کاربرد تکنیک مراقبت وضعیت*Condition Monitorin*(دربهینه سازی برنامه نگهداری وتعمیرات ماشین آلات کشاورزی(تراکتور)

یعقوبعلی دارابی[1]

چکیده

نگهداری وتعمیرات درصنعت وبخصوص ماشین آلات ضروری است. فن آوری مراقبت وضعیت(*Condition Monitoring*) درماشین آلات عمرانی ومعدنی درکشورهای صنعتی دنیا وایران تجربه شده ونتایج خوبی نیز دربرداشته است. هما نطورکه گفته شدکاربرد این روش درخصوص سایر ماشین آلات بررسی شده ومعایب ومزایای آن موردبررسی وارزیابی قرارگرفته وبعدباتوجه به خصوصیات ماشینهای کشاورزی ، کیفیت نگهداری وتعمیرات وقطعات یدکی وموادمصرفی، وضعیت مزارع ونیروی انسانی مرتبط این مقاله درخصوص تراکتور که یکی از ماشینهای کشاورزی مهم می باشد کاربرد تکنیک مراقبت وضعیت رامورددبررسی قرار می دهد.ونتیجه اینکه درتراکتورفرگوسن ۲۸۵ مقدار *PQ* (*Particle Quantifier*) دستگاهی است که نسبت به ذرات آهن *Fe* حساس است وبه نسبت تراکم ته نشینی ذرات آهن معلق درروغن عددی را نشان میدهد که این عدد واحد ندارد) روغن گیربکس وهیدرولیک ازمرحله شخم زنی به مرحله دیسک زنی وبذرکاری درحال افزایش است وجهت نگهداری بهینه تراکتور درقطبهای کشاورزی مراکز مجهز به تجهیزات *CM* تاسیس گردد.

۱- کارشناس ارشد مهندسی نگهداری وتعمیرات ماشین آلات کشاورزی

واژه های کلیدی
مراقبت وضعیت
نگهداری وتعمیرات
تعمیرات پس ازخرابی
تعمیرات پیشگیری
ذرات فرسایشی
نمونه گیری
آنالیزروغن
گرانروی
شمارنده ذرات
شخم زنی
دیسک زنی
بذرکاری
گیربکس
هیدرولیک
صداوارتعاش
مشاهده
دما

مقدمه

ماشین آلات کشاورزی به علت کاردرشرایط بار زیاد،زمینهای ناهموار،محیط آلوده به گردوخاک ودیگرشرایط سخت اقلیمی به برنامه نگهداری وتعمیرات دقیق،منظم،قطعات وموادمصرفی باکیفیت خوب نیاز مند میباشد درغیر اینصورت هزینه نگهداری وتعمیرات بسیارزیادخواهد شدوماشین آلات درتقویم زراعی مشخص،دردسترس وقابل استفاده نخواهد بود.

اعمال یک برنامه مراقبت وضعیت درواقع پیش بینی زمان دقیق خرابی، کاهش وقفه های زمانی دربهره برداری ازماشین آلات کشاورزی،افزایش ایمنی،صرفه جوئیهای مالی وبطورکلی افزایش درراندمان برداشت محصول ازواحدسطح رابوجودمی آورد.

مراقبت وضعیت تکنیکهای مشاهده ای(*Visual Monitoring*)،صـــداوارتعاش(*Vibration and Noise Monitoring*)،آنالیزروغن، ذرات فرسایشی موجوددرروغن(*Wear Debris Monitoring*)،دما(*Temprature Monitoring*) رابرای ایفای نقش هشدار شکست قطعات بکار می گیرد.ازبین آنها آنالیز روغن وذرات فرسایشی اتخاب گردیده وروی گیربکس وسیستم هیدرولیک تراکتور فرگوسن ۲۸۵ با استفاده از نمونه گیری روغن انجام شده است.

مراقبت وضعیت Conditi*n* Monitoring

درتوسعه صنایع مختلف،نگهداری وتعمیرات پیوسته بعنوان یک ضرورت برای ادامه کارتاسیسات صنعتی وتجهیزات مکانیکی مورد توجه بوده است.اما این موضوع تنهادردهه های اخیر بصورت یک موضوع مهم مطرح گردیده واین درحالی است که ودرمراحل اولیه توسعه صنعت موضوع(نت) عمدتاباتعمیر مترادف بوده است.

درسالهای ۱۹۶۱ به بعد درکشورهای صنعتی کارهای تحقیقی قابل توجهی راجع به روشهای مراقبت وضعیت انجام شد.

استراتژیهای نگهداری وتعمیرات:

نگهداری وتعمیرات در واقع به اقداماتی اتلاق میشودکه بمنظور اجتناب،تشخیص وپیشگیری عیب ویا عکس العمل نسبت به خرابی ماشین صورت میگیرد تا تجهیزات رادر وضعیت کاری قابل قبول وبهینه نگهدارد.

درارتباط باامور (نت) استراتژیهای مختلفی توسط وپژوهشگران صنعتی تعریف شده که عمدتا درسه حوزه قابل تفکیک میباشد.

۱- (نت) براساس تعمیرات پس ازخرابی Mainten Breakdown*ance*

۲- (نت) براساس تعمیرات منظم Regula*r* Maintenance Preventive

۳- (نت) براساس وضعیت ماشین *Condition Based Maintenance*

روش تعمیرات بعد از خرابی علیرغم همه نقاط ضعف آن،معمولترین روش (نت) دراکثرصنایع کشوربویژه صنعت حمل ونقل،ماشین آلات عمرانی وماشین آلات کشاورزی می باشد.نت برنامه ریزی شده یا پیشگیرانه،معمولا برای بازدید هایاتعمیرات نوبه ای با تناوبهای مشخص زمانی تنظیم شده است.

مراقبت یا تعمیرات براساس وضعیت (Condi*tion* Based *Maintenance*):

استراتژی تعمیرات براساس وضعیت عبارت است از اینکه تعمیری نیازنیست مگر آنکه نتایج آزمایشات وضعیت دستگاه رابصورت شروع تخریب درآن ویامعیوب شدن عضوی از آن ،نشان دهد.به بیان دیگر مراقبت وضعیت عبارت است از اندازه گیری منظم فاکتورهای مناسبی ازدرون ماشین ومقایسه مقادیربدست امده ازدرون ماشین باهم بمنظوربررسی تغییرات دروضعیت رفتاری وسلامت آن ماشین.

برخی از مزایای یک برنامه مراقبت وضعیت:

- کاهش سطح تعمیرات عمومی
- ارتقاسطح دانش فنی وتخصصی نیروی انسانی درگیرکار(نت)
- کاهش تعداد خرابیهای سنگین وپرهزینه
- امکان کنترل کیفیت نصب وتعمیرات
- افزایش عمر مفید دستگاه
- افزایش کارایی ماشین
- افزایش قابلیت اعتماد سیستم
- افزایش امکان برنامه ریزی

علیرغم نقاط قوت برنامه های مراقبت وضعیت برخی ازعلل عدم بهره گیری استراتژی تعمیربراساس وضعیت توسط مدیران صنایع رامیتوان بشرح ذیل خلاصه نمود

- این روش هنوز بعنوان یک راه حل موثر شناخته شده نیست
- عدم وجود افراد باتجربه ومتخصص دراین زمینه
- عدم اطمینان از اقتصادی بودن این روشها

تجارب حاصله ازاجرای برنامه های مراقبت وضعیت ماشین آلات طی سالیان گذشته نشان میدهدکه بکارگیری این برنامه هادرصنایع مختلف وغیرنظامی ازنقطه نظرهای مختلف حائزاهمیت بوده است که عمدتا شامل محورهای ذیل میباشد.

اقتصادی:

برخی از مدیران اجرایی معتقدندکه درکارهای بزرگ عمرانی نظیر ساخت سد،جاده وتجهیزونوسازی اراضی کشاورزی ماشین آلات وآماده بکار بودن آنهایک نیاز مبرم می باشد.ازطرفی سرمایه اولیه تامین ماشین آلات وهزینه راهبری ونگهداری آنها بخش قابل توجهی از منابع مالی را به خود اختصاص میدهد.

طی سالهای اخیر مدیران صنایع درکشورهای صنعتی اقدام به انتشار ارقام مربوط به منافع حاصل از بکارگیری روشهای ($\mathcal{M}$ C) نموده اند.درهمین ارتباط نتایج کار تحقیقی یکی ازموسسات تحقیقات صنعتی دراروپادرمنافع اقتصادی حاصل ازایجاد برنامه مراقبت وضعیت درنمودار ذیل ارائه شده است.

ایمنی:

به همان میزان که توسعه صنعت وابداع وسایل وتجهیزات مختلف صنعتی امکان راحتی زندگی انسان وسهولت وسرعت انجام فعالیتها راافزایش داده است، درصورت عدم رعایت اصول ونکات فنی،به همان میزان نیز زمینه های بروز حوادث،خطرات جدی،ضایعات انسانی واقتصادی افزایش خواهد یافت.شایدبتوان به سیستمهای حمل ونقل هوایی بعنوان یکی ازمصادیق اشاره نمودبه همین دلیل امروزه درکلیه ناوگانهای هوایی بکارگیری روشهای مراقبت وضعیت جزاصول قطعی میباشد.

مواد وروشها

هدف این است درمراحل سه گانه شخم زنی ،دیسک زنی وبذرکاری که درهر مرحله دنباله بند خاص به تراکتور بسته شده ومقدارگشتاور وسرعت بخصوصی نیاز می باشد وشرایط عملیاتی آن تغییر می کند،میزان ذرات فرسایشی موجوددرروغن گیربکس وهیدرولیک بوسیله نمونه گیری و بعداندازه گیری بررسی می شود. درانواع تراکتورها از جمله فرگوسن ۲۸۵ روغن گیربکس بعنوان روغن هیدرولیک نیز مورد استفاده قرار می گیرد. ذرات ناشی ازفرسایش ازچرخ دنده ها،ورود گردوخاک وغیره درمخزن بطور شناور قرار میگیرد وقتی پمپ هیدرولیک می خواهد روغن را از مخزن مکش نماید وا زطریق فیلتر، لوله ها وشیرهای کنترل به جک بفرستد.این ذرات موجب ساییدگی وخراشیدگی قطعات پمپ وسایر اجزای سیستم هیدرولیک می گرددو باگذشت زمان وکارکردن سیستم مقدار فرسایش افزایش یافته وموجب شکست قطعات می گردد.

نمونه گیری (*Sampling*): نمونه بایدازقسمت میانی عمق مخزن گرفته شودویک نمونه گیری صحیح باید دارای شرایطزیرباشد.

۱- ازظرف نمونه یکبار مصرف CC ۳۰ استفاده شود.

۲- برای پیشگیری از آلودگی،درب ظرف نمونه گیری قبل وبعدازنمونه گیری پیوسته بسته باشد.

۳- برای نونه گیری ازپمپ وشلنگ مخصوص استفاده گردد.

۴- هیچگاه ظرف نمونه پراز روغن نشود وثلث آن خالی باشد.

۵-نمونه گیری بایستسی پیوسته ازیک نقطه مشخص وباروش یکسان انجام شود.

۶-قبل ازنمونه گیری ازقسمتهائیکه فاقد سیستم گردش روغن هستند(نظیر گیربکسهای معمولی) ماشین مدتی حرکت نماید.

مرحله شخم زنی: تراکتور درساعت ۱۰ صبح به شخم زدن زمین مشغول شد. بعلت محدودیت زمین بنا شد که هر۱۵ دقیقه یکبار نمونه گیری صورت گیرد لذا اولین نمونه ساعت ۱۰:۱۵ ونمونه دوم درساعت ۱۰:۳۰ گرفته شد ودرفواصل زمانی مساوی متوالی ادامه یافت تااینکه نمونه هشتم درساعت ۱۲ ظهر گرفته شد.بعد ازظهرنیز باروال صبح تعداد ۸ نمونه دیگر گرفته شد ومجموعا تعداد نمونه های روز اول به ۱۶ عدد رسید وروز دوم نیز ۴ نمونه دیگر گرفته شدوکلا تعداد نمونه های مرحله شخم زنی به ۲۰ عدد رسید

مرحله دیسک زنی: در سومین روز آزمایش مرحله دیسک زنی شروع شد به گیربکس مقدار ۲ لیتر روغن بهران آذرخش ویژه ۱۰ سرریز شد.مانند مرحله قبل هر ۱۵ دقیقه نمونه گیری شد ودرطی ۲/۵ ساعت کار تعداد ۱۰ نمونه گرفته شد.همانطور که درمرحله قبل ذکر گردید بعلت محدودیت زمین مقرر گردید که دراین مرحله تعداد ۱۰ نمونه ودرمرحله بذر کاری تعداد ۸ نمونه گرفته شود.

مرحله بذر کاری: درچهارمین وپنجمین روز آزمایش مرحله بذرکاری شروع وادامه یافت مانند مراحل قبل هر ۱۵ دقیقه نمونه گیری شد ودرطی ۲ ساعت کار در۲ روز تعداد ۸ نمونه گرفته شد.

آزمایش روغن: درآزمایش ($\mathcal{PQ}$)هرنمونه به تعداد ۴ بار اندازه گیری شد (بنابه تجربه تعداد ۴ باردراندازه گیری $\mathcal{PQ}$ معمول است) ونتایج درجدول درج گردید.آزمایش ویسکوزیته نیز در دمای ۴۰ درجه سانتیگرادصورت گرفت.نتیجه تست آب برای تمام نمونه ها منفی بود.

جدول ۱- نتایج آزمایشات در مرحلهٔشخم زنی

ردیف	میانگین $\mathcal{PQ}$	ویسکوزیته	آب
۱	۵۱۴	۵۷	-
۲	۵۲۰	۵۶	-
۳	۴۸۲	۵۷	-
۴	۴۸۶	۵۷	-
۵	۳۸۶	۵۷	-

۶	۴۲۵	۵۶	-
۷	۴۶۹	۵۷	-
۸	۴۴۹	۵۷	-
۹	۴۴۰	۵۶	-
۱۰	۴۵۷	۵۷	-
۱۱	۴۵۹	۵۷	-
۱۲	۴۷۰	۵۷	-
۱۳	۴۸۵	۵۶	-
۱۴	۴۵۰	۵۷	-
۱۵	۴۵۸	۵۷	-
۱۶	۴۱۱	۵۷	-
۱۷	۴۶۱	۵۷	-
۱۸	۴۵۹	۵۷	-
۱۹	۴۷۷	۵۷	-
۲۰	۴۳۱	۵۶	-

جدول ۲- نتایج آزمایشات در مرحلهٔ دیسگ زنی

ردیف	میانگین	ویسکوزینه $\mathcal{P}Q$	آب
۱	۴۷۵	۵۰	–
۲	۴۴۸		–
۳	۴۴۹	۵۸	–
۴	۴۴۱		–
۵	۴۲۹	۵۵	–
۶	۴۳۲		–
۷	۴۵۷	۵۸	–
۸	۴۹۳		–
۹	۴۳۲		–
۱۰	۴۶۴		–

جدول ۳- نتایج آز مایشات د رمرحلهٔ بذرکاری

ردیف	میانگین $\mathcal{P}Q$	ویسکوزینه	آب
۱	۴۳۷	۴۷	–

۲	۴۳۲	۴۸	–
۳	۴۸۷	۴۸	–
۴	۴۳۹	۴۹	–
۵	۵۲۹	۴۹	–
۶	۵۶۹	۵۰	–
۷	۴۵۰	۵۰	–
۸	۴۴۲	۵۰	–

حال بین میانگین ها مقدار حداقل،مقدارحداکثرومقدار متوسط مشخص گردیدومقدارآنهادرهرسه مرحله درجداول زیرنوشته شد.

جدول نوع مقادیر درمراحل مختلف عملیات تراکتور

شماره مراحل / نوع مقدار	۳(شخم زنی)	۲(دیسک زنی)	۳(بذرکاری)
حداقل	**۳۷۷**	**۴۲۹**	**۴۳۲**
حداکثر	**۵۱۴**	**۴۹۳**	**۵۸۷**
متوسط	**۴۴۹**	**۴۵۲**	**۵۸۵**

نتایج وبحث

برروی نمونه هاآزمایشات PQ ،ویسکوزیته وتست آب انجام شد.همه نمونه ها فاقد آلودگی آب بودند وویسکوزیته باتغییرات اندکی تقریبا ثابت بود.

۱-حداقل PQ از مرحله شخم زنی به مرحله دیسک زنی وسپس به مرحله بذر کاری درحال افزایش است.

۲-حداکثر PQاز مرحله شخم زنی به مرحله بذر کاری درحال افزایش است.درمرحله دیسک زنی عدد PQ همخوانی با روند افزایش ندارد واین ممکن است ناشی ازاندازه گیری دردمای پائین باشد.

۳-متوسطPQ ازمرحله شخم زنی به مرحله دیسک زنی وسپس به مرحله بذرکاری درحال افزایش است.

باتوجه به وضعیت فعلی نگهداری وتعمیرات تراکتور وتراکم آن درکشور که اقدام به احداث مراکز تعمیر گاهی مجهز به سیستمهای CM درقطبهای کشاورزی نموده که تراکتورها قبل ازتعمیرات مورد آزمایشاتPQ قرار گرفته وبراساس نتایج حاصل وتوصیه کارشناس نگهداری وتعمیرات لازم صورت گیرد.

ضمنا دراین زمینه تراکتورها بصورت پریودیک وتناوبی مورد تستهای CM قرارمی گیرندوبراساس نتایج حاصل دستور نگهداری وتعمیرات لازم داده میشود.

منابع مورد استفاده

۱- یعقوبعلی دارابی،۱۳۸۱ ،کاربرد تکنیک *Condition Monitoring* دربهینه سازی برنامه نگهداری وتعمیرات ماشین آلات کشاورزی(تراکتور)،پایان نامه کارشناسی ارشد.

2-www.alborztadbir.com

3-www.avtechnology.co.uk

سپاسگزاری

درتدوین این مقاله وزارت جهادکشاورزی، مرکز آموزش عالی کشاورزی، جناب آقایان دکترمسعودی،دکتر کیانمهرومهندس نوروزیان ،مزرعه تحقیقات کشاورزی دانشکده ابوریحان، آقای مهندس ارجلو،شرکت تراکتورسازی داروانا، شرکت

گوهرسبز(نمایندگی تراکتورسازی تبریز)آقای مهدی پازوکی کمک شایسته نمودندلذاازمسئولین ونامبردگان فوق قدردانی میگرددودرپایان برای مسئولین دبیرخانه همایش آرزوی موفقیت می نمایم.

باتشکر- یعقوبعلی دارابی