Archive of SID

First International Comprehensive Competition Conference on Engineering Sciences in Iran
اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران
September 2016
Anzali - Iran
WWW.IRAN3C.COM

جایگاه نگهداری و تعمیرات پیش اقدام در افزایش طول عمر ماشینهای کشاورزی

زهره مهرآئی*[1]، راضیه پوردربانی[2]، ترحم مصری گندشمین[3]

zohre.mehraei69@gmail.com

r_pourdarbani@uma.ac.ir

mesrigtm@gmail.com

چکیده

عملکرد مؤثر یک سیستم به برنامه‌ریزی قابل قبول فعالیت های سرویس و تعمیرات آن سیستم وابسته است. برنامه‌ریزی مدیریتی مؤثر به تخمین دقیق پارامترهای سیستم نگهداری مربوط میشود. نگهداری مدون و برنامه‌ریزی شده باعث به حداقل رسیدن اتلاف زمان و منابع و استفاده از آنها در جهت فعال کردن سرمایه های موجود ودر نتیجه افزایش حداکثری تولید ، می‌شود.

همچنین با توجه به فصلی بودن عملیات کشاورزی و خسارت‌های ناشی از رکود کاری ناشی از خرابی‌های ناگهانی تراکتور و ادوات کشاورزی، لزوم نگهداری و تعمیرات در بخش کشاورزی نمایان می‌شود. لذا در این مقاله سعی بر آن است که به جایگاه نت پیش اقدام که تحلیل و ریشه‌یابی علل خرابی می‌باشد، اشاره کرده و تاثیر آن بر افزایش طول عمر ماشین‌های کشاورزی را بررسی نماید.

کلمات کلیدی: نت پیش اقدام، تراکتور، خرابی.

۱) مقدمه

نگهداری و تعمیرات (نت) معمولاً به فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که می‌باید صورت پذیرد تا قابلیت اعتماد و کارکرد یک دستگاه تضمین گردد. امروزه نگهداری و تعمیرات به عنوان یکی از مسائل مهم در به کارگیری ماشین‌ها مورد بحث و بررسی بوده و همیشه سعی بر این است تا روش‌های مؤثرتری جهت کاهش هزینه‌های تعمیرات، افزایش کارآیی، ایمنی بیشتر و انجام به موقع کار انتخاب و اجرا شود (بارتولومیو، ۱۹۸۱: ۹۹).

www.SID.ir

Archive of SID

این رویکرد، از دهه ۱۹۷۰ به تدریج در صنعت وارد شده و شامل روش‌های مختلفی مانند استفاده از حواس پنجگانه، تجزیه و تحلیل ارتعاشات، تجزیه و تحلیل صدا، تجزیه و تحلیل آلتراسونیک، ترموگرافی، تجزیه و تحلیل کارآیی یا عملکردی، تجزیه و تحلیل روغن و ترایبولوژی، تجزیه و تحلیل مدار موتور و سایر آزمایش‌ها است (دانسی، ۲۰۰۸: ۲۳۵).

پیش از پیدایش سیستم‌های نگهداری و تعمیرات رسم بر آن بود که ماشین‌ها و تجهیزات تا زمانی که از کار نیفتاده‌اند، مورد بهره‌برداری قرار گیرند و زمانی که تجهیزات به نقطه شکست و خرابی می‌رسید، گروه‌های پشتیبان و تعمیراتی که آن زمان تنها در تعمیرات خلاصه می‌گردید، وارد عمل می‌شدند (بارتولموس و زیمروز، ۲۰۰۹: ۱۵۳۰). این حقیقت غیرقابل انکاری است که هرچه خرابی خطرناک‌تر باشد، اهمیت فعالیت‌های نت بیشتر است. فعالیت‌های نت در سیستم‌هایی که خرابی‌شان یا توقفشان می‌تواند بسیار نامطلوب باشد، ضروری است. نت عمر تجهیزات را افزایش داده، قابلیت دسترسی را بهبود بخشیده و تجهیزات را در وضعیت مناسب قرار می‌دهد (حسینی، ۱۳۹۰: ۴۹).

۲) نگهداری و تعمیرات پیش اقدام

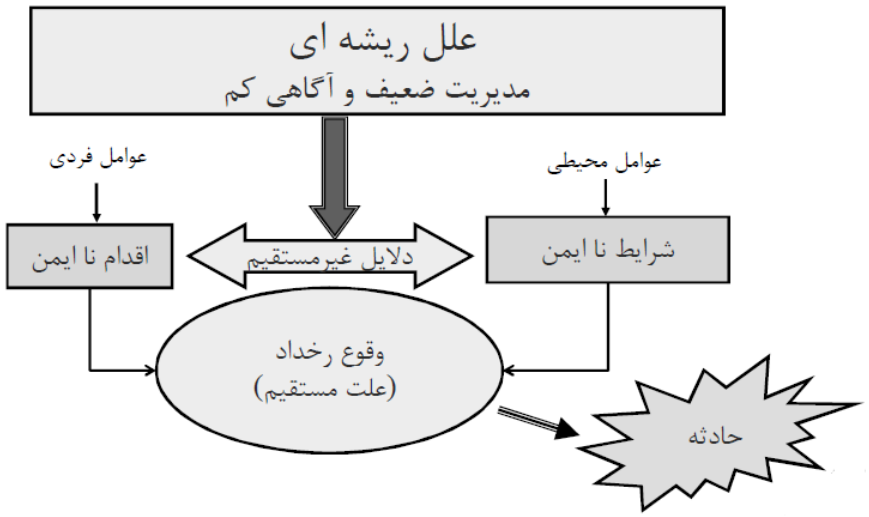
تعیین ریشه های خرابی های مکرر یا محتمل و پیدا کردن علل ریشه ای و رفع آنها به جای آنکه تنها نشانه علت بر طرف و درمان گردد. در روش های پیش اقدام یافتن علت ریشه ای بسیار مهم است.

۲-۱- برخی علل ریشه ای

طراحی /ساخت ضعیف
حمل و نقل و رویه های انبارش و سایر رویه های مربوط به قبل از نصب
نصب ضعیف
مواد نامناسب
شرایط کاری نامناسب
دستگاه ها
مدیریت
نیروی انسانی
به رویکردهای پیش اقدام ، رویکردهای ارزیابی ریسک یا مبتنی بر ریسک نیز گفته می شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تحلیل علل ریشه‌ای رویداد

۲-۲- تحلیل علل ریشه (RCA)

به دسته ای از ابزارهای حل مساله اطلاق می گردد که به دنبال علل ریشه ای مشکلات یا رخدادها می باشند. RCA، بر این باور استوار است که بهترین روش برای رفع مشکلات و رویدادهای نامطلوب تلاش برای اصلاح یا حذف علل ریشه‌ای است (به جای آنکه تنها بر نشانه‌ها تکیه شود).

در عمل مشاهده می شود که RCA نمی تواند با یک بار اجرا علل ریشه ای را حذف نماید. یک ابزار بهبود مستمر است و معمول آن است که باید به در واقع صورت تکراری و دوره ای به کار گرفته شود. کسب تجربه در به کارگیری RCA می تواند آن را به ابزاری کنشی (Proactive) تبدیل کند .به عبارت دیگر می توان از RCA برای پیش بینی احتمال رویداد یک رخداد نامطلوب و سپس یافتن علل ریشه ای آن استفاده نمود.

۳) تعمیر و نگهداری در کشاورزی

تراکتور یکی از منابع توان در کشاورزی مکانیزه و بخش بزرگی از هزینه های ثابت مزرعه تلقی می‌شود و توسعه مکانیزاسیون کشاورزی تا حد زیادی تابع میزان و چگونگی به‌کارگیری این منبع توان می‌باشد. اثر توان تراکتور در کشاورزی قابل ملاحظه است، لذا توجه به احتمال خرابی، زمان تعمیر و علل آن و کاربرد ابزارهای پیش‌بینی کننده دقیق، ضروری به نظر می‌رسد. تعیین ظرفیت و تعداد بهینه ماشین‌های مورد نیاز و برنامه‌ریزی کاری آن‌ها و همچنین فراهم کردن قطعات یدکی و تعیین زمان‌بهینه جایگزینی به منظور حفظ و قابلیت دسترسی ماشین از عوامل ضروری می‌باشند (افشارنیا و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۵۹؛ روحانی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۲۷).

www.SID.ir

Archive of SID

در بحث کشاورزی نیز برای رسیدن به کشاورزی پایدار و افزایش سطح کیفی مکانیزاسیون و تکنولوژی تولید ماشین آلات کشاورزی و نیز مقدار آن باید به یک سطح بهینه دست یافت (اسدی و همکاران، ۲۰۱۰: ۵۵). اگر نگهداری مزرعه‌ای و مناسب تراکتورها در طولانی مدت اجرا شود، بخش بزرگی از کار قبل از نیاز به تعمیرات اساسی انجام خواهد شد. تعمیر کردن تراکتورها می‌تواند هزینه بالایی نه تنها از نقطه نظر هزینه لازم جهت تعمیر داشته باشد، بلکه بخاطر مشکلات به وجود آمده روی بهره‌وری محصول نیز تأثیر می‌گذارد. وسعت مشکل خرابی تراکتور در کشورهای در حال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه یافته جدی‌تر است و این بخاطر بحران نبود قطعات یدکی اصلی، نگهداری پیشگیرانه، فقدان طرحی جدید برای ادغام مدیریت نگهداری و برنامه‌هایی جهت تشخیص معایب اولیه می‌باشد (موسی عباس و همکاران، ۲۰۱۱: ۶۵۱).
پیش‌بینی زمان دقیق خرابی و تعمیرات باعث کاهش هزینه تعمیرات، کاهش وقفه‌های زمانی در بهره‌برداری از ماشین‌آلات، امکان برنامه‌ریزی مؤثرتر، افزایش ایمنی، صرفه‌جویی‌های مالی و افزایش بازده اقتصادی می‌شود (خدابخشیان کارگر و همکاران، ۱۳۸۷: ۵).

خدابخشیان کارگر و همکاران (۱۳۸۷: ۴۴) با بررسی مهندسی نت پیشگیرانه و پایش وضعیت در ماشین‌های راهسازی به این نتیجه رسیدند که استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های مختلف پایش وضعیت و اتوماسیون کردن نگهداری باعث بالا بردن بهره‌وری ماشین‌ها، صرف هزینه کمتر در نگهداری و تعمیر، کاهش زمان تعمیر و کاهش انبار قطعات یدکی شده است و با برقراری یک برنامه مؤثر پایش وضعیت می‌توان تا ۵۰ درصد مخارج تعمیراتی را کاهش داد.

خدابخشیان کارگر و همکاران (۱۳۸۷ : ۶) تحقیقی با عنوان بررسی آماری علل خرابی و عیب یابی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در شهرستان کرمان انجام دادند، که در آن اطلاعات خام مربوط به خرابی، از تعداد ۱۰ تعمیرگاه و نمایندگی معتبر و ۵۰ نفر از کاربران این تراکتور در این شهرستان جمع آوری شد. بررسی درصد خرابی قطعات نشان داد که پمپ انژکتور و قطعات داخلی موتور به ترتیب بیشترین درصد را دارا می باشند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان می‌دهد که خرابی واتر پمپ از دیگر خرابی‌های معمول در این نوع تراکتور است. مشاهده شد که خرابی کاسه نمد (۲۸ درصد)، سفت بودن تسمه پروانه و لقی آن (۱۵ درصد) ، آب دادن واتر پمپ (۵۷ درصد) از علل عمده خرابی واتر پمپ می باشند. مطالعه خرابی قطعات دیگر هم نشان داد که خرابی پمپ و جک فرمان بیشترین تاثیر را در خرابی فرمان دارند.

فراهانی و همکاران (۱۳۸۹: ۲۰) در مقاله‌ی بررسی افزایش اثربخشی آنالیز روغن با رویکرد نت پیش اقدام جهت موتورهای دیزل، علل و مجاری ایجاد کننده آلودگی‌های خاک، سوخت و آب در موتورهای دیزل و علل اساسی پیدایش آلودگی‌ها در این کارگاه را شناسائی کرده و راهکارها و دستورالعمل هایی جهت ریشه کن کردن آلودگی‌ها با توجه به دستورالعمل سازندگان ماشین آلات و سوابق و تجربیات حاصل از برطرف نمودن آلودگی‌ها در گذشته را تدوین و اجرائی کردند. در ادامه پس از اعمال راهکارها و دستورالعمل‌ها بر روی ماشین آلات و مقایسه نتایج آزمایشات روغن پس از اعمال راهکارها در یک دوره سه ماهه، اصلاحات لازم در راهکارها و نحوه اجرای آن اعمال گردیده است و در نهایت به بررسی اثرات فنی و اقتصادی حاصل از اجرای راهکارها و میزان اثربخشی

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها پرداخته شده است. رویکرد اصلی، رویکرد نت پیش اقدام جهت جلوگیری از پیدایش آلودگی‌ها به روش حذف عوامل ایجاد کننده آن می‌باشد. بدین معنی که زمینه ایجاد آلودگی‌ها را حذف کرده یا کاهش می‌دهد.

موسوی‌پور و همکاران (۱۳۹۱: ۹۸) تحقیقی با هدف بررسی وضعیت نگهداری و تعمیرات ماشین‌های برداشت نیشکر با تأکید بر روش پایش وضعیت روغن در شش واحد از شرکت‌های توسعه نیشکر و صنایع جانبی استان خوزستان انجام دادند که از آمار و اطلاعات سال‌های زراعی ۸۵ لغایت ۸۹ مربوط به شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر امام خمینی، دعبل خزایی و فارابی که از شیوه آنالیز روغن جهت نگهداری و تعمیرات ماشین‌های برداشت استفاده می‌کنند و نیز شرکت‌های میرزا کوچک خان، امیرکبیر و سلمان فارسی که از روش نگهداری و تعمیرات اضطراری ماشین‌های برداشت بهره می‌برند، جمع آوری، بررسی و تحلیل گردید. نتایج نشان می‌دهد که به کارگیری روش پایش وضعیت روغن نسبت به روش‌های اضطراری نگهداری و تعمیرات باعث افزایش ۲۲درصدی دستگاه‌های آماده به کار و کاهش ۱۳ درصدی در تعداد دستگاه‌های تحت تعمیرگردیده است. مشخص گردید که در شرکت‌هایی که از شیوه نگهداری و تعمیرات اضطراری استفاده می‌نمایند، در بازه زمانی مورد مطالعه، ۲ درصد از دستگاه‌های فعال کاسته و ۴ درصد به دستگاه‌های تحت تعمیر افزوده شد. همچنین به کارگیری شیوه آنالیز روغن نسبت به روش‌های اضطراری تأثیر معنی‌داری در کاهش میزان مصرف روغن و افزایش تعداد دستگاه‌های فعال و آماده به کار در سطح یک درصد نیز دارد.

۴) تکنیک و روش‌های حل مسئله

روش‌های متعدد و گوناگونی برای حل مسائل مختلف وجود دارد که در اینجا به چند مورد اشاره مختصری می‌شود:

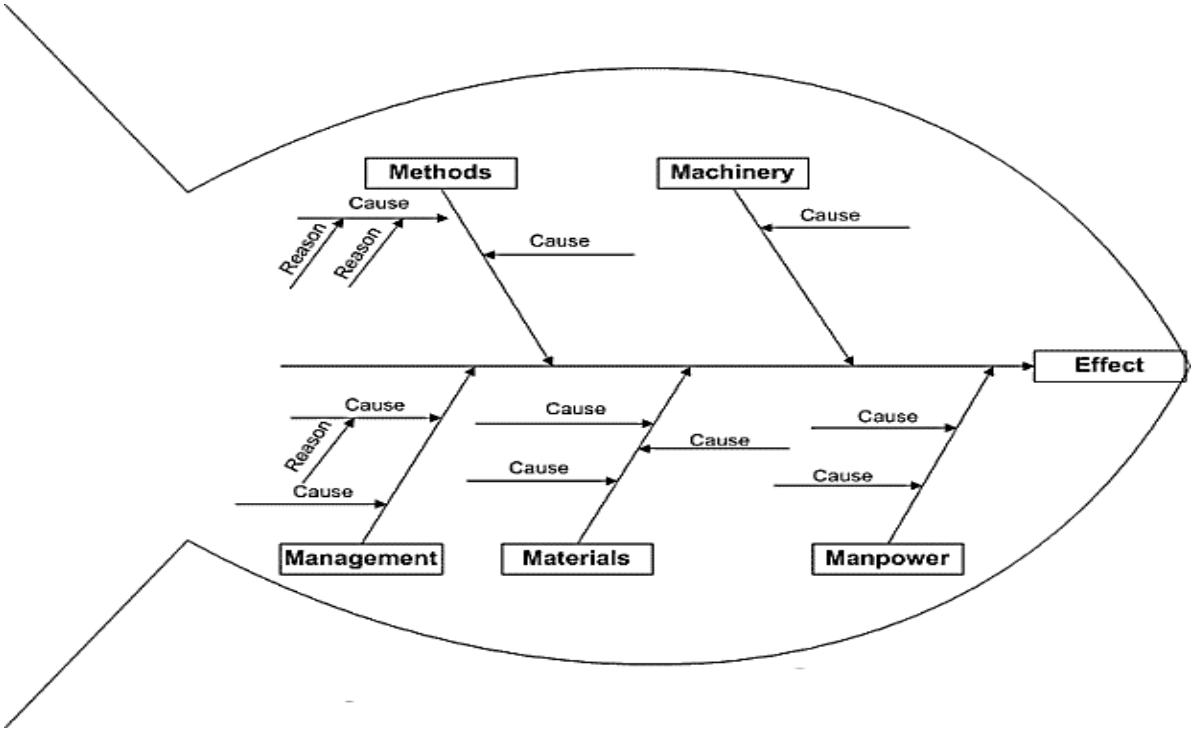
۴-۱- تکنیک ایده پردازی با نمودار استخوان ماهی

تکنیک ایده پردازی با نمودار استخوان ماهی، روشی بسیار سودمند برای شناسایی مسائل است. نمودار استخوان ماهی که گاهی به آن نمودار ایشیکاوا می‌گویند توسط پروفسور کائورو ایشیکاوا از دانشگاه توکیو در سال ۱۹۶۰ با هدف قاعده مند کردن پروسه کنترل کیفیت طراحی شد. هدف اصلی این تمرین، شناسایی و تهیه ی فهرستی از کلیه ی علل احتمالی مساله ی مورد نظر است که توسط افراد به تنهایی نیز قابل استفاده است.

عللی که دارای حداقل پیچیدگی هستند باید با کمترین فاصله نسبت به سر ماهی و عللی که دارای بیشترین پیچیدگی هستند در قسمت دم ماهی، و علت هایی که بینابین هستند به صورت یک زنجیره پیوسته و از کمترین پیچیدگی به بالاترین پیچیدگی از سر ماهی تا دم ماهی نوشته می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- تکنیک ایده پردازی با نمودار استخوان ماهی

در استفاده های صنعتی از تکنیک استخوان ماهی، علل اصلی تأثیرگذار بر خروجی مسأله، معمولا شامل این موارد است:

- افراد: تمام افرادی که در طی پروسه تأثیرگذار هستند.
- روش: شامل روش های تولید، روش انجام پروسه، قوانین، عادت ها و...
- ماشین: تمام وسایل شامل دستگاه ها، رایانه و... که در انجام یک پروسه موثر هستند.
- مواد: مواد خام، جنس اجزاء، قطعات و...
- روش اندازه گیری: در نمودارهایی که به منظور کنترل کیفیت تشکیل می شود اهمیت پیدا می کند.
- شرایط محیطی: شامل زمان، مکان، وضعیت محیطی، دما و حتی موضوعاتی همچون فرهنگ و...

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار استخوان ماهی به چند دلیل برای شناسایی مسائل سودمند است:

۱) حل کنندگان مساله را به بررسی تمامی اجزای مساله قبل از تصمیم گیری تشویق می کند.
۲) به نمایش روابط بین علل و اهمیت نسبی آن علل کمک می کند .
۳) به شروع فرایند خلاق کمک می کند زیرا توجه فرد یا افراد را معطوف به مساله می سازد.
۴) به شروع یک توالی منطقی برای حل مساله کمک می کند.
۵) به افراد کمک می کند تا به جای تأکید بر بخش کوچکی از مسأله (محدود نگری)، کل مسأله را ببینند (کل نگری).
۶) روشی را برای کاهش حیطه مساله به دست می‌دهد و به جای مسائل پیچیده، مسائل ساده تر را حل می‌کند.
۵) به افراد کمک می‌کند به جای این شاخه و آن شاخه پریدن، روی مساله واقعی تمرکز کنند.

۴-۲- تکنیک شبیه سازی مونت کارلو

از کارآترین تکنیک‌های شبیه سازی در مسائل مهندسی صنایع و نگهداری و تعمیرات و مدیریت صنعتی، تکنیک شبیه سازی" مونت کارلو "می باشد در این تکنیک، اصول کار، بر این استوار شده است که ضمن در دست داشتن توابع توزیع احتمالی وعوامل موثر در طراحی سیستم، با استفاده از اعداد تصادفی وقایع محتمل که بر سیستم اثر خواهد گذاشت برداشت شده و همین طور عکس العمل های سیستم در مقابل این وقایع بررسی می‌شوند (بی‌نام، ۱۳۸۴: ۱۲-۱۳).

در این روش شبیه سازی هدف تعیین فاصله بهینه بین دو عملیات پیشگیرانه است. داده های ورودی به برنامه عبارتند از:

الف - تابع توزیع عمر دستگاه که معمولا بصورت گسسته در دست است. این تابع از آمار خرابی های اضطراری دستگاه در گذشته بدست خواهد آمد و به صورت هیستوگرام در دست می باشد.

ب - هزینه هر بار تعمیرات پیشگیرانه: این هزینه می بایست توسط واحد حسابداری صنعتی دراختیار بخش فنی قرار گیرد و معدل هزینه تعمیرات پیشگیرانه می باشد که در دوره زمانی مورد بحث است.

پ – هزینه هر بار تعمیرات اضطراری: این هزینه نیز می بایست توسط واحد حسابداری صنعتی در اختیار بخش فنی قرار گیرد و معدل کل هزینه های تعمیرات اضطراری می باشد که در دوره زمانی مورد بحث است.

۴-۳- هوش مصنوعی

تکنیک هوش مصنوعی به منظور عیب یابی دستگاه بارها و بارها مورد استفاده قرار گرفته و بهبود عملکرد بیشتری را نسبت به روش‌های مرسوم نشان داده است.

www.SID.ir

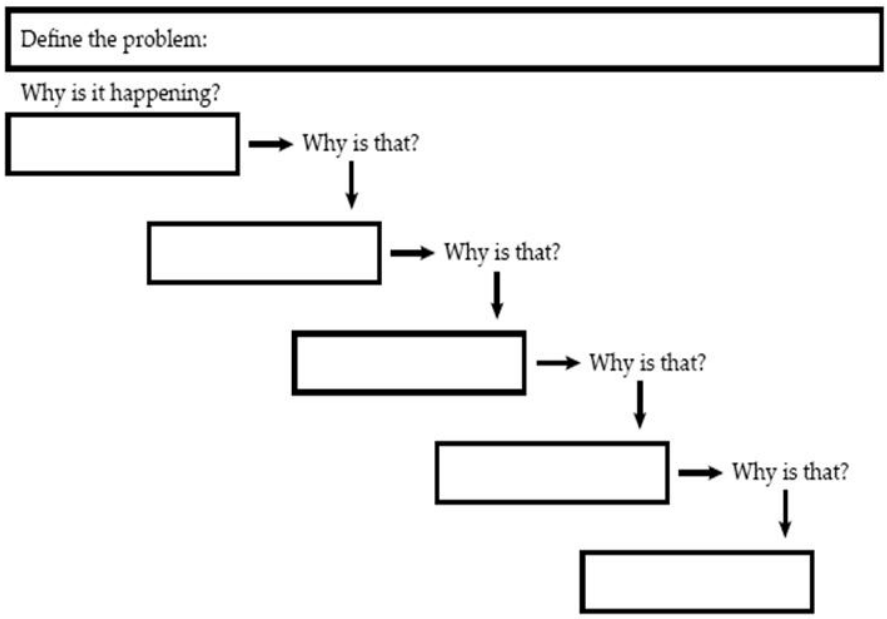
Archive of SID

در تحقیقات منتشر شده دو روش مشهور هوش مصنوعی برای خرابی یابی ماشین، شبکه های عصبی مصنوعی و سیستم های متخصص هستند.

دیگر تکنیک‌های هوش مصنوعی شامل سیستم‌های منطق فازی، شبکه‌های فازی-عصبی، سیستم‌های عصبی فازی، و الگوریتم‌های تکاملی است (خدابخشیان، ۲۰۱۳: ۱۴۷).

۴-۴- استراتژی چرا

استراتژی چرا روشی آسان و موثر برای شناسایی ریشه مسائل است. این روش را می توانید در شناسایی و حل مسائل و بهبود کیفیت استفاده کنید. این تکنیک با پرسش "چرا" شروع می شود. فقط باید اطمینان حاصل کنید که پاسخ ها کاملا با واقعیت منطبق باشد، در غیر این صورت دوباره باید سوال "چرا" را بپرسید. این روش را تا رسیدن به علت مساله ادامه دهید، سپس می توانید ارزیابی-پیشگیری را نیز ارائه دهید تا از تکرار دوباره آن جلوگیری شود.



شکل ۳- دیاگرام استراتژی چرا

www.SID.ir

Archive of SID

۵) نتیجه‌گیری

در مدیریت سنتی، نگهداری و تعمیرات به عنوان ابزار پشتیبانی، غیر بهره‌ور و کم‌اهمیت که مزیت ناچیزی را برای مؤسسات در نظر می‌گیرد، مد نظر قرار گرفته است؛ اما در نگرش نوین نگهداری و تعمیرات، تأسیسات و ماشین‌آلات به عنوان بخش ضروری عملیات مرکز تولیدی مورد توجه قرار می‌گیرد و به کارگیری استراتژی‌های اثر بخش نگهداری و تعمیرات پیش‌اقدام موجب افزایش ارزش افزوده قابل توجهی در فعالیت‌های تولیدی می‌گردد، به همین دلیل نگهداری به عنوان یک اصل در مقیاس جهانی در مؤسسات تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با بهره‌گیری از روشهای نوین نگهداری و تعمیرات، امکان بهینه‌سازی عملکرد سیستمها و کنترل پارامترهای مختلف، نظیر روند استهلاک، کیفیت قطعات و مواد مصرفی و کیفیت تعمیرات، کاهش مصرف سوخت و انرژی، کاهش آلودگیهای زیست‌محیطی، کاهش وقفه‌های زمانی در بهره‌برداری از ماشین‌آلات و افزایش ایمنی همراه باصرفه جویی‌های مالی و افزایش بازده اقتصادی فراهم خواهد آمد.

۶) منابع

افشارنیا، ف.، آسودار، م.، عبدشاهی، ع. ۱۳۹۲. تحلیل رگرسیونی و ارائه مدل نرخ خرابی و عوامل مؤثر بر آن در تراکتورهای برخی شهرهای استان خوزستان. مجله مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۶. شماره ۲. ص ۱۵۹.

بی‌نام، ۱۳۸۴، تکنیک‌های شبیه‌سازی در مسائل مهندسی صنایع و نگهداری و تعمیرات و مدیریت صنعتی، تکنیک شبیه‌سازی "مونت کارلو"، سومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات، تهران، انجمن نگهداری و تعمیرات، سالن اجلاس سران، قابل دسترس در سایت http://www.civilica.com/Paper-NCM03-NCM03_038.html

حسینی، س. م. ۱۳۹۰. تعیین همزمان استراتژی تعویض پیشگیرانه و تأمین قطعات یدکی با رویکرد چندمعیاره. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۴۹-۵۲.

خدابخشیان کارگر، ج.، شاکری، م.، برادران، ج. ۱۳۸۷. بررسی آماری علل خرابی و عیب‌یابی تراکتور مسی‌فرگوسن ۲۸۵. سومین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌آلات، دانشگاه صنعتی شریف. ص ۵-۱۳.

خدابخشیان کارگر، ج.، شاکری، م. و مطیع، ج.، ۱۳۸۷. مهندسی نت پیشگیرانه و پایش وضعیت در ماشینهای راهسازی. پنجمین کنفرانس نگهداری و تعمیرات و صیانت از سرمایه ملی. ۷و ۸ آبان. ص ۴۴.

-روحانی، ع.، رنجبر، الف.، عجب شیرچی، ی.، عباسپور فرد، م. ح. و ولیزاده، م. ۱۳۸۸. پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری دو چرخ محرک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با رگرسیون. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی۱۶ (۱):ص ۲۲۵-۲۳۵.

www.SID.ir

Archive of SID

فراهانی، ا، ح.، مسعودی، ع.، حکمت، ک. ۱۳۸۹. بررسی افزایش اثربخشی آنالیز روغن با رویکرد نت پیش اقدام جهت موتورهای دیزل. پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی. دانشکده نفت آبادان. اسفند ۱۳۸۹. ص ۲۲-۱۸

موسوی‌پور، ع.، شیخ داودی، م، ج.، غنیان، منصور.، سعیدی، س، ن. ۱۳۹۱. مقایسه اقتصادی دو روش اضطراری معمول و پایش وضعیت روغن برای نگهداری و تعمیر ماشین‌های برداشت نیشکر. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۵. شماره ۱. ص ۱۰۲-۹۷.

Asadi, M.R. Rasekh, M. Golmohammadi, A. Jafari, A. kheiralipour, K. Borghei. A.M. (2010) .Optimization of connecting rod of MF-285 tractor, Journal of Agricultural Technology, 6(4): 649-662.

Bartelmous, W., and Zimroz, R. 2009. A new feature for monitoring the condition of gearboxes in non-stationary operating Conditions. Mechanical Systems and Signal Processing 23: 1528-1534.

Bartholomew, R.B. (1981). Farm machinery costing under inflation. Transaction of ASAE. 24(1): 98-101

Dahunsi, O. A. (2008). Spectrometric oil analysis- An untapped resource for condition monitoring. Mechanical Engineering Department, Federal University of Technology Akuer, Undo State, Nigeria.

http://talentyab.com/blog/detail.php?title=5-whys

http://www.newdesign.ir/search.asp?id=725&rnd=9178

Khodabakhshian, R. (2013). A review of maintenance management of tractors and agricultural machinery: preventive maintenance systems. Agric Eng Int: CIGR Journal, 15(4): 147－159.

Musa Abbas, O., Ibrahim Mohammad, H., Abdelgadir Omer, N. (2011) .Development of predictive Markov-chain Condition- Based Tractor Failure Analysis Algorithm", Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 7(1): 52-67.

www.SID.ir