

گواهی می شود مقاله ارائه شده تحت عنوان بررسی نقش روغن های ساخته شده با تکنولوژی نانو الماس در بهبود روانکاری قطعات موتور تراکتور  
۳۹۹ جفت دیفرانسیل

توسط جناب آقای قاسم نصیری با همکاری محمد امین آسودار، مجید رهنما، هومن شریف نسب  
در اولین کنفرانس ملی **نانو فناوری و کاربرد آن در کشاورزی و منابع طبیعی** که از تاریخ ۲۶ لغایت ۲۷ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱  
برگزار شده است، بر اساس رای هیات داوران از لحاظ استفاده از منابع علمی و استحکام مبانی نظری گرفته شده، قابل قبول بوده و پس  
از ارائه بصورت پوستر در مجموعه مقالات این کنفرانس به چاپ رسیده است.

دکتر داریوش داودی

دبیر علمی کنفرانس



دکتر عباس پاکدل  
دبیر اجرایی کنفرانس



## بررسی نقش روغن های ساخته شده با تکنولوژی نانو الماس در بهبود روانکاری قطعات موتور تراکتور ۳۹۹ جفت دیفرانسیل

قاسم نصیری خوزانی<sup>۱\*</sup>، محمد امین آسودار<sup>۱</sup>، مجید رهنما<sup>۱</sup>، هومن شریف نسب<sup>۲</sup>

۱ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه ماشین های کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲ استادیار مرکز تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

Email: [Ghasemnasiri63@gmail.com](mailto:Ghasemnasiri63@gmail.com)

### چکیده:

با توجه به نقش افزودنی های روغن حاوی نانو ذرات در بهبود روانکاری موتور، نانو روغن می تواند در عملیات کشاورزی نقش مهمی در کاهش آسیب به قطعات موتور و همچنین کاهش هزینه های ناشی از مصرف سوخت و روغن داشته باشد. نانو ذرات الماس یکی از انواع افزودنی های روغن می باشد که می تواند سایش قطعات موتور را مخصوصاً در بارهای زیاد و شرایط کاری پر گرد و خاک کشاورزی کاهش دهد. جهت بررسی تأثیر نانو افزودنی های الماس بر عملکرد روغن تعداد ۸ دستگاه تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ که در شرکت کشت و صنعت امیرکبیر خوزستان مشغول به کار بودند، انتخاب گردید. در این حالت در چهار دستگاه از تراکتورها روغن نانو ریخته و در چهار دستگاه دیگر روغن بهران توربو دیزل با مشخصات مشابه روغن نانو ریخته شد. سپس روغن هر تراکتور را در ساعات کارکرد ۶۵، ۹۰، ۱۱۵ و ۱۵۰ ساعت نمونه برداری کرده و هر بار نمونه توسط آزمون های اسپکترومتری جذب اتمی (AAS) و کمیت سنج ذرات مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از روغن های نانو میزان آسیب به قسمت های مختلف موتور از جمله رینگ ها، یاتاقان ها، واشرها و سوپاپ های دود را تا ۶۴ درصد کاهش داد. همچنین این روغن ها میزان آسیب به سایر قسمت های موتور از جمله سیلندر ها، واشرها، میل لنگ، چرخ دنده ها، میل بادامک و مکانیزم سوپاپ را در مجموع ۶۸ درصد نسبت به روغن های معمولی کاهش داد.

کلمات کلیدی: سایش، روغن نانو، موتور تراکتورها

### مقدمه:

روغن های ساخته شده با افزودنی های نانو ذرات تأثیر مثبت زیادی را در افزایش عملکرد روغن موتور به خصوص در فشار و بارهای بالا ایجاد می کند، از همین رو نانو روغن می تواند از طریق بهبود شرایط عملکرد روغن در عملیات سنگین کشاورزی نقش مهمی در کاهش آسیب به قطعات موتور ایفا کند. امروزه چالش های جدید در بخش های مختلف صنعت باعث به وجود آمدن نانو بلبرینگ ها در روانکاری شده است (۶). خواص قابل توجه تریبولوژیکی نانو ذرات و عملکرد خود تعمیری در سطوح ضعیف و همچنین خواص محیطی مناسب آنها را به عنوان افزودنی به روانکارهای سنتی مطلوب کردند. ضریب اصطکاک نانو ذرات در پایین تر از بار نرمال ۱۲۰۰ نیوتن و تحت سرعت چرخشی ثابت ۱۸۰۰ دور بر دقیقه به میزان ۰/۰۲ به دست آمد در حالی که مقدار آن برای روغن معمولی

۰/۰۳ بود (۵). روان کننده های نانو در مقایسه با روان کننده های رایج سبب کاهش اصطکاک و سایش بخصوص در مواقع بارگذاری می شود. نانو ذرات موجود در روغن به صورت کروی بوده و بسیار ریز می باشند. این نانو ذرات به صورت بلبیرینگ های بسیار کوچک عمل می کنند. این روان کننده ها همچنین از سوختن و پوسته پوسته شدن و به هم چسبیدن سطح فلز جلوگیری می کند. نانو روانکاری به عنوان یک هنر و علم لازم برای کنترل چسبندگی، اصطکاک و سایش سطوح برای جلوگیری از تماس سطوح در مقیاس نانو با یکدیگر تعریف می شود (۷). گینزبورگ و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که با استفاده از افزودنی های نانو روغن می توان در حالی که میزان بار بر روی یاتاقان را افزایش می دهیم، میزان ضریب اصطکاک کمتری را داشته باشیم (۳).

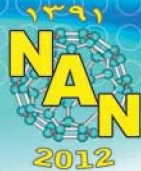
## مواد و روش ها:

به منظور انجام این تحقیق ۸ عدد تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ ساخت شرکت تراکتور سازی ایران که در شرکت کشت و صنعت امیرکبیر خوزستان مشغول به کار بودند و از نظر شرایط کارکرد یکسان بوده و همچنین دو به دو از نظر ساعات کارکرد و سال تولید و شرایط تعمیرات مشابه بودند انتخاب شد. زمان های ورود و خروج تراکتور به تعمیرگاه از فرم های گزارش سرویس و تعمیرات مربوطه، استخراج گردید و از این طریق تراکتورهای را که از نظر سال تولید و ساعات کارکرد یکسان بوده و همچنین از نظر شرایط تعمیرات موتور در طول عمر تراکتور مشابه بودند انتخاب شده و در یک بلوک قرار گرفتند. در این حالت در ابتدا از همه هشت تراکتور که در آنها از روغن بهران آذرخش استفاده می شد پس از ۱۲۰ ساعت کارکرد نمونه برداری شد. سپس در چهارتا از تراکتورها روغن نانو ریخته و در چهارتای دیگر روغن بهران توربو دیزل با مشخصات مشابه روغن نانو ریخته شد و پس از ۶۵ ساعت کارکرد به منظور استاندارد سازی شرایط روغن را به طور کامل از موتور خارج و روغن نانو تازه وارد موتور گردید. در این هنگام روغن موتور چهار تراکتور مشابه را نیز عوض کرده و هر دو سری (چهارتایی) تراکتور با هم شروع به کار کردند. سپس روغن در چهار مرحله ۶۵، ۹۰، ۱۱۵ و ۱۵۰ ساعت نمونه برداری شده و هر بار توسط آزمون های اسپکترومتری جذب اتمی (AAS)<sup>۱</sup>، کمیت سنج ذرات و آلودگی های آب و سوخت آنالیز شد. اسپکترومتری جذب اتمی در بررسی منشاء ذرات فوق العاده موثر می باشد. اسپکترومتری بررسی می کند که چه عنصر شیمیایی در ذرات وجود دارد. همچنین ممکن است میزان نسبی آنها و احتمالا نوع ترکیبات شیمیایی موجود در ذرات را بیان کند. کمیت سنج ذرات (PQ)<sup>۲</sup> دستگاهی است که برای بررسی میزان ذرات آهنی موجود در روغن ساخته شده است و در واقع این دستگاه یک مغناطیس سنج می باشد (۲). هر یک از نمونه های روغن از این نظر که باید نمونه ای از کل روغن موتور باشد بسیار مهم می باشد و به همین علت بلافاصله پس از خاموش کردن موتور نمونه گیری را انجام می دهند تا نمونه ای مورد اندازه گیری، نمونه ای از کل روغن باشد (۱).

<sup>1</sup>- Atomic Absorption Spectroscopy

<sup>2</sup>- Particle Quantifier





طبرستان



1st

**NANO Technology and It's Application in Agriculture and Natural Resources conference**

15-16 May 2012

University College of Agriculture & Natural Resources University of Tehran - Karaj

نتایج و بحث:

۳-۱ آهن (Fe):

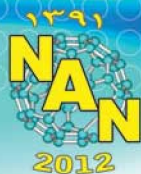
نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول ۴-۱ نشان داد که اثر نوع روغن بر میزان سایش فلز آهن در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد و در واقع می‌توان گفت که نوع روغن نقش تاثیرگذاری را بر سایش این فلز در قطعات موتور ایفا می‌کند و نانو روغن می‌تواند میزان سایش این فلز را نسبت به حالت استفاده از روغن‌های توربو با مشخصات مشابه به طور معنی‌داری کاهش دهد. از طریق تشکیل لایه توسط نانو الماس بر روی سطوح در تماس با روغن، دانه‌های فوق‌العاده ریز نانو ذرات در خلل و فرج سطح جای می‌گیرند و سطح کاملاً صافی را تشکیل می‌دهند و به این ترتیب نانو ذرات می‌توانند سایش قطعات درگیر با یکدیگر را تا حدود زیادی کاهش دهند. با توجه به نمودار ۴-۱ می‌توان گفت که استفاده از روغن‌های نانو در طولانی مدت به دلیل کاهش اثرات منفی سایش فلزات بر روی یکدیگر که با گذشت زمان و افزایش ساعات کارکرد موتور بیشتر نمود پیدا می‌کند، می‌تواند باعث کاهش میزان سایش در قطعات مختلف موتور از جمله سیلندرها، واشرها، میل‌لنگ، چرخ‌دنده‌ها، میل‌بادامک و مکانیزم سوپاپ شده و هزینه‌های ناشی از تعمیرات این قطعات را کاهش دهد. به این ترتیب می‌توان گفت نانو ذرات بخوبی توانسته است میزان سایش فلز آهن را در این قطعات کاهش دهد. نتایج به دست آمده با نتایج هسیائو و همکاران (۲۰۰۹) که کاهش سایش بلوک سیلندر در موتور تست کننده ضریب اصطکاک را با به کارگیری نانو ذرات الماس در روغن گزارش کردند، یکسان می‌باشد (۴).

۳-۲ کروم (Cr):

با توجه به جدول تجزیه واریانس ۴-۱ اثر نوع روغن بر میزان سایش فلز کروم از نظر آماری و در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد که علت آن را می‌توان بر کاربرد بودن این عنصر در قطعات درگیر با یکدیگر موتور و در نتیجه اثر زیاد بهبود روانکاری توسط روغن‌های نانو در کاهش سایش این قطعات دانست. نمودار ۴-۷ میانگین اثر نوع روغن بر سایش فلز کروم در موتور تراکتور ۳۹۹ را نشان می‌دهد. چندین برابر بودن نسبت سایش این عنصر در شرایط استفاده از روغن‌های بهران توربودیزل نسبت به روغن‌های نانو در زمان‌های مختلف کارکرد نشان دهنده حفاظت بهتر قطعات توسط نانو ذرات در برابر سایش این عنصر می‌باشد. نتایج به دست آمده با نتایج لی و همکاران (۲۰۰۹) که کاهش سایش یاتاقان‌ها و همچنین هسیائو و همکاران (۲۰۰۹) که کاهش سایش رینگ پیستون با استفاده از افزودنی نانو ذرات الماس در روغن را گزارش دادند، مطابقت دارد (۴ و ۵).

۳-۳ شاخص سایش ذرات آهنی (PQ):

این شاخص می‌تواند معیار مناسبی به منظور بررسی میزان سایش ذرات آهنی موجود در قطعات موتور باشد. جدول ۴-۸ که در آن تجزیه واریانس اثر نوع روغن بر شاخص PQ در موتور تراکتور ۳۹۹ نشان داده شده است بیان می‌کند که نوع روغن بر میزان شاخص PQ از نظر آماری و در سطح احتمال پنج درصد تاثیر گذار بوده است. نمودار ۴-۸ میانگین اثر نوع روغن بر شاخص PQ را نشان می‌دهد که در آن میانگین شاخص در تراکتورهای که در آنها از روغن توربو استفاده شده است ۱/۱ بوده است حال آنکه این میانگین برای تراکتورهای که در آنها از روغن با افزودنی نانو الماس استفاده شده کاهش یافته و به ۰/۶۶ رسیده است.



# طی نانوفتوری و کاربردهای آن در کشاورزی و منابع طبیعی

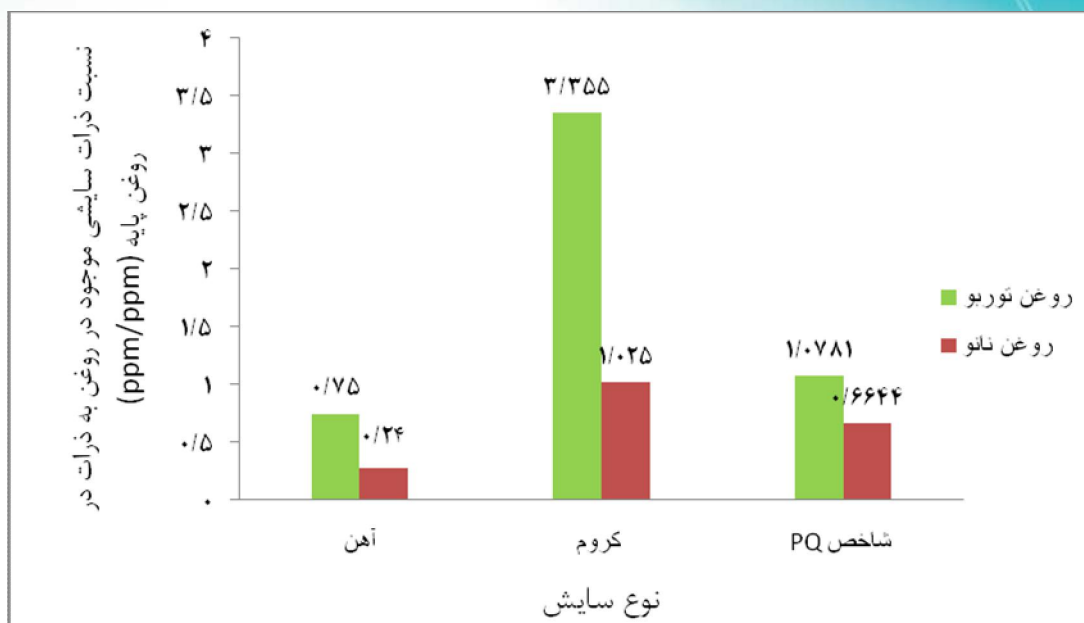


1st

**NANO Technology and It's Application in Agriculture and Natural Resources conference**

15-16 May 2012

University College of Agriculture & Natural Resources University of Tehran - karaj



نمودار ۱-۴ میانگین اثر نوع روغن بر سایش ذرات فلز در موتور تراکتور ۳۹۹

جدول ۴-۴ تجزیه واریانس اثر نوع روغن بر سایش فلز کروم در موتور تراکتور ۳۹۹

| شاخص PQ |                | کروم    |                | آهن     |                | درجه آزادی |           |
|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|------------|-----------|
| مقدار F | میانگین مربعات | مقدار F | میانگین مربعات | مقدار F | میانگین مربعات |            |           |
| ۳/۲۷    | ۰/۴            | ۱/۸۸    | ۱۶/۱۰          | ۲/۵۴    | ۰/۲۷۷          | ۳          | بلوک      |
| ۱۱/۰۴   | ۱/۳۶*          | ۵/۰۸    | ۴۳/۴۳*         | ۱۶/۴۴   | ۱/۸*           | ۱          | روغن      |
| ۲/۵۶    | ۰/۱۲           | ۴/۵۷    | ۸/۵۵           | ۷/۴     | ۰/۱۰۹          | ۳          | خطا       |
| ۶/۵۲    | ۰/۳۱           | ۱       | ۱/۸۷           | ۱۶/۴۳   | ۰/۲۴۳          | ۳          | زمان      |
| ۰/۹۴    | ۰/۰۴           | ۰/۸۲    | ۱/۵۳           | ۲/۳     | ۰/۰۳۴          | ۳          | زمان*روغن |
|         |                |         | ۱/۸۷           |         | ۰/۰۱۴۷         | ۱۸         | خطا       |

## نتیجه گیری:

با استفاده از روغن‌های ساخته شده با افزودنی نانو الماس در موتور تراکتور مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ و پس از ۱۵۰ ساعت کارکرد میزان آسیب به قسمت‌های مختلف موتور از جمله سیلندرها، واشرها، میل‌لنگ، چرخ‌دنده‌ها، میل‌بادامک و مکانیزم سوپاپ در مجموع ۶۸ درصد نسبت به روغن‌های معمولی کاهش می‌یابد. همچنین این نوع روغن میزان آسیب به رینگ‌ها، یاتاقان‌های غلتکی یا مخروطی، واشرها و سوپاپ دود را ۶۴ درصد کاهش می‌دهد. همچنین کاربرد این نوع روغن در شرایط پرگرد و خاک کشاورزی باعث بهبود روانکاری می‌شود. با استفاده از روغن‌های نانو در موتور تراکتورها و آشنا کردن کشاورزان و تراکتورداران به استفاده از این نوع روغن‌ها و مزایای اقتصادی و اجتماعی آنها، می‌توان هزینه‌های تعمیرات و نگهداری موتور را کاهش داد.



## منابع:

۱. ابراهیمزاده، م.، برقی، ع.، طباطبایی فر، ا. و مسعودی، ع. ۱۳۸۳. دستیابی به مدل مناسب برای شناسایی عیوب مکانیکی موتور تراکتور فرگوسن ۳۹۹ از طریق آنالیز روغن مطابق با شرایط کاری. پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات: ۲۳ - ۲۸
۲. ابراهیمزاده، م. و نوری، ع. ۱۳۸۱. سیستم های مراقبت وضعیت موتورهای از طریق آنالیز روغن و تفسیر نتایج آنها. سومین همایش مدیریت نگهداری در صنعت. دانشکده صنعت آب و برق شهید عباسپور. اسفند ۸۱. ص: ۱۲.
3. Ginzburg, BM., Shibaev, LA., Kireenko, OF., Sheelevskii, AA., Baidakova, MV and Sitnikova, AA. 2002. Antiwear effect of fullerene C60 additives to lubricating oils. Russ Appl Chem; 75. 1330-1335.
4. Hsiao Y. CH., Hsub, W. Ch. and Linb, J. F., 2010. The anti-scurffing performance of diamond nano-particles as an oil additive. Wear, conclusions. P: 967.
5. lee, J., cho S., Hwang, Y., Cho, H., Lee, C., choi, Y., ku, B., Lee, H., Lee, B. and kim, D.S. 2009. Application of fullerene-added nano-oil for lubrication enhancement in friction surfaces. Elsevier, Tribology International. P 21. Fg5.
6. Stephen, M. H. 2004. Nano-lubrication: concept and design. Elsevier. Tribology International, P: 1-9.
7. Sun-qing, QIU. Jun-xiu, D. and Guo-xu, CH. 1999. Tribological properties of CeF3 nanoparticles as additives in lubricating oils [J]. Wear, 230. PP: 35-38.

## Improvement of Engine Parts Wear Using Nano Lubrication Oil in Agricultural Tractors

Gh. Nasiri-Khuzani<sup>\*1</sup>, M. A. Asoodar<sup>1</sup>, M. Rahnema<sup>1</sup>, H. Sharifnasab<sup>2</sup>

1 Department of Agricultural Engineering, University of Agriculture and Natural Resources Ramin, Khouzestan Iran

[Ghasemnasiri63@gmail.com](mailto:Ghasemnasiri63@gmail.com)

## Abstract

Today, nanotechnology has an important role in reducing engine wear costs by using nano particles in engine oils. Nano diamond is one of the additives which can practice less engine wear, especially at high amounts of dust and haze conditions in agricultural demand with high loads. To study the effect of nano oil on agricultural engines, performance of eight Massey Ferguson model 399, tractors manufactured in Iran were studied. The results showed that usage of nano diamond oil additive in agricultural tractor engines would reduce wear in cylinders, gaskets, drive shafts, gears, camshaft and valve mechanisms by 68 percent. Also reduced wear was shown in piston ring, bearing, gaskets and exhaust valves by 64 percent.

**Key words:** wear; nano-oil; tractor engines