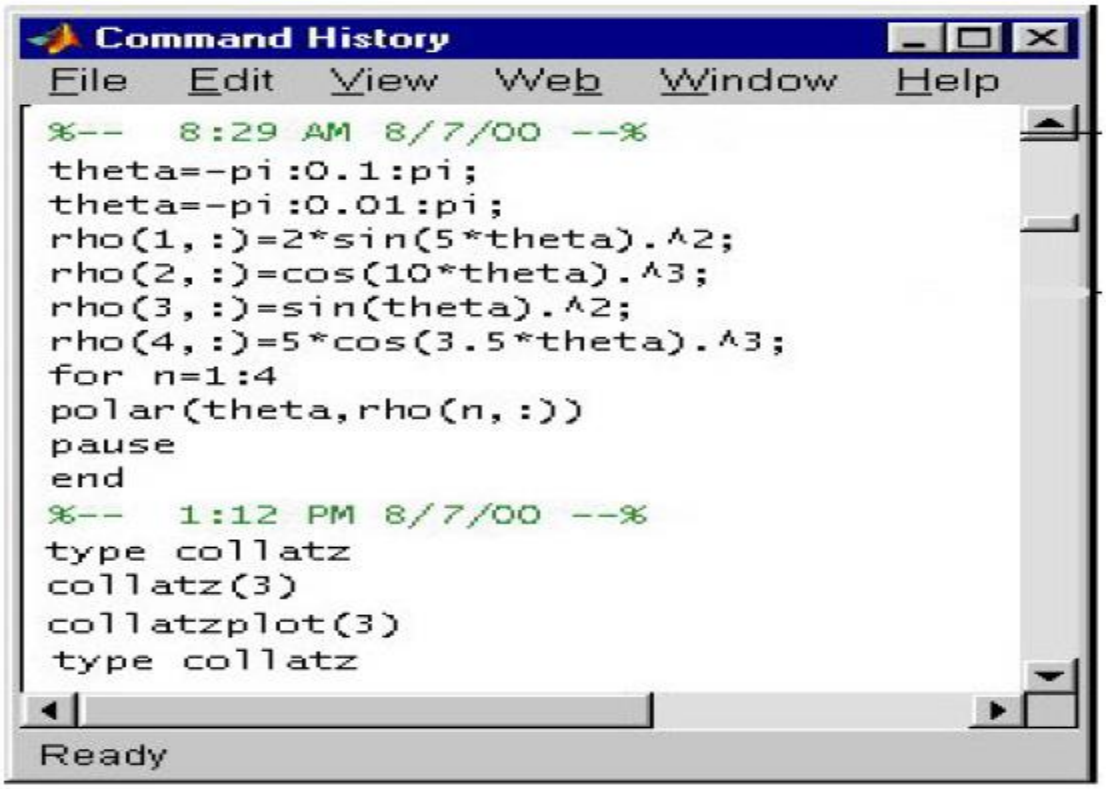
شکل ۳-٦ – شمای کلی از محیط نرم افزار متلب

- **پنجره دستور:** از پنجره دستور، برای وارد کردن متغییرها، اجرا کردن توابع و فایل ها استفاده می گردد.



شکل ۳-۷ - پنجره دستور نرم افزار متلب

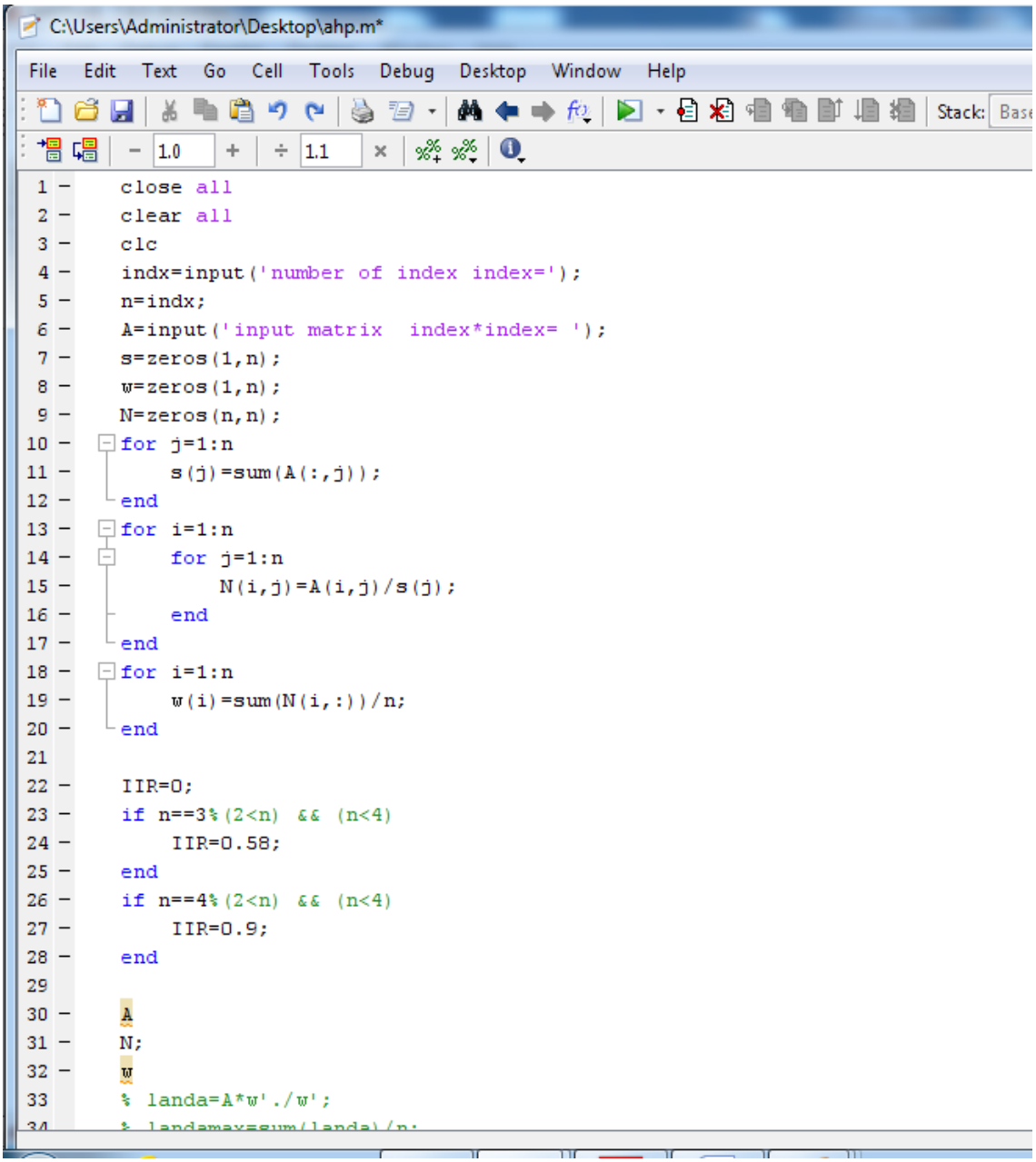
- **حافظه دستور:** دستوراتی که شما در پنجره دستور وارد می کنید به طور خودکار به حافظه این پنجره سپرده می شود.



شکل ۳-۸ - حافظه دستور نرم افزار متلب

برنامه نویسی: پرونده هایی که شامل برنامه های نوشته شده به زبان متلب هستند m فایل نامیده می شوند.

وارد کردن داده: روش هایی برای وارد کردن داده هایی که در برنامه های دیگر ساخته شده اند مثل Microsoft Excel یا پرونده های عکس به درون محیط کار متلب در نظر گرفته شده است.



شکل۳-۹- کد مربوط به AHP در محیط متلب.

فصل چهارم

نتایج

٤-١- مقدمه

هرساله بیش از ۳۰ درصد از بودجه کل کشور به پروژه های عمرانی تخصیص داده می شود و این در حالیست که حدود ٦۰ درصد از بودجه‌ی پروژه‌های بزرگ عمرانی صرف هزینه های مربوط به ماشین آلات ساختمانی می شود. همچنین امروزه به کارگیری ماشین آلات پیشرفته ساختمانی که مجهز به آخرین تکنولوژی های روز دنیا هستند، ابزاری قدرتمند برای رقابت پیمانکاران در عرصه ساخت و ساز شده است که مبین جایگاه ویژه این موضوع می باشد. اما متأسفانه علیرغم واقعیت فوق در کشور ما نقش ارتقای تکنولوژی ماشین آلات عمرانی بهای لازم داده نشده و نمی شود. در این تحقیق سعی شده با نگاهی ژرف با این موضوع پرداخته تا این پروژه کمکی به افزایش بهروری ماشین آلات عمرانی و ارتقای کیفیت آنها شود.

باتوجه به اهمیت و حساسیت روزافزون بهره‌وری در توسعه کشورها چند سالی است که بخش های مختلف کشور ما نیز با ارشادها و راهنمایی‌های سازمان ملی بهره‌وری ایران به سوی اندازه‌گیری بهره‌وری هدایت شده‌اند. ولی همواره از فقدان یک متدولوژی جامع به منظور ارزیابی، برنامه ریزی و بهبود بهره‌وری در مضیقه بوده‌اند. بنابراین با الهام از نقش حیاتی بهره‌وری در توسعه کشورها و با ورود صنعت کشورمان به مرحله اندازه‌گیری بهره‌وری طی سال‌های اخیر، لزوم طراحی و تدوین روش‌ها و فرآیندهای مدون احساس می شود که این روش ها در سطوح مختلف به عنوان مبنایی برای ارزیابی و انتخاب بهترین و کارآمدترین استراتژی های ارتقای بهروری به کار گرفته شوند.

٤-٢- شاخص ها و زیر شاخص های بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ

در مباحث آنالیز اقتصادی یک ماشین ساختمانی در درجه اول در مورد تخمین مخارج مالکیت و مخارج عملکرد آن بحث می شود و در ضمن سعی می گردد که عمر بهینه یک ماشین از نظر اقتصادی تخمین زده شود. مخارج کارکرد و تملک ماشین آلات بر حسب مخارج ساعتی آن برآورد می شود. مخارج هزینه شده را می توان از تقسیم مخارج ساعتی ماشین بر کارکرد ساعتی آن تعیین نمود. رقم تخمینی برای مخارج کارکرد ماشین آلات به منظور استفاده در برآورد مبلغ مناقصه توسط پیمانکاران به کار می رود. البته محاسبه دقیق آن برای کنترل هزینه کارگاه و حسابداری پیمانکاری ضروری است. از سوی دیگر آنالیز اقتصادی می تواند در مورد جابجایی و تعویض یک دستگاه ماشین به کار رود و معمولاً این هدف را دنبال می کند که مدت زمانی را برای عمر ماشین تعیین نماید که با آن عمر، سود حاصل از کار ماشین حداکثر شود. همیشه بخشی از طول زمان تملک ماشین که بیشترین بهره را می دهد از عمر اقتصادی ماشین کمتر

می باشد. اغلب انتخاب مناسب ترین ماشین آلات مسأله ای است که پیمانکاران برای اجرای پروژه با آن مواجه اند. مخارجی که برای خرید ماشین آلات ساختمانی هزینه می شود، باید به عنوان سرمایه ای در نظر گرفته شود که این سرمایه را بتوان با مقداری سود در مدت طول عمر مفید ماشین آلات بازگرداند. پیمانکار باید قادر باشد پول خرید ماشین آلات را از محل درآمد حاصل از به کارگیری آن تأمین کند. بنابراین اگر در ابتدا مشخص شود که درآمد حاصل از ماشین از مقدار سرمایه گذاری کمتر می شود، نباید چنین ماشینی خریداری شود. با توجه اینکه هدف پژوهش افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ با تکیه بر FMEA میباشد. بدین منظور با استفاده از نظر خبرگان و کارشناسان مربوطه، برای ارزیابی و افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ شاخص های زیر را دررا در نظر می‌گیریم.

- استهلاک و تعویض ماشین آلات
- سرمایه گذاری
- مخارج بهره برداری
- نگهداری و تعمیرات

این معیارهای ارزیابی به عنوان معیارهای استاندارد به منظور ارزیابی افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه-های بزرگ به کار می روند.

متدلوژی حل مسأله که هم معیارهای کمی وهم معیارهای کیفی را مورد ملاحظه قرار می دهد مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی می باشد. در اینجا از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که مقایسه های زوجی برای توازن عوامل کمی وکیفی و محاسبه رتبه بندی تأمین کنندگان استفاده می کند بهره می‌برد.

٤-٢-١- شاخص استهلاک و تعویض ماشین آلات

واحد استهلاک و تعویض ماشین آلات مهم ترین شاخص در بهره برداری از تجهیزات و ماشین آلات است. پس از انجام مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان، زیر شاخص های زیر شناسایی شدند:

١. عمر اقتصادی تجهیزات
٢. زمان بهینه جایگزینی تجهیزات
٣. عمر بهینه و اقتصادی ماشین آلات

٤-٢-٢- شاخص سرمایه گذاری

سرمایه گذاری یک شاخص مهم در بهره برداری از تجهیزات و ماشین آلات است. پس از انجام مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان، زیر شاخص های زیر شناسایی شدند:

١. هزینه های مالکیت
- هزینه های اولیه
- هزینه های ثانویه

٤-٢-٣- شاخص مخارج بهره برداری

شاخص مخارج بهره برداری یک شاخص مهم در بهره برداری از تجهیزات و ماشین آلات است. پس از انجام مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان، زیر شاخص های زیر شناسایی شدند:

٢. سوخت
٣. روغن کاری
٤. نیروی کار

٤-٢-٤- شاخص نگهداری و تعمیرات

نگهداری و تعمیرات یک شاخص مهم در بهره برداری از تجهیزات و ماشین آلات است. پس از انجام مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان، زیر شاخص های زیر شناسایی شدند:

١. قطعات
٢. پشتیبانی
٣. تجهیزات کارگاه
٤. نیروی انسانی

٤-٣- تعیین اهمیت شاخص ها

فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس تحلیل مغز انسان برای مسایل پیچیده توسط توماس ال ساعتی پیشنهاد گردیده است. وی بیان می نماید ابتدا باید مسایل پیچیده را به مسایل کوچکتر تجزیه نمود. سپس باید از طریق مقایسه های زوجی، یک سیستم ترجیح بین شاخص ها برقرار گردد و در نهایت یک سازگاری منطقی بین اندازه گیری ها ایجاد شود(یعقوبی، ۱۳۹۰).

به کارگیری روش قضاوت ترجیحیAHP، مستلزم چهار گام عمده ی مدل سازی، محاسبات وزن های نسبی و ادغام وزن های نسبی می باشد (اصغر پور، ۱۳۷۷). فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مسأله تصمیم با چندین شاخص، به سلسله مراتبی از سطوح است. سطح اول بیانگر هدف اصلی فرایند تصمیم گیری است. سطح دوم، نشان دهنده ی شاخص های عمده و اساسی (که ممکن است به شاخص های فرعی در سطح بعد شکسته شوند) می باشد. سطح آخر گزینه های تصمیم را ارائه می کند (یعقوبی ، ۱۳۹۰). در این مرحله سلسله مراتب تصمیم که شامل عناصر تصمیم می باشد تشکیل می شود (اصغر پور، ۱۳۷۷).

هدف اصلی و نهائی که عبارت است از افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه های بزرگ با تکیه بر FMEA در سطح اول سلسله مراتب تصمیم قرار می گیرد.

در سطح بعد شاخص و زیر شاخص ها قرار خواهند گرفت و در سطح آخر گزینه ها مربوط به مسأله قرار دارد.

از آنجائیکه تعیین درجه اهمیت و اولویت بندی شاخص ها، مسأله بسیار مهمی است و بر رتبه بندی نهائی و افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ نیز تأثیر مستقیم می گذارد، تمام محاسبات بر اساس مقایسات زوجی صورت می گیرد. روش معقول و منطقی آن مربوط به روش AHP است که درجه اهمیت و اولویت بندی شاخص ها را بر اساس اجماع نظرات کارشناسان دست اندر کار به دست آورده تا علاوه بر ایجاد اطمینان به نتایج به دست آمده بتوان در ارزیابی و افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ با تکیه بر FMEA استناد کرد.

به همین منظور پرسشنامه ای تدوین شد، تا با استفاده از تصمیم گیری گروهی بر شاخص های اصلی و فرعی به صورت زوجی مقایسه شوند. در ادامه،AHP تعدادی پرسشنامه برای جمع آوری قضاوت های افراد منتخب درباره اهمیت شاخص ها میان خبرگان توزیع گردید (این پرسشنامه برای تعیین درجه اولویت هر یک از شاخص ها و زیر شاخص ها نسبت به یکدیگر و برای تشکیل ماتریس مقایسات زوجی طراحی و توسط خبرگان و متخصصان مربوطه این پرسشنامه ها تکمیل گردید).

فرایند AHP در یک تصمیم گیری طی ۳ فاز انجام می گیرد:

- **فاز اول: ساختن سلسله مراتب:**

در این فاز فرد طراحی که می خواهد سلسله مراتب را شناسایی و ترسیم کند، باید عواملی را که در تصمیم گیری مهم هستند را معین کرده سپس آن ها را در قالب یک نمودار درختی ترسیم نمایند. در تکنیک AHP برای هر یک از اجزای نمودار درختی، اعم از گزینه، معیار یا زیر معیار، امتیازی را به دست می آید. به هر کدام از اجزای این نمودار درختی، چه گزینه ها، چه معیار و زیر معیار در اصطلاح، آیتم می گویند. در این روش گزینه ها بر حسب امتیازی که کسب کرده اند رتبه بندی می شوند. به طور حتم گزینه ای که بیشترین امتیاز را کسب کرده بهترین گزینه برای انتخاب شدن است. روشی که در AHP برای محاسبه این امتیازها به کار می رود مقایسات زوجی بوده که در فاز بعدی (دوم) به شرح آن پرداخته می شود.

- **فاز دوم: انجام مقایسات زوجی:**

در این تکنیک، کلیه آیتم ها به صورت زوجی با یکدیگر مقایسه می شوند. به عبارت دیگر، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و در وزن آنها محاسبه می گردد. این وزن ها وزن نسبی نامیده می شوند. سپس با تلفیق این وزن ها وزن نهایی هر گزینه مشخص می شود.در این مقایسه ها از قضاوت های شفاهی استفاده می گردد. به نحوی که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j کدامیک از حالت های زیر است:

جدول ٤-١- درجه بندی اهمیت عناصر

ترجیحات	مقدار عددی
کاملاً مهم تر	۹
مهم تر	۷
مهم	۵
کمی مهم	۳
یکسان	۱

در نظرات شفاهی که برای شاخص های کیفی(در مراحل بعدی این تحقیق) به کار می روند، یک نکته را باید در نظر گرفت که اگر اهمیت عنصر i برj برابر با n باشد، اهمیت j بر i برابر $\frac{۱}{n}$ است و با توجه به این نکته کافی است در ماتریس زیر فقط مقادیر بالای قطر اصلی را پر نمود مقادیر زیر قطر اصلی معکوس $a_{ij} = \frac{۱}{a_{ij}}$ می باشد.

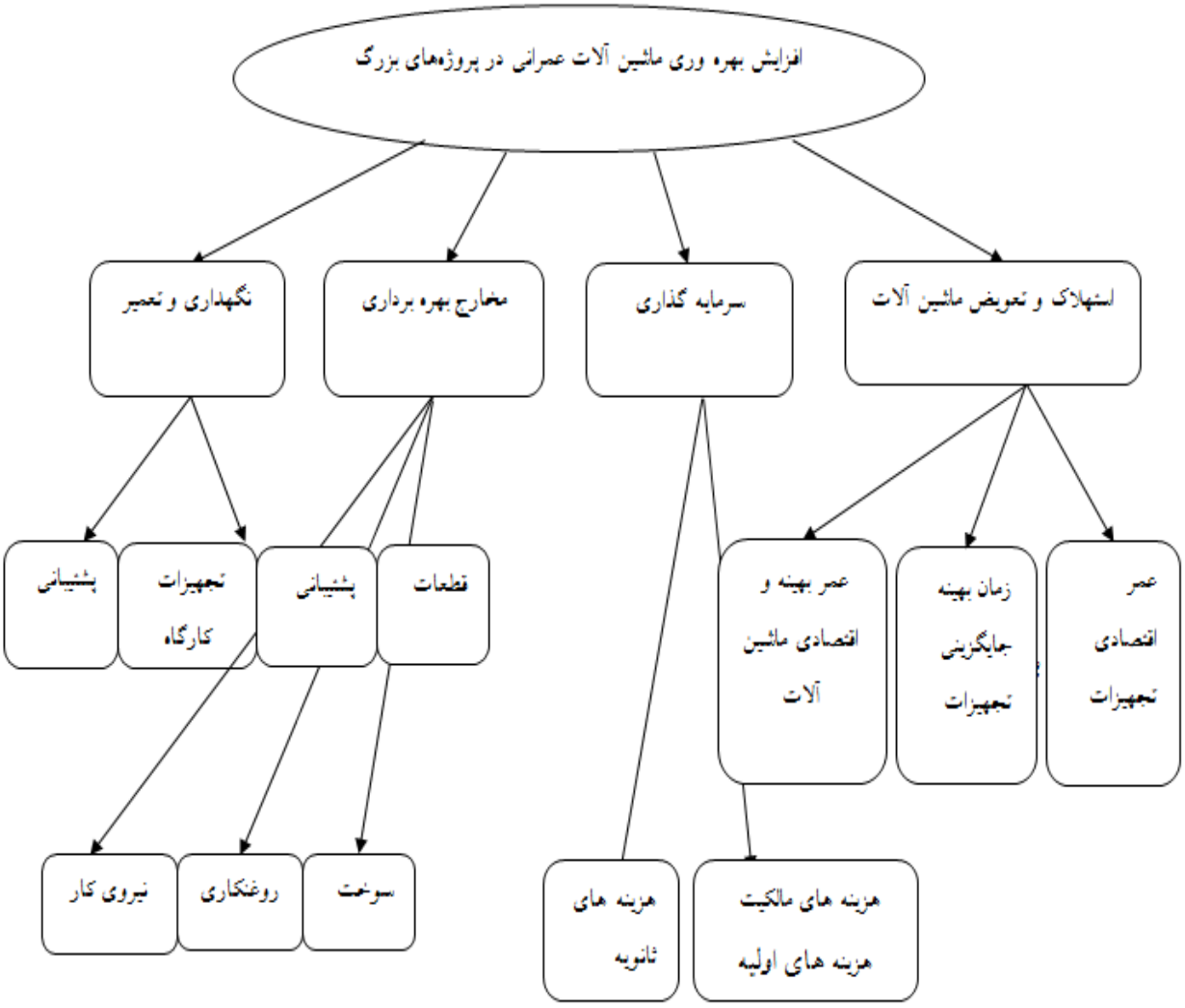
- **فاز سوم: استخراج وزن ها از ماتریس تصمیم**

روش محاسبه وزن ها از ماتریس تصمیم به سازگار و ناسازگار بودن ماتریس تصمیم وابسته است. ماتریسی را سازگار گویند که شرط زیر در آن برقرار باشد:

فرمول ۳-۱: $$a_{ij} \times b_{jk} = a_{ik}$$

به ازای هر i,j , k

برقراری تساوی در این رابطه به آن معناست که اگر به عنوان مثال آیتم i نسبت به آیتم j به میزان دو برابر a_{ij} ارجحیت داشته باشد و نیز آیتم j نسبت به آیتم k هم به میزان ٤ برابر a_{jk} ارجحیت داشته باشد آنگاه آیتم i نیز نسبت به آیتم k به میزان ۸ برابر اهمیت دارد.یکی از مزیت های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، امکان بررسی سازگاری در قضاوت های انجام شده برای تعیین اهمیت معیارها و زیر معیارها است. ساز و کاری که این مدل برای بررسی ناسازگاری در قضاوت ها در نظر می گیرد، محاسبه ضریبی به نام ضریب سازگاری است که از تقسیم شاخص ناسازگاری به سازگاری حاصل می شود. چنانچه مقدار CR≤۰,۱ باشدکه همان ضریب سازگاری است، نشان دهنده این است که سازگاری لازم در قضاوت ها از سوی کارشناسان رعایت شده، در غیر این صورت می بایستی تجدید نظر در قضاوت ها صورت گیرد. این فرآیند رفت و برگشتی بایستی تا جایی ادامه یابد که همگرایی بین پاسخ ها حاصل شود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دو دویی شاخص‌ها باید مجدداً تشکیل شود. شاخص سازگاری در نمونه موردی این پژوهش بر اساس تحلیل های صورت گرفته توسط نرم افزار متلب در هر دو مرحله از به کارگیری این روش به دلیل کمتر بودن این مقدار از عدد استاندارد آن مورد قبول می باشد.



شکل٤-١- مدل AHP مساله بهره وری ماشین آلات مرتبط با پایان نامه

٤-٤- شبیه سازی مساله بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ

در ادامه برای شبیه سازی، الگوریتم ارائه شده را بر روی یک مسأله بررسی نموده که قابل تعمیم به هر مسأله دیگر مشابه، برای افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی با هر نوع شاخص و زیر شاخص می باشد.هدف اصلی و نهایی که عبارت است از ارزیابی و افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ با تکیه بر FMEA که در سطح اول سلسله مراتب تصمیم قرار می گیرد. در سطح بعد شاخص های اصلی قرار خواهند گرفت که شامل استهلاک و

تعویض ماشین آلات، سرمایه گذاری، مخارج بهره برداری، نگهداری و تعمیرات است. در سطح دوم سلسله مراتب تصمیم، شاخص های فرعی و در سطح آخر گزینه های تصمیم، یعنی تأمین کنندگان در مناقصه قرار خواهند گرفت.

٤-٤-١- تشکیل ماتریس های مقایسه ی زوجی نهایی پروژه

با استفاده از شاخص های کمی و کیفی موثر بر افزایش بهره وری ماشین آلات عمرانی و میزان اهمیت آنها و همچنین با توجه به نظر مسئولین محترم و میزان اهمیت پروژه ی ماتریس مقایسه ی زوجی شاخص ها نسبت به هدف مشخص گردید. به همین منظور پرسشنامه ای تدوین شد تا با استفاده از تصمیم گیری گروهی بر اساس روش AHP، شاخص های اصلی و فرعی به صورت زوجی مقایسه گردد. تعدادی پرسشنامه تهیه و با مراجعه به جامعه ی آماری و استفاده از تکنیک های توزیع پرسشنامه و انجام مصاحبه نسبت به قضاوت های افراد منتخب درباره ی اهمیت شاخص ها مقایسات زوجی آنها اقدام شد.

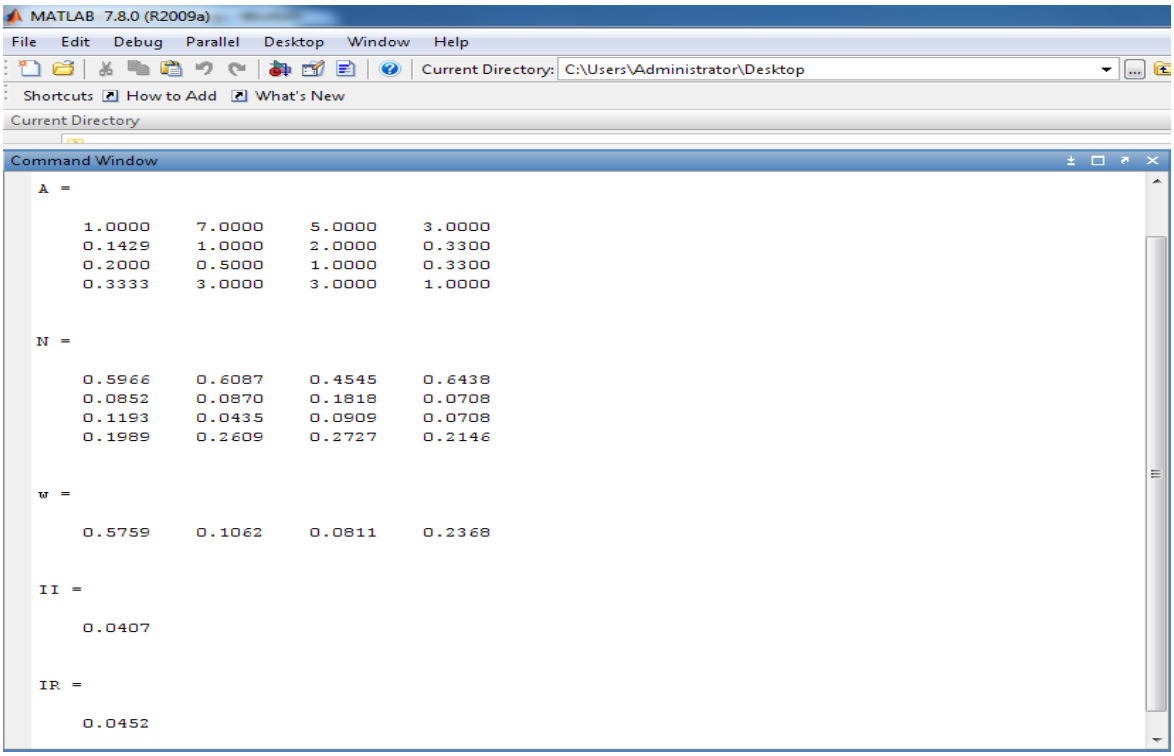
در این قسمت با استفاده از داده های به دست آمده یعنی ماتریس های مقایسات زوجی شاخص های اصلی نسبت به هدف، ماتریس های مقایسات زوجی شاخص های فرعی نسبت به شاخص های اصلی و ماتریس های مقایسه ی زوجی بهره وری ماشین آلات نسبت به شاخص های فرعی، وزن نهایی شاخص های اصلی نسبت به هدف و وزن نسبی شاخص های فرعی را در رابطه با شاخص های اصلی، محاسبه گردیدند. فرایند عملیات با استفاده از نرم افزار متلب انجام می شود.

الگوریتم ریاضی روش تحلیل سلسله مراتبی در نرم افزار متلب پیاده سازی گردید. الگوریتم پیاده سازی شده در نرم افزار به این صورت است که در هر مرحله یک ماتریس مقایسه زوجی به عنوان ورودی به نرم افزار داده شد و نرم افزار روند الگوریتم پیاده سازی شده را بر روی این ماتریس اعمال نمود و در نهایت وزن مربوط به ماتریس به عنوان خروجی از نرم افزار دریافت گردید.

با اجرای تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نرم افزار متلب وزن شاخص ها به صورت زیر حاصل گردید:

جدول٤-٢- ماتریس مقایسه ی زوجی نهایی شاخص های اصلی نسبت به هدف

	بهره وری ماشین آلات	استهلاک و تعویض ماشین آلات	سرمایه گذاری	مخارج بهره برداری	نگهداری و تعمیرات
نگهداری و تعمیرات	۱/۳	۱/۳	۳	۳	۱
مخارج بهره برداری	۱/۵	۱/۵	۰/۵	۱	۰/۳۳
سرمایه گذاری	۱/۷	۱/۷	۱	۲	۰/۳۳
استهلاک و تعویض ماشین آلات	۱	۱	۷	۵	۳
بهره وری ماشین آلات					



شکل٤-٢ - خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی شاخص ها نسبت به هدف

با تکیه بر خروجی های نرم افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰٤٥۲ می باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری سیستم اثبات می گردد.

جدول ٤-۳- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در شاخص های اصلی نسبت به هدف

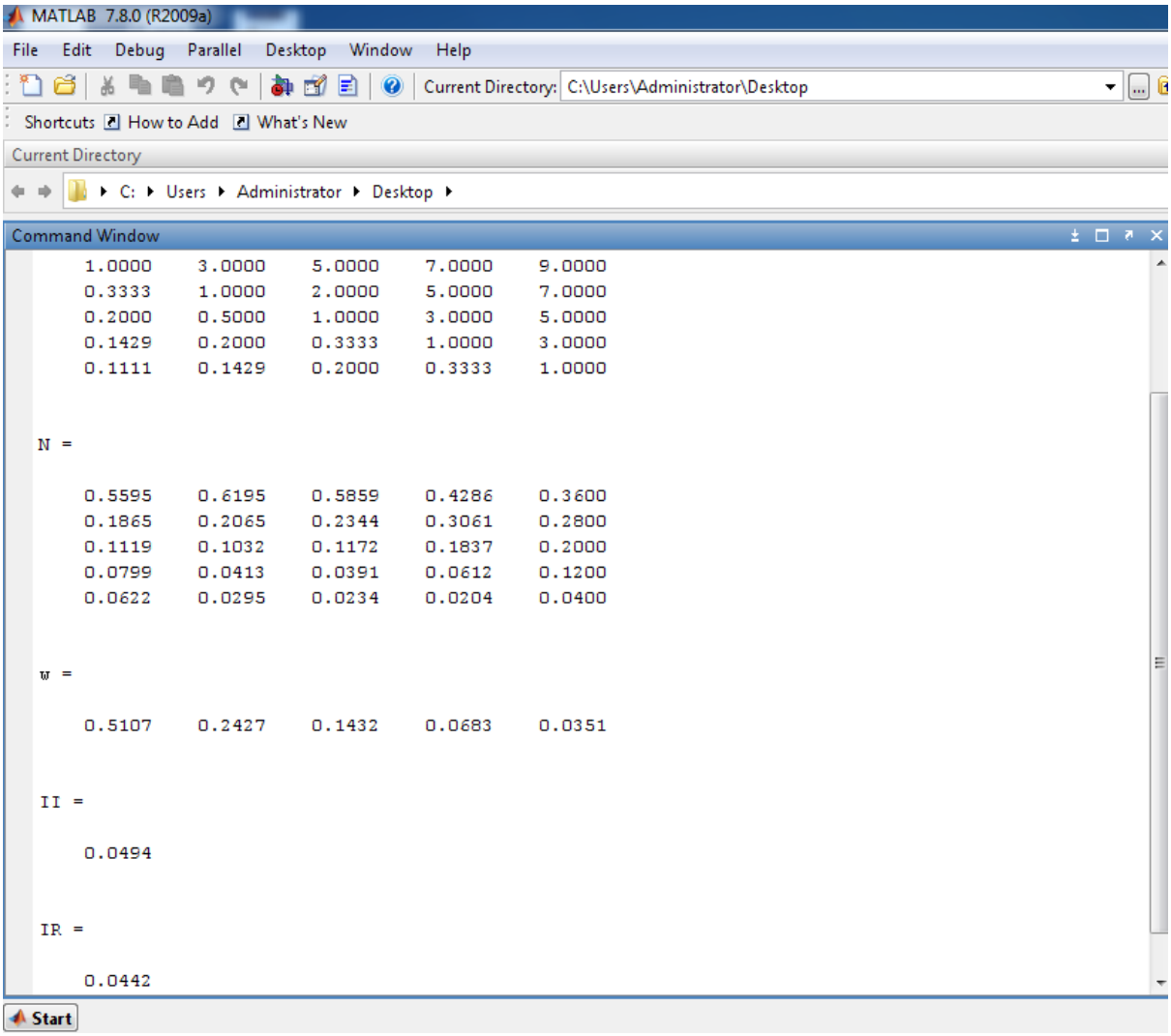
ضریب سازگاری در تعیین اهمیت نسبی مولفه های اصلی	۰/۰٤٥۲	✓

جدول٤-٤- رتبه نهایی شاخص های اصلی

مولفه های مورد ارزیابی	رتبه شاخص ها و میزان اثر گذاری شاخص های اصلی
استهلاک و تعویض ماشین آلات	۱
سرمایه گذاری	۳
مخارج بهره برداری	٤
نگهداری و تعمیرات	۲

جدول٤-٥- ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص های استهلاک نسبت به واحد متقاضی کالا

عمر بهینه و اقتصادی ماشین آلات	زمان بهینه جایگزینی تجهیزات	عمر اقتصادی تجهیزات	استهلاک و تعویض ماشین آلات
۵	۳	۱	عمر اقتصادی تجهیزات
۲	۱	$\frac{۱}{۳}$	زمان بهینه جایگزینی تجهیزات
۱	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۵}$	عمر بهینه و اقتصادی ماشین آلات



شکل٤-٣ - خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به استهلاک و تعویض ماشین آلات

با تکیه بر خروجی های نرم افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰٤٥۲ می باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری سیستم اثبات می گردد.

جدول٤-٦- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در استهلاک و تعویض ماشین آلات

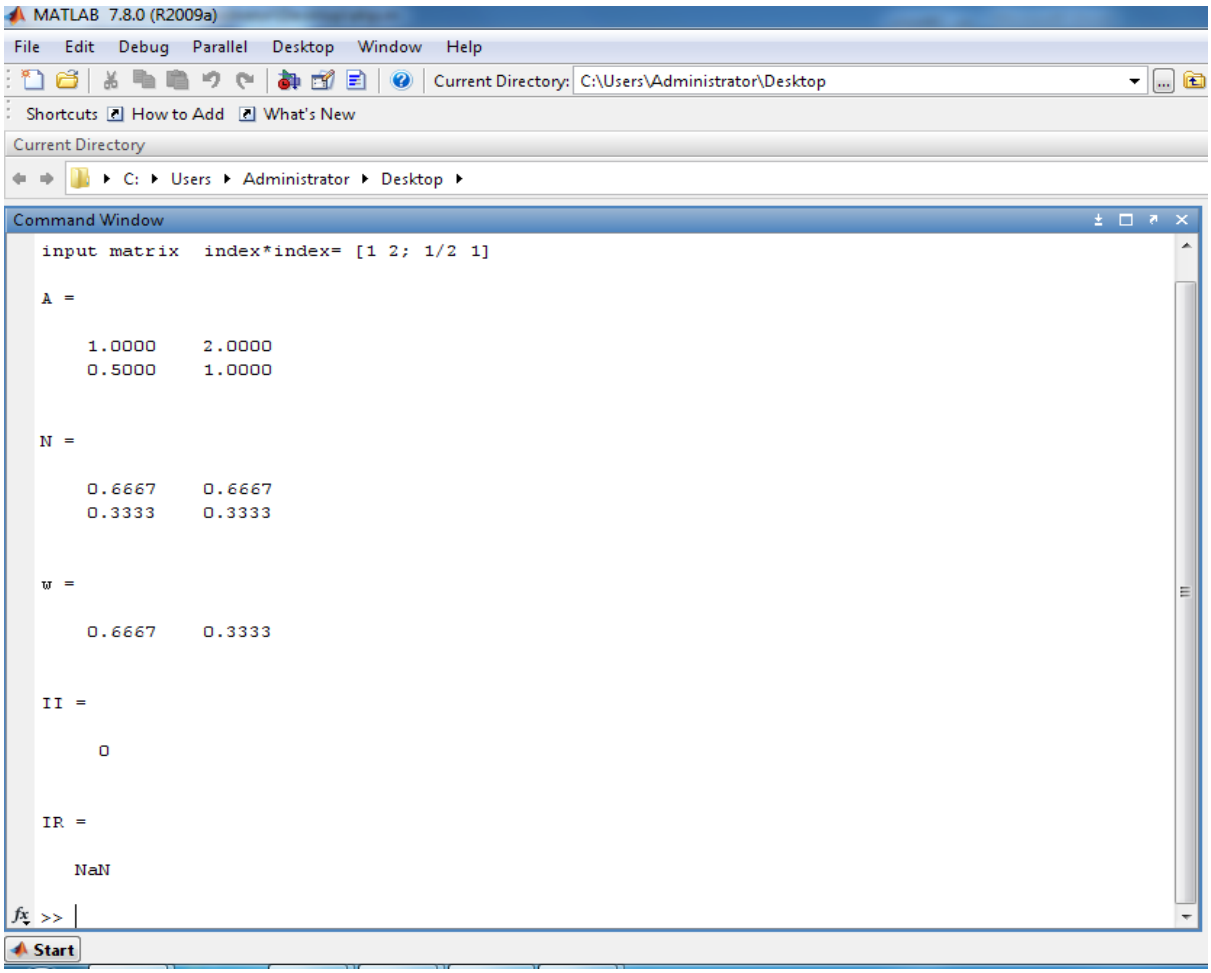
ضریب سازگاری در تعیین اهمیت نسبی مولفه های استهلاک	۰/۰٤٥۲	✓

جدول٤-۷ - رتبه نهایی شاخص های استهلاک

مولفه های مورد ارزیابی	رتبه مولفه و میزان اثر گذاری مولفه های استهلاک
عمر اقتصادی تجهیزات	۱
زمان بهینه جایگزینی تجهیزات	۲
عمر بهینه و اقتصادی ماشین آلات	۳

جدول٤-۸- ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به واحد سرمایه گذاری

سرمایه گذاری	هزینه های مالکیت اولیه	هزینه های ثانویه
هزینه های مالکیت اولیه	۱	۲
هزینه های ثانویه	۰/۵	۱



شکل٤-٤ – خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به سرمایه گذاری

با تکیه بر خروجی های نرم افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر ۰ می باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری سیستم اثبات می گردد.

جدول٤-٩- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در سرمایه گذاری

ضریب سازگاری در تعیین اهمیت نسبی مولفه های سرمایه گذاری	۰	✓

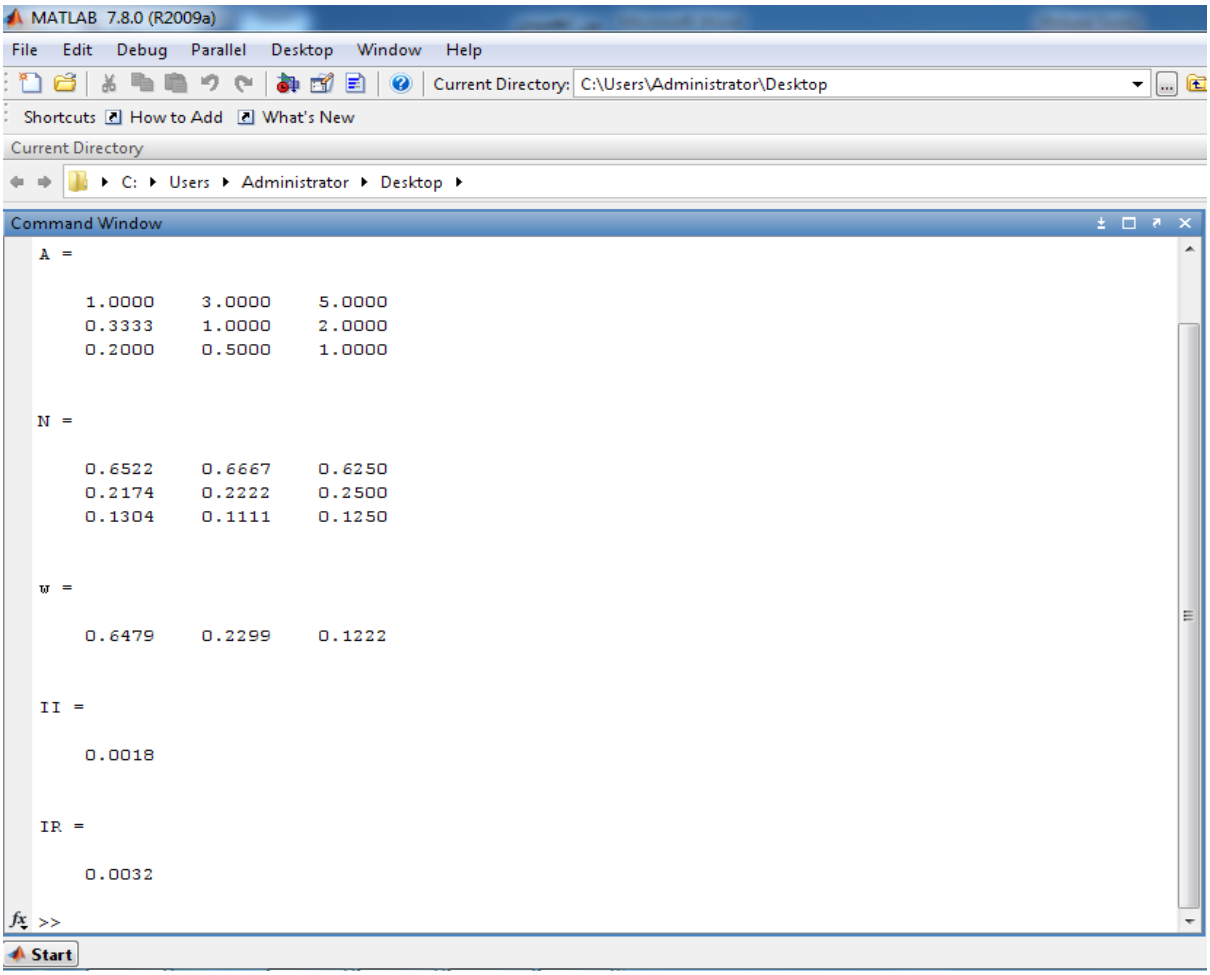
جدول٤-١٠ – رتبه نهایی مولفه ها در سرمایه گذاری

مولفه های مورد ارزیابی	رتبه مولفه و میزان اثر گذاری مولفه های سرمایه گذاری

هزینه های مالکیت اولیه	۱
هزینه های ثانویه	۳

.جدول٤-١١ - ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به مخارج بهره برداری

مخارج بهره برداری	نیروی کار	سوخت	روغن کاری
نیروی کار	**۱**	**۳**	**۵**
سوخت	$\frac{۱}{۳}$	**۱**	**۲**
روغن کاری	$\frac{۱}{۵}$	$\frac{۱}{۲}$	**۱**



شکل٤-٥ - خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی زیرشاخص ها نسبت به مخارج بهره برداری

با تکیه بر خروجی های نرم افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰۰۳۲ می باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری سیستم اثبات می گردد.

جدول ٤-۱۲- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در مخارج بهره برداری

ضریب سازگاری در تعیین اهمیت نسبی مولفه های مخارج بهره برداری	۰/۰۰۳۲	✓

جدول٤-۱۳- رتبه نهایی مولفه های مخارج بهره برداری

مولفه های مورد ارزیابی	رتبه مولفه و میزان اثر گذاری مولفه های مخارج بهره برداری
نیروی کار	۱
سوخت	۲

روغن کاری	۳

٤- ٥- انواع ریسک های مالی با روش AHP

ریسک های مالی ریسک‌هایی هستند که به طور مستقیم بر سودآوری موسسات اثر می‌گذارند و در اثر تغییرات قیمت مالی حادث می شوند. انواع ریسک‌های مالی عبارت است از:

۱- ریسک نقدینگی: ریسک نقدینگی به دلیل کمبود وجه نقد برای بازپرداخت تعهدات به وجود می‌آید. هدف فرآیندهای مدیریت نقدینگی عبارت است از حصول اطمینان از اینکه بانک تمام تعهدات مالی خود را هنگامی که سررسید شان فرا می‌رسد، ایفا کند. برای این منظور بانک باید تعهدات نقدی خود را محاسبه و پیش‌بینی کرده و منابع مختلف تأمین مالی را مدنظر قرار دهد و با ایجاد محدودیت‌هایی برای اعطای تسهیلات، از دسترسی آسان به دارایی‌های نقد اطمینان حاصل نماید.

۲- ریسک اعتباری: ریسک اعتباری هنگامی رخ می‌دهد که اعتبار گیرنده به علت عدم توان یا تمایل، به تعهدات خود در مقابل وام دهنده و در تاریخ سررسید عمل نمی‌کند. ریسک اعتباری از مهم‌ترین ریسک‌هایی است که خصوصاً نهادهای پولی و مالی را تحت تأثیر قرار می‌دهند چرا که نبود تعهدات تعداد کمی از مشتریان، می‌تواند زیان‌های زیادی را به یک سازمان وارد سازد.

۳- ریسک نرخ سود: این ریسک در بانک‌های ربوی تحت عنوان ریسک نرخ بهره[۱۵] از نوسانات نرخ بهره ناشی می شود که بر ارزش دارایی‌ها و بدهی‌های مالی یک بانک تأثیر می‌گذارد. به طور کلی ریسک نرخ بهره ارزش حقوق صاحبان سهام را از طریق تأثیر بر درآمد خالص مبتنی بر سود (خالص درآمد بهره ای NII) مورد تهدید قرار می‌دهد. با توجه به اینکه رابطه ی حقوقی بانک و مشتری در بانک‌های ربوی مبتنی بر استقراض است، لذا چنانچه نرخ سود قراردادهای منعقده به صورت شناور نباشد، می‌تواند بر میزان ریسک نرخ سود مؤثر واقع شود.

٤- ریسک سرمایه‌گذاری مجدد: این ریسک مربوط به دارایی‌های مالی است که بیش از یک جریان نقدی دارند. به عبارت دیگر سرمایه‌گذاری‌هایی که در طی مدت سرمایه‌گذاری متضمن بازگشت سرمایه می‌شوند، در معرض این نوع ریسک قرار می‌گیرند. سرمایه‌گذاری‌هایی که دارای یک سررسید و یک جریان نقدی هستند

[۱۵]- Interest Rate Risk

عاری از این ریسک بوده و در مقابل، سرمایه‌گذاری‌هایی که از محل سود دریافتی سرمایه‌گذاری اصلی صورت می‌گیرد شامل این ریسک می‌شوند.

۵- ریسک نرخ ارز: ریسک نرخ ارز بر زیان احتمالی ناشی از تغییرات نرخ ارز که موجب کاهش ارزش دارایی‌ها و یا افزایش ارزش بدهی‌ها می‌شود، دلالت دارد، به عبارت دیگر نگهداری یک دارایی ارزی هنگامی که نرخ آن در حال کاهش است، منجر به وقوع زیان و زمانی که نرخ آن روند فزاینده دارد، می‌تواند موجب سود شود. با توجه به اینکه نوسان نرخ ارز در بلند مدت تابع عوامل متعددی است که شاید بسیاری از آنها قابل پیش‌بینی نباشد، لذا آگاهی از میزان ریسک نرخ ارز می‌تواند در اتخاذ تصمیم در خصوص تعیین حجم مطلوب دارایی‌ها و بدهی‌های ارزی مؤثر باشد.

جدول٤-١٤ - ماتریس مقایسه ی زوجی نهایی ریسک های مدیران پروژه

ریسک های مدیران پروژه	ریسک نقدینگی	ریسک اعتباری	ریسک نرخ سود	ریسک سرمایه‌گذاری مجدد	ریسک نرخ ارز
ریسک نقدینگی	۱	۳	۰/۵	۲	۵
ریسک اعتباری	$\frac{۱}{۳}$	۱	۲	۱	۳
ریسک نرخ سود	۲	۰/۵	۱	۳	۵
ریسک سرمایه‌گذاری مجدد	$\frac{۱}{۲}$	۱	$\frac{۱}{۳}$	۱	۳
ریسک نرخ ارز	$\frac{۱}{۵}$	$\frac{۱}{۳}$	$\frac{۱}{۵}$	$\frac{۱}{۳}$	۱

شکل٤-٦ - خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه ی زوجی شاخص های ریسک های مدیران پروژه

با تکیه بر خروجی های نرم افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰٤٥۲ می باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری سیستم اثبات می گردد.

جدول ٤-١٥- مقادیر ضریب سازگاری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ریسک های مدیران پروژه

ضریب سازگاری در تعیین اهمیت نسبی مولفه ها	۰/۰٤٥۲	✓

جدول٤-١٦- رتبه نهایی شاخص های ریسک های مدیران پروژه

مولفه های مورد ارزیابی	رتبه شاخص ها و میزان اثر گذاری شاخص های ریسک های مدیران پروژه
ریسک نقدینگی	۲
ریسک اعتباری	۳
ریسک نرخ سود	۱
ریسک سرمایه‌گذاری مجدد	٤
ریسک نرخ ارز	٥

فصل پنجم

بحث و نتیجه گیری

۵-۱- مقدمه

هر پژوهش، تلاشی منطقی، سازمان یافته و علمی برای دستیابی به پاسخ یک پرسش یا راه حل برای یک مسأله است. برای رسیدن به پاسخ ها و راه حل ها که در حقیقت هدف های اصلی یک پژوهش هستند باید مسیری طی شود که چگونگی طی این مسیر به عوامل گوناگونی چون ماهیت مسأله، پرسش و ... وابسته است. هرمسیر پژوهشی، در واقع فرآیندی است که شامل گام ها و مراحل متعددی است. در این فرآیند، نتایج پژوهش از اهمیت به سزایی برخوردار است، زیرا می تواند مبنایی برای رفع مشکلات یا بهبود وضعیت موجود شده و راه را برای رسیدن به وضعیت مطلوب هموار سازد (خاکی، ۱۳۹۱، ص۲۷۵).

در اکثر پروژه‌های بزرگ عمرانی مدیریت کارگاه و ماشین آلات نقش موثر و تعیین کننده‌ای در زمان و هزینه تمام شده پروژه خواهد داشت. مدیریت صحیح و مناسب بر ماشین آلات و مصالح برای بازدهی و سودآوری بیشینه، امروزه بیش از هر زمان دیگری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به انواع فعالیت ها و عوامل گوناگون تأثیرگذار در پروژه‌های عمرانی، جمع آوری و سازماندهی دقیق اطلاعات مربوط به فعالیت‌ها و نحوه ی انجام آنها همواره به عنوان یکی از مشکلات مدیران ساخت به شمار رفته است. تکنولوژی FMEA به عنوان راهکاری جهت حل این مشکل در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. چگونگی استفاده و بهره گیری از تکنیک FMEA به منظور دستیابی به رویکردی مناسب و کارآمد جهت جمع آوری و سازماندهی دقیق اطلاعات و در نتیجه مدیریت صحیح ماشین آلات و مصالح ساختمانی هدف اصلی این پژوهش بود.

در تحقیق حاضر از تکنیک FMEA استفاده شده که این تکنیک بر انعطاف پذیری این روش جهت ارزیابی ریسک تأکید داشت. یکی از خصوصیاتی که در خصوص روش‌های ارزیابی بیان می شود کاربرد ساده و راحت برای ارزیاب ها است که بتوانند از یک میزان ریسک مشخص، ارزیابی نسبتاً واحدی را داشته باشند. به منظور رسیدن به این هدف، می توان از تلفیق روش های ریسک با مدل های تصمیم گیری مانند AHP بهره گرفت. همواره تجربه عملیاتی در انواع سیستم های صنعتی، حمل و نقلی و فرآیندی نشان داده است که مخاطرات عملیاتی و بهره برداری، جزء جدا ناپذیری از این سیستم ها هستند و در صورت عدم توجه به مسائل و رعایت نکردن آنها، شدت مخاطرات بالا و صدمات ناشی از حوادث، غیر قابل جبران خواهد بود(Duwe ،۲۰۰۵).

۵-۲- خلاصه تحقیق

پروژه های بزرگ عمرانی یکی از پر خطرترین موارد از نظر تلفات مربوط به کار، نرخ آسیب‌دیدگی شناخته شده است. در این بخش صدمات منجر به فوت، آسیب‌های جدی شغلی و زمان از دست رفته کار با توجه به طبیعت منحصر به فرد آن رخ می‌دهد. از این رو شناسایی و مدیریت ریسک‌های ایمنی، از جمله مهم‌ترین اقداماتی است که در پروژه‌های بزرگ عمرانی باید انجام شود. هدف مدیریت ریسک شناسایی منشأ ریسک-ها و عدم‌قطعیت‌ها، اثرات آنها و ارایه پاسخ مدیریتی مناسب به این ریسک‌ها است(Chin ،۲۰۰۹). مدیریت ریسک موثر شامل چهار فرایند شناسایی ریسک، ارزیابی ریسک، پاسخ به ریسک و بررسی و نظارت بر ریسک می‌باشد. هدف از این فرایندها به حداقل رساندن اثرات ریسک‌ها روی اهداف پروژه های بزرگ عمرانی و حذف یا تسهیم ریسک‌ها است. تکنیک تجزیه و تحلیل اثرات و حالات شکست به دلیل در نظر گرفتن احتمال شناسایی[۱۶] ریسک از دقت و درستی بیشتری نسبت به مدل سنتی ارزیابی ریسک برخوردار می‌باشد و در پروژه های بزرگ عمرانی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. لذا در این پژوهش سعی شد تا با بهره گیری از تکنیک FMEA و فازی، قدمی در بهینه سازی پروژه های بزرگ عمرانی و نیز استفاده ی همزمان از مدیریت ایمنی و ریسک در این چهارچوب استفاده شود (Braglia.۲۰۰۳) در این راستا رویکرد FMEA و فازی در تحلیل پروژه های بزرگ عمرانی توسعه یافته که روش پرت فازی یا روش مسیر بحرانی فازی نام گرفت. در این روش مدت زمان انجام فعالیت‌ها یک عدد فازی فرض شد. بنابراین با توجه به اهمیت مسائل مربوط به پروژه های عمرانی، در این پژوهش مسئله اصلی ارائه یک راهکار جدید مبتنی بر شناسایی و رتبه بندی ریسک‌ها در پروژه های بزرگ عمرانی به وسیله‌ی FMEA و تحلیل شبکه فازی می‌باشد(منهاج، ۱۳۸٦) و (Zimmermann ،۱۹۹۱)

در فصل اول این پژوهش به بیان مساله، ضرورت، اهداف و سوالات مربوط به مسأله بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ به وسیله FMEA پرداخته شد. اگر چه تحقیقاتی زیادی در این راستا انجام شده است، اما مشکلات به طور کامل بر طرف نشده‌اند و لذا فصل دوم شامل دو بخش می‌باشد: بخش اول مبانی نظری پژوهش است که در این بخش به بررسی‌مبانی نظری، که نگاهی به بهره وری ماشین آلات

[۱۶] Detection

عمرانی در پروژه‌های بزرگ دارند، پرداخته شد و در ادامه انواع تکنیک‌های ریسک و تجزیه و تحلیل آنها بررسی و شرح داده شد و در بخش دوم فصل دوم، پیشینه تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور در ارتباط با موضوع پژوهش مورد بررسی قرار گرفت (Tang ،۲۰۰۲).

در هر پژوهشی معمولاً در فصل سوم به بررسی روش تحقیق پرداخته می شود که در این تحقیق نیز فصل سوم به بررسی و مطالعه روش FMEA و روش تحلیل سلسله مراتب پرداخته شد. در ادامه پژوهش و در فصل چهارم به منظور شناسایی بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ ابتدا با مدیران و کارشناسان مصاحبه گردید. سپس سوابق بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ بررسی شد. پس از جمع آوری اطلاعات، نتایج با استفاده از رویکرد FMEA و تحلیل سلسله مراتبی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

در ادامه به وسیله روش تحلیل آثار شکست و عوامل آن (FMEA) میزان شدت، تکرارپذیری و احتمال وقوع ریسک ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و با میانگین گیری از نظرات آن ها، در نهایت RPN ریسک‌ها به دست آمد و رتبه بندی شدند. سپس راه کارهای لازم برای کاهش احتمال وقوع بررسی گردید.

۵-۳-نتیجه گیری

با توجه به ماتریس مقایسه زوجی در قسمت بهره وری ماشین آلات، محاسبه صحیح نرخ استهلاک و زمان مناسب تعویض ماشین آلات، اهمیت بسیار بالایی در بهره وری پروژه های عمرانی دارد. از این رو توصیه می شود به این موارد توجه بیشتری شود.

با توجه به اولویت بندی اعداد ریسک که در این تحقیق نشان داده شده است، عمر اقتصادی ماشین آلات، نسبت به زمان و عمر بهینه جایگزینی ماشین آلات، اهمیت بسیار بالاتری دارد.

ارزیابی های انجام شده در این پایان نامه در خصوص مخارج بهره برداری ماشین آلات در پروژه های عمرانی، گویای این است که داشتن نیروی کار ماهر و خبره اهمیت به سزایی دارد و اهمیت سرویس و نگه داری ماشین آلات در مرحله بعدی قرار می گیرد.

با اقدامات اصلاحیه ی لازم (پیشگیرانه) جهت جلوگیری از ایجاد بستر خرابی ها، علاوه بر کاهش هزینه نگهداری و تعمیرات و سایر هزینه ها، عمر مفید ماشین آلات و در نتیجه سود حاصل از پروژه افزایش پیدا می کند.

این تحقیق دیدگاهی متفاوت از بهره وری ماشین آلات عمرانی را ارائه نموده است و در این راستا راهکارهای مختلفی مطرح شده است. به هر حال برای تقویت و انجام جدی موارد یاد شده به روش ها، طرح ها، زمانبندی ها، آموزش و در دسترس بودن اطلاعات تکنیکی نیاز می باشد.

نگاه عمیق به بهره وری ماشین آلات عمرانی جهت تشخیص این که آیا موارد در حال انجام، به صورت مناسب و صحیح هستند، لازم و ضروری است.

با توجه به مطالعات انجام شده و پرسشنامه های تکمیل شده در این تحقیق، در خصوص به کار گیری ماشین آلات عمرانی توسط مدیران در پروژ ه ها، مهمترین عامل مد نظر، سود حاصل از همان پروژه است. ترجیح اولیه مدیران استفاده از ماشین آلات استیجاری در کنار ماشین آلات فرسوده می باشد و اولویت دوم جایگزینی و خرید ماشین آلات می باشد.

از آنجایی که روش FMEA در این پژوهش در رابطه با ماشین آلات عمرانی اجرا شده است لذا به مدیران توصیه می شود جهت بهبود این روش و گرفتن نتیجه مطلوب، عوامل بالقوه خطا را مورد توجه قرار داده و در دوره های مختلف به نظرسنجی از متخصصین این امر درباره این عوامل بپردازند .

جهت تصمیم گیری درباره عوامل خطا می توانید از نتایج این تحقیق وتحقیقات مشابه در پروژه های بزرگ عمرانی استفاده کرد.

از آنجایی که عامل شناسایی نسبت به احتمال وقوع و شدت، وزن و تأثیر بیشتری در ارزیابی ریسک پروژه های بزرگ عمرانی دارند، لذا توصیه می شود به این مرحله بیشتر اهمیت داده شود(Borysiewicz،۲۰۰۱).

با توجه به رتبه بندی حالات خطا با روش فازی می توان گفت که ظاهر و جلوه نامناسب ماشین آلات کمترین رتبه را دارند و در نظر نگرفتن آنها خسارت چندانی به پروژه وارد نمی کند. در عوض باید به عمل نکردن مکانیزم مربوطه و کاهش تحمل فشار توجه کرد تا خطا را به حداقل رساند(۱۹۹٦، Lee).

۵-٤- محدودیت های تحقیق

در طی انجام هر تحقیقی بدون شک انواع موانع، محدودیت ها و مشکلاتی وجود دارد. به خصوص در کشور ما که متأسفانه در برخی از موارد موانع و محدودیت های فنی به دلیل عدم مدیریت صحیح به وجود می آید و روند تحقیق ها را کند ساخته و مانع دستیابی به نتایج واقعی و قابل تعمیم می شود و در نتیجه روند پژوهش را به چالش می کشاند. این تحقیق نیز از این قاعده مستثنی نبوده است .برخی از محدودیت ها عبارتند از :

- از آنجایی که در این تحقیق باید پرسشنامه توسط مدیران تکمیل می شد لذا قانع کردن آنها برای انجام این تحقیق کار مشکلی بود.
- عدم دسترسی سریع و آسان به مدیران که با صرف وقت و مراجعات مکرر در جهت حل این مشکل اقدام شده است .
- در این تحقیق وقتی به طبقه بندی پرسشنامه پرداخته شد، بسیاری از داده ها از بین رفت و قابل استفاده نبود.

۵-۵- پیشنهادات

- به محققین آتی توصیه می شود علاوه بر ۱۲ حالت در نظر گرفته شده برای حالات بالقوه خرابی ها، معیارهای دیگری را در تحقیق خود مورد بررسی قرار دهند.
- اگر در تحقیق خود قصد اجرای سیستم FMEA را دارید ، بهتر است عواملی که در تحقیقات گذشته مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند را مدنظر قرار دهید.
- می توان در تحقیقات دیگر از تکنیک های دیگری جهت بررسی حالات خطا استفاده نمائید.

- به محققین آتی توصیه می گردد در خصوص بهره وری ماشین آلات پروژه های عمرانی، به بررسی پروژه هایی از قبیل سد سازی، تونل سازی و صنعتی بپردازند.
- می توان از تکنیک FMEA، در کنار سایر تکنیک ها برای قسمت های دیگری از پروژه های عمرانی نظیر ایمنی ماشین آلات، نیروی انسانی و حتی بهره وری واحدهای تولیدی استفاده کرد.
- علاوه بر طرح پرسشنامه برای مدیران، از عوامل اجرایی و نیروهای فنی مربوط به ماشین آلات نیز در پژوهش خود استفاده نمایند.

منابع

۱- اصغرپور، ع. ۱۳۷۷. تصمیم گیری چند معیاره ، انتشارات دانشگاه تهران

۲- انصافپور، ح. ۱۳۸٤. فن آوری نوین دستگاه های راهسازی دربستر راهبردهای سنتی نگهداری. سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات.

۳- حاتمی، م و مفاخری، خ. ۱۳۸۹ . مدیریت ماشین آلات معدنی و راه سازی با استفاده از مدل تجمیع هزینه ها. ماهنامه فناوری سیمان. ٥٤

٤- حافظی نیا، م. ر. ۱۳۸۹. مقدمه ایی بر روش تحقیق. تهران. انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت).

٥- خدابخشی انکارگر، ر. شاکری، م . ۱۳۸۷. مهندسی نت پیشگیرانه و پایش وضعیت در ماشینهای راهسازی. پنجمین کنفرانس بین المللی و تعمیرات، تهران.

٦- خیرخواه ثابت قدم، پدرام، روانشادنیا، مهدی و رمضانی، سعید ۱۳۹۱ ،مدلی برای تعیین عمر اقتصادی ماشین آلات عملیات خاکی به روش آنالیز هزینه چرخه عمر .دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت.

۷- سبط م، ح، ۱۳۸۲. روشهای جدید در مدیریت کنترل و کیفیت بتن، گروه مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، داشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

۸- روحانی،ع. مسعودی، ح. ۱۳۹۲. پیش بینی عمر اقتصادی تراکتور دو چرخ محرک با استفاده از مدل هزینه تجمعی و مقایسه آن با مدل کمینه سازی هزینه ها .مجله علمی کشاورزی مهندسی زراعی،.جلد۳٦. شماره۲

۹- ریاحی، م. علیمردانی، م.ع. ۱۳۸۳. مهندسی نگاهداشت پیشگیرانه در ماشین آلات و تجهیزات راه سازی و راه داری. دومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات.

۱۰-سروش، ع. ۱۳۷۲. مدیریت زمان. تهران. انتشارات بزرگمهر

۱۱-قادری، پ. افشار مرادی. م و مختارپوریانی، ب. ۱۳۹۰، استفاده از روش FMEA در شناسایی مخاطرات یکی از صنایع سدسازی، اولین همایش ملی بهداشت، ایمنی و محیط زیست(HSE) ، ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر.

۱۲-کاظمی، ع، ۱۳۸۱. بهره وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمانها، انتشارات سمت.

۱۳-محمدی، ع، ۱۳۹۰ ، سهم نگهداری و تعمیرات ماشین آلات در هزینه‌های پروژه‌های عمرانی، کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات.

۱٤-مشکانی فراهانی، ا. ابطحی، م. ۱۳۹۰. سرویس و نگهداری مناسب، موثر در بهره وری و بهره برداری ماشین آلات سنگین. فصلنامه سنگ و معدن، ۲۲

۱۵-معینی، م، ۱۳۸۳. دستورالعمل کاربرد آنالیز بهای ساعتی ماشین آلات ساختمانی، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران.

۱٦-منصوری خاکی، ع، ساداتی بالادهی، ح، وطن خواه، م، بهادری کوسجی زارع، م، ۱۳۹۲ ،به کارگیری فناوری اطلاعات در مدیریت ماشین آلات عمرانی مطالعه موردی:نرم افزار CMMS مورد استفاده در شرکت پارس گرم، همایش ملی مهندسی عمران کاربردی و دستاوردهای نوین.

۱۷-منهاج، م، چاپ اول ۱۳۸٦ ، محاسبات فازی -انتشارات دانش نگار.

۱۸-نیکنام ، خ، فرد، ف، روانشادنیا، م،۱۳۹۰، کاربرد تکنولوژی RFID در مدیریت کارآمد ماشین آلات ساختمانی، کنفرانس بین المللی عمران.

۱۹-هوردخت، خلیلی شورینی،س، ۱۳۷٦. بهبود بهروری و فوایدآن، انتشارات فیروز.

۲۰- یعقوبی، س. ۱۳۹۰. تخصیص منابع در سیستم چند پروژه ای تحت شرایط تصادفی و پویا. پایان نامه دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد

۲۱- .ASAE Standards. ۲۰۰۰. Agricultural Machinery Management Engineering Practice EP٤۹٦.

۲۲-Bonates, E.J.L. ۱۹۹۲.The development procedure for semi-automated truck/shovel .systems. PhD thesis. McGill Unevirsity, Montreal, Canada.

۲۳-.Ebrahimnejad, S., Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Hashemi, H., & Vahdani, B. ۲۰۱۲, A novel two-phase group decision making approach for construction project selection in a fuzzy environment. Applied Mathematical Modelling, ۳٦(۹), ٤۱۹۷-٤۲۱۷.

۲٤-Hastings, W.F.,P.L.B. oxley and M. G. Stevenson, 'Predicting a Material's Machining Charactristics Using Flow Stress Properities Obtained from High-speed Compression Tests", Proc. Instn. Mech. Engrs., Vol.۱۸۸, No.۲۲, ۱۹۷٦.

۲۵-.Zhou J, Stalhane T., "Using FMEA for early robustness analysis of Web-based systems", Proceedings of the ۲۸th Annual International Computer Software and Applications Conference, ۲۰۰٤, ۲, ۲۸-۲۹

٢٦- Baydar C. M, Saitou K., “Prediction and Diagnosis of Propagated Errors in Assembly Systems Using Virtual Factories”, Journal of Computing and Information Science in Engineering, ٢٠٠١, ١:٣, ٢٦١-٢٦٥

٢٧- Borysiewicz, M., & Potempski, S. ٢٠٠١. Methodology of risk assessment for long pipelines. Institute of Atomic Energy, Otwock-Swierk.

٢٨- Braglia, M., Frosolini, M., & Montanari, R. ٢٠٠٣. Fuzzy criticality assessment model for failure modes and effects analysis. International Journal of Quality & Reliability Management, ٢٠(٤), ٥٠٣–٥٢٤.

٢٩- Carmona, Matthew and Heath, Tim and Oc, Taner and Tiesdell, Steve ٢٠٠٣: "Public Places Urban Spaces: The Dimensions of Urban Design", London , Architectural Press

٣٠- Chin, K. S., Wang, Y. M., Poon, G. K. K., & Yang, J. B. ٢٠٠٩. Failure mode and effects analysis using a group – based evidential reasoning approach computers and operations Research , ٣٦(٦) , ١٧٦٨-١٧٧٩

٣١- Duwe B, Fuchs BD, Hensen-Flaschen J. “Failure mode and effects analysis application to critical care medicine”. Critical Care Clinics ٢٠٠٥, ٢١(١), ٢١-٣

٣٢- Eti MC, Ogaji SOT, Probert SD. “Implementing total productive maintenance in Nigerian”, Applied Energy ٢٠٠٤, ٧٩(٤), ٣٨٥-٤٠١

٣٣- H.M. Lee, Group decision making using fuzzy sets theory for evaluating the rate of aggregative risk in software development, Fuzzy Sets and Systems, ٨٠ .١٩٩٦ .٢٦١-٢٧١.

٣٤- Xu, K., Tang, L. C., Xie, M., Ho, S. L., & Zhu, M. L. ٢٠٠٢. Fuzzy assessment of FMEA for engine systems. Reliability Engineering & System Safety, ٧٥(١), ١٧–٢٩.

٣٥- Liang-gang, L., & Xiaoliang, L. ٢٠١٤. Working Performance Analysis and Optimization Design of Rotary Drilling Rig under on Hard Formation Conditions. Procedia Engineering, ١٣, ٢٣-٢٨.

٣٦- Lin, T., Wang, Q., Hu, B., & Gong, W. ٢٠١٠. Development of hybrid powered hydraulic construction machinery. Automation in Construction, ١٩(١), ١١-١٩.

٣٧- Nakada, K. ٢٠١١. Kansei engineering research on the design of construction machinery. International Journal of Industrial Ergonomics, ١٩(٢), ١٢٩-١٤٦.

٣٨- Nurul Hanna Ismail, Guillaume Mandil and Peggy Zwolinski,٢٠١٤, A remanufacturing process library forenvironmental impact simulations,Ismail et al. Journal of Remanufacturing

٣٩- Ontiveros ,Lopez. M: Intégration des contraintes de remanufacturabilité en conception de produits. PhD Thesis.

٤٠- Sundin ,Erik . Lee ,Hui Mien . ٢٠١٢. In what way is remanufacturing good for the environment?, International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign-١١), Volume: ٧.

٤١- Tummala, R., & Schoenherr, T. ٢٠١١. Assessing and managing risks using the supply chain risk management process (SCRMP). Supply Chain Management: An International Journal, ١٦(٦), ٤٧٤-٤٨٣.

٤٢- T. L. Saaty , The Analytic Hierarchy process, McGraw Hill, New York, ١٩٩٦

٤٣- Zimmermann, H.J., ١٩٩١. Fuzzy Set Theory and its Applications, second ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.

پـرسشنـامـه

پـاسخ دهنده گرامی؛

کد:

سلام

پـرسشنـامـه حاضر بـه مـنظور انـجام پـژوهشی تـحت عنـوان **(افـزایش بـهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ با تکیه بر FMEA)** تـنظیم شده است.

جنسیت: □ زن □مرد	مـدرک تـحصیلـی:
سن:	سابقـه کـار:
وضعیت تـأهل:	

لطفا به سوالات زیر بنا بر نظر شخصی خود پاسخ دهید.

شاخصهای اصلی بهره وری ماشین آلات عمرانی در پروژه‌های بزرگ

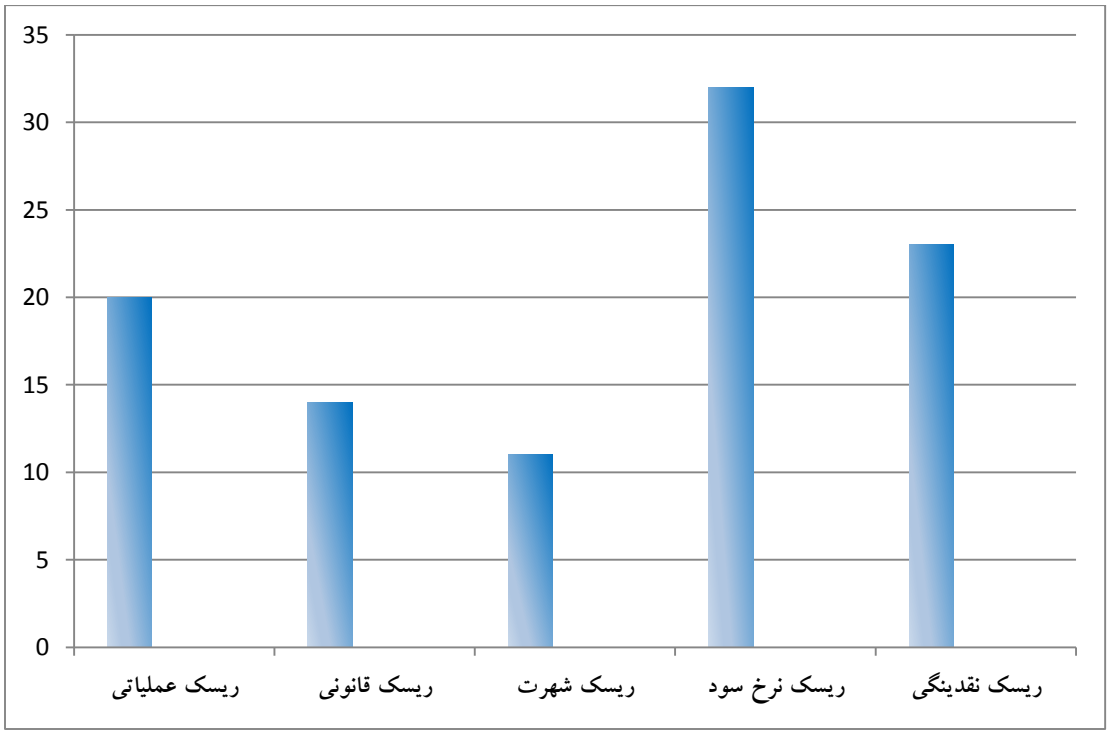
ردیف	سوالات	زیاد	بسیارزیاد	متوسط	کم	بسیار کم
1	درجه اهمیت شاخص استهلاك و تعویض ماشین آلات نسبت به شاخص سرمایه گذاري به چه میزان مهم تر است؟					
2	درجه اهمیت شاخص استهلاك و تعویض ماشین آلات نسبت به شاخص مخارج بهره برداري به چه میزان مهم تر است؟					
3	درجه اهمیت شاخص استهلاك و تعویض ماشین آلات نسبت به شاخص نگهداري و تعمیر به چه میزان مهم تر است؟					
4	درجه اهمیت شاخص سرمایه گذاري نسبت به شاخص مخارج بهره برداري به چه میزان مهم تر است؟					
5	درجه اهمیت شاخص مخارج بهره برداري نسبت به شاخص نگهداري و تعمیر به چه میزان مهم تر است؟					

زیرشاخصهای مربوط به استهلاك و تعویض ماشین آلات

ردیف	سوالات	زیاد	بسیارزیاد	متوسط	کم	بسیار کم
1	درجه اهمیت زیرشاخص عمر اقتصادي تجهیزات نسبت به زیرشاخص زمان					

پیوست ۲- رتبه نهایی ریسک ها

مولفه های مورد ارزیابی	رتبه مولفه و میزان اثر گذاری مولفه های مورد ارزیابی
ریسک عملیاتی	۳
ریسک قانونی	٤
ریسک شهرت	٥
ریسک نرخ سود	۱
ریسک نقدینگی	۲



پیوست ۲- ریسک های مرتبط با پژوهش

Abstract:

Implementing construction projects have significantly developed after the end of imposed war. Therefore, towards implementing such projects, it is necessary and unavoidable to develop internal firms, engineering and scientific attitude to project control, efficiency increase and to make this operation economical. So, the current research aimed at studying construction machinery operation in large projects by reliance on FMEA. Data collection was conducted as field form and by using questionnaire for ۳۰ constructional devices. And decision-making matrix and weighting methods (MADM) were used. The analysis was confirmed by Matlab software. Finding indicated that priority for evaluated component is as follows: interest rate risk, liquidity risk, credit risk, reinvestment risk and currency risk rate. Since FMEA method has been performed in this organization, so managers are advised to consider potential factors of error to improve the method and take desirable results, in addition, pay attention to the poll of experts about these factors at different periods.

Keywords: operation; construction machinery; FMEA (Failure Mode Effects Analysis); large projects; decision-making matrix