تاثیر توربوشارژر بر روی توان و گشتاور PTO در تراکتورهای ITM285 ، ITM475 ، ITM485 و ITM800

خلیل پاشایی هولاسو[1*] ، بهزاد محمدی الستی[2] و مهدی عباسقلی پور[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب، pashaiekh@itmco.ir
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

چکیده

تراکتور به عنوان اصلی‌ترین منبع تولید توان مکانیکی در کشاورزی ماشینی، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است لذا لازم است توسعه تراکتورهای جدید و بروز همواره مدنظر قرار بگیرد. شرکت تراکتورسازی تبریز جهت دستیابی به تکنولوژی روز دنیا و رقابت با بازار جهانی اقدام به ارتقا و تولید تراکتورهای جدید با موتور توربوشارژردار ITM800 و ITM485 مطابق استانداردهای روز دنیا نمود. در این تحقیق آزمون محور تواندهی (PTO) بر روی تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 و تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285 برای به دست آوردن عملکرد تراکتورها و مقایسه آنها با یکدیگر طبق استاندارد OECD صورت گرفت. در این آزمون که با دینامومتر Sigma5 انجام شد مشخص گردید میزان توان و گشتاور PTO در تراکتورهای توربوشارژردار ITM800 و ITM485 بیشتر از تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 وITM800 می‌باشد و این اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. ضمناً میزان مصرف ویژه سوخت در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 کمتر از تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM285 و ITM475 بوده و این تفاوت نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که این امر خود باعث صرفه‌جویی چشمگیری در مصرف سوخت با توجه به افزایش قیمت سوخت و رو به اتمام بودن منابع فسیلی می‌باشد.

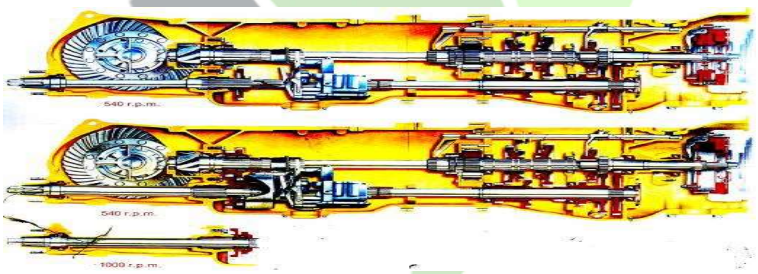
کلید واژه: تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM285 و ITM475 ، تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 ، توبوشارژر، استاندارد OECD ، دینامومتر، توان و گشتاور PTO.

مقدمه

با توجه به پیشرفت تکنولوژی در دنیا و بحثهای مبانی نوین در ماشین‌های کشاورزی و کشاورزی دقیق در دهۀ اخیر و نیز بحث صرفه جویی در انرژی و افزایش قیمت سوخت در دنیا و به خصوص در ایران، مهندسین شرکت تراکتورسازی ایران جهت بهبود کیفیت محصولات خود و رقابت بهتر در بازار جهانی، اقدام به ساخت محصولات جدید با موتور توربوشارژر کردند و برای اولین بار تراکتور ITM299[1] را با همکاری شرکتهای موتورسازان، مهندسی تامین قطعات تراکتورسازی و حوزه فنی توسعه، طراحی

[1] - Iran Tractor Manufacturing company 299

و ساخت نمودند. با توجه به به استقبال مشتریان داخلی و خارجی و نیز بهبود محصولات خود اقدام به طراحی و ساخت تراکتورهای ITM800 با موتور توربوشارژر دارای استاندارد آلایندگی Stage 2 نمودند. در اواخر سال ۱۳۹۰ مهندسین شرکت تراکتورسازی تبریز، تراکتور با موتور توربوشارژردار ITM485 و تراکتور بدون موتور توربوشارژر ITM475 را طراحی و ساخت نمودند. هدف محقق با کمک مهندسین حوزه فنی و توسعه بررسی تاثیر نصب سیستم توربوشارژر بر پارامترهای مصرف سوخت موتور، توان، و گشتاور در محور توانده‌ی (PTO) در تراکتورهای توربوشاژردار ITM485 و ITM800 در مقایسه با تراکتورهای معمولی بدون توربوشارژر ITM285 و ITM475 می‌باشد. عملکرد تراکتور مربوط به کاری است که از تراکتور گرفته می‌شود. برای یک کشاورز که از PTO تراکتور خود برای ادوات کشاورزی استفاده زیادی می‌کند، بهترین معیار عملکرد تراکتور حداکثر توانی است که PTO به‌دست می‌آورد (ثقفی، ۱۳۸۷). استفاده روز افزون از قدرت مکانیکی در دهه‌های اخیر و گسترش کاربرد تراکتور در تولید محصولات کشاورزی، زمینهٔ لازم جهت تولید و توسعه انواع ماشینهایی که توسط تراکتور کار می‌کند را فراهم آورد و سبب پیدایش روشهای نوین در تولید محصولات کشاورزی گردید. با تکامل تراکتور این فکر به وجود آمد که اگر یک محور به کلاج و جعبه‌دنده متصل شود، تراکتور می‌تواند علاوه بر کشیدن ماشینهای مختلف، مکانیزمهای آنها را به کار اندازد. بر این اساس، محور توانده‌ی که محور PTO نامیده می‌شود در سال ۱۹۲۶ انجمن مهندسان ماشینهای کشاورزی آمریکا (ASAE) استانداردی را در مورد محرکهای PTO منتشر نمود که از آن پس به صورت دوره‌ای به روز شده است و همچنین توسط کارخانه‌های سازنده تراکتور محور PTO تراکتور به بازار عرضه شد و طولی نکشید که ماشینهایی چون علف‌چین‌ها یا موورها، کمباین‌ها، بسته‌بند علوفه‌ها یا بیلرها، خردکنندهٔ علوفه‌ها یا چاپرها و غیره به وسیله تراکتور به کار افتادند (رنجبر و همکاران، ۱۳۷۶).



شکل ۱. محور انتقال نیرو، الف) تراکتور ITM285 ب)تراکتور ITM800

دستگاه توربوشارژر (دستگاه پرخورانی توربینی)، پمپ هوای بسیار ظریفی است که با مهار کردن انرژی تلف شده در خروجی دود موتور، هوای بیشتری را برای موتور فراهم می‌کند.یک کمپرسور غالباً بین صافی هوا و منیفولد ورودی موتور قرار می‌گیرد، در حالی که توربین آن بین منیفولد خروجی و خفه کن اگزوز قرار می‌گیرد. دستگاه توربوشارژر هوای ورودی موتور را فشرده می‌کند و هوای بیشتری وارد سیلندر می‌نماید. این عمل موجب می‌گردد که موتور مقدار بیشتری سوخت را به طور موثر بسوزاند و در نتیجه قدرت زیادتری تولید می‌نماید توربوشارژر، توسط مهندس سوئیسی به نام «آلفرد بوچی» اختراع شد. حق ثبت اختراع نیز در ۱۹۰۵ به کار گرفته شد. کشتیهای دیزل و لوکوموتیوهای دارای انواع توربوشارژر، در ۱۹۲۰ پدیدار شدند. در ۱۹۱۸ یکی از مهندسان جنرال

الکتریک به‌نام «سنفورد موس» یک توربو شارژر را روی موتور هواپیمای آزمایشی V12 نصب کرد. این موتور در کلورادو در ارتفاع ۱۴ هزار فوت (۴۳۰۰ متر) مورد آزمایش قرار گرفت و توانست محدودیتهای قدرت را کاهش دهد. اولین کامیون توربوشارژر شده دیزلی در ۱۹۳۸ توسط یک کارخانه خودروسازی سوئیسی ساخته شد. اولین محصولات توربوشارژر شده موتورهای خودرو در ۱۹۶۲ توسط شرکت جنرال موتورز به بازار عرضه شد. «اولدز مبیل کاتلاس جت فایر » و «شورولت کورویر مونزا اسپایدر» هر دو توسط توربوشارژرها مکانیزه شدند (www.sanatekhodro.com).

مزایای موتورهای توربوشارژر نسبت به موتورهای تنفس طبیعی یا بدون توربوشارژر

۱ – گشتاور و قدرت خروجی بالاتر
۲ – مصرف سوخت پایین‌تر
۳ – آلایندگی کمتر
۴ – سبکی و جمع و جوری موتور

شکل ۲. تراکتور لخت توربوشارژردار ITM485

آزمایشگاه تست تراکتور نبراسکا NTTL برای سالها به عنوان تنها موسسه مستقل آزمون تراکتور در جهان کار می‌کرد. با جهانی شدن ساخت و فروش تراکتور در دهۀ ۱۹۸۰ کدهای آزمون سازمان همکاری اقتصادی و توسعه OECD[۲] به عنوان یک دستورالمعل رسمی جهانی آزمون برای بازار جهانی پذیرفته‌شد گزارشهای OECD مفصل‌تر از آن است که بتوان در اختیار عموم گذاشته شود، ولی برای هر مدل از تراکتور که در ایالت نبراسکا فروخته می‌شود و دارای آزمون OECD می‌باشد، خلاصه به وسیله NTTL منتشر می‌شود که شبیه گزارشهای قبل از OECD محدود آن آزمایشگاه است. عملکرد محور توانـدهی را مستقیماً از خلاصه گزارش OECD یا گزارشهای آزمون ISO ، SAE ، ASAE مقایسه نمود. ولی در مقایسه نتایج عملکرد مالبندی باید احتیاط نمود چون دستورالعمل آزمون متفاوت است. به عنوان مثال آزمونهای ISO ، SAE ، ASAE در سرعت مشخصه ولی در OECD در نقطه بیشترین توان اجرا می‌شود.

[2] - Organisation for Economic Co-operation and Development

مواد و روشها

آزمونهای محور تواندهی در مقابل کارگاه کاربردی توسط دینامومتر Sigma5 طبق استاندارد OECD انجام گرفت. دمای هوا ۷ ± ۲۳ درجه سانتیگراد و فشار هوا در حدود ۹۶/۶ کیلو پاسکال می‌باشد. (طبق استاندارد OECD) هوا به صورت نیمه ابری تا صاف می‌باشد (OECD CODE2. 2010).

ابزار و لوازم

بر اساس اهداف این پژوهش اندازه گیری کمیتهای مصرف سوخت، نیروی مالبندی، گشتاور توان PTO و ... انجام شد. برای انجام این آزمایشها ابزارهای زیر به کار گرفته شد.

۱ – تراکتورهای ITM285 ، ITM475 ، ITM485 و ITM800 جهت تست محور تواندهی

۳ – سوخت‌سنج

۴ – دینامومتر Sigma5 جهت اندازه‌گیری توان و گشتاور PTO و موتور

۵ – دماسنج

۶ – زمان‌سنج (کورنومتر)

مصرف ویژهٔ حجمی سوخت تراکتور، میزان مصرف سوخت تراکتور به ازای واحد توان می‌باشد و در این تحقیق بر حسب (لیتر بر ساعت–توان) محاسبه گردید. این کمیت چون مستقل از اندازه و توان تولیدی موتور می‌باشد، معیار مناسبی برای مقایسهٔ بازده انرژی تراکتورها می‌باشد. برای اندازه گیری مصرف سوخت تراکتورها، از یک سوخت‌سنج از نوع VDO - EDM 1404 ساخت آلمان که دبی مسیر باک به موتور و برگشت موتور به باک را محاسبه می نماید، استفاده می شود و آن میزان مصرف سوخت را به صورت دیجیتالی نشان می‌دهد (شکل ۳).

شکل ۳. شکل سوخت سنج و دیتالاگر مورد استفاده در آزمایش

در آزمون محور تواندهی، دیتالاگر طوری تنظیم شد که زمان مصرف سوخت به ازای مصرف ۳۰۰ سی‌سی را بر حسب ثانیه به دست آورد و با استفاده از این پارامتر مقدار مصرف سوخت بر حسب Lit/kw.h و kg/kw.h اندازه‌گیری و محاسبه شد.

روند کلی آزمون محور تواندهی

در آزمون محور تواندهی تراکتورهای چهار چرخ محرک که توسط دینامومتر Sigma5 در شرکت تراکتورسازی تبریز طبق استاندارد OECD صورت گرفت این آزمونها در دورهای مختلف موتور انجام گرفت که در آن گشتاور و توان و دور PTO ، زمان مصرف سوخت در ۳۰۰cc مصرف برحسب ثانیه، مصرف سوخت، مصرف سوخت ویژه و توان ویژه موتور اندازه‌گیری و محاسبه شد. در ضمن مقادیر فوق نیز در حداکثر توان، توان در دور استاندارد محور تواندهی (۱۰ ± ۵۴۰ دور در دقیقه)، توان در دور مشخصه موتور، گشتاور مربوط به حداکثر توان ، ۸۵٪ ، ۷۵٪ ، ۵۰٪ و ۲۵٪ گشتاور در حداکثر و آزمون بدون بار اندازه‌گیری و محاسبه شد (در سه بار تکرار) قبل از اندازه‌گیری توان محور تواندهی توسط دینامومتر تراکتور را از لحاظ مقدار آب، روغن و گازوئیل کنترل کرده سپس به دستگاه دینامومتر Sigma5 متصل نمودیم. این دینامومتر قابلیت اتصال با شفت PTO هزار خار ۲۱ شیار و ۶ شیار را دارد. این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری توان PTO تا ۴۳۰ اسب بخار را دارد. در انجام تستها، لازم بود که گاردان اتصال دهنده تراکتور به دینامومتر کاملاً از لحاظ عرضی و ارتفاعی تراز باشد که این کار را با تراز و شاقول انجام دادیم. بر اساس اعلام سازنده زاویه بیش از ۲ درجه در محور گاردان باعث تلفات توان می‌شود که این امر با تراز کردن با دقت انجام گرفت. با توجه به قابلیت دینامومتر در تست محور تواندهی در دورهای مختلف طبق استاندارد OECD تراکتور را روشن کرده پس گرم شدن تراکتور به صورت تمام گاز تنظیم گردید. دینامومتر به طور اتوماتیک اقدام به افزایش نیروی ترمزی در محور تواندهی می‌کند که این امر باعث کاهش دور موتور می‌گردد. نرم‌افزار موجود در داخل دینامومتر نیروی ترمزی را ثبت نموده و با توجه به دور محور تواندهی میزان توان محور تواندهی را محاسبه می‌کند (شکل ۴).

شکل ۴. تست محور تواندهی تراکتور ITM800 دو دیفرانسیل توربوشارژردار توسط دینامومتر Sigma5

در انجام تستهای محور PTO دورهای PTO را به‌طور دستی ثابت می‌کنیم در تمامی دورها، تراکتورهای مورد آزمایش به مدت ۳ دقیقه در آن دور کار می‌کرد و ما همزمان، مقدار مصرف سوخت، زمان مصرف سوخت، مصرف ویژه سوخت، توان، گشتاور و توان ویژه را به دست آورده یا محاسبه کردیم. دور محور PTO را از ۳۲۰ دور در دقیقه شروع کرده هر بار با افزایش۲۰ دور در دقیقه تا ۶۰۰ دور در دقیقه در تمامی تراکتورهای پروژه طبق دستور استاندارد OECD انجام دادیم. طبق این استاندارد توان در دور استاندارد محور تواندهی(۱۰ ± ۵۴۰ دور در دقیقه)، توان در دور مشخصه، گشتاور مربوط به حداکثر توان، ۸۵٪ گشتاور در حداکثر

توان، ۷۵٪ گشتاور در حداکثر توان، ۵۰٪ گشتاور در حداکثر توان، ۲۵٪ گشتاور در حداکثر توان و در آزمون بدون بار تمامی موارد یاد شده در همه تراکتورهای موجود در پروژه اندازه‌گیری و محاسبه شد. و در جدولهای مربوط به هر تراکتور ثبت گردید.

مشخصات دینامومتر Sigma5

این دینامومتر (جدول ۱) ساخت کشور انگلستان با شماره سریال ۰۲۵۶۸۲ که در سال ۲۰۰۴ تولید شده می‌باشد.

جدول ۱. مشخصات دینامومتر Sigma5

Max Speed mhp , km/hr	62 / 100	Max weight on Axle (1)	1300kg
Tyre Size	1957OR1495	Max gross weight	1300kg
Tyre Pressure psi , bar	39 / 2.7	Max weight on coupling	100kg
Number of Axles	1	Design weight on coupling	50kg

نتایج و بحث

در این هنگام نمودارها و جداول مربوط به تجزیه آماری داده‌های آزمون‌های محور تواندهی تراکتورهای توربوشارژردار ITM800 و ITM485 و تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285 و تاثیر سیستم توربوشارژر بر پارامترهای مصرف سوخت ویژه و توان و گشتاور محور تواندهی تراکتورهای فوق آورده شده است.طرح آماری مورد استفاده در نرم‌افزارSPSS طرح آزمایشی می‌باشد و به‌دلیل استاندارد بودن سطح احتمال ۵ درصد، تمامی احتمالات در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اگر آزمونها در سطح احتمال ۵ درصد باشد نتایج برای سطوح پایین‌تر نیز قابل محاسبه است ولی اگر در سطح احتمال یک درصد آزمونها را انجام دهیم احتمال به‌دست آمدن در سطح اطمینان ۵ درصد ممکن نمی‌باشد.

مقایسه گشتاور PTO در تراکتورهای توربوشارژردار و بدون توربوشارژر در آزمون محور تواندهی

برای مقایسه گشتاور PTO در انواع تراکتور از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شده است. فرض صفر در آنالیز واریانس برابر بودن میانگین متغیر وابسته در تمام سطوح متغیر مستقل است. اگر سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر رد خواهد شد. سطح معنی‌داری آنالیز واریانس برابر ۰/۰۰۰۱ است. با توجه به کوچکتر بودن سطح معنی‌داری آنالیز واریانس از ۰/۰۵ ، فرض صفر رد می‌شود. در نتیجه میزان گشتاور PTO در انواع تراکتور دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که میزان گشتاور PTO در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و توربوشارژردار ITM800 بطور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بیشتر از بدون توربوشارژر ITM475 و بدون توربوشارژر ITM285 می‌باشد (جداول ۲، ۳ و شکل ۵).

جدول ۲. نتایج آنالیز واریانس برای مقایسه گشتاور PTO در انواع تراکتور

		تعداد	میانگین	انحراف معیار	مقدار F	سطح معنی‌داری
گشتاور PTO	توربوشارژردار ITM800	15	960.2000	64.73153	210.488	.0001
	توربوشارژردار ITM485	16	1007.7500	69.35272		
	بدون توربوشارژر ITM475	16	665.0000	41.82663		
	بدون توربوشارژر ITM285	16	614.7500	37.81270		

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی توکی گشتاور PTO در آزمون محور تواندهی

تراکتور	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
بدون توربوشارژر ITM285	16	614.7500	
بدون توربوشارژر ITM475	16	665.0000	
توربوشارژردار ITM800	15		960.2000
توربوشارژردار ITM485	16		1007.7500

شکل ۵. نمودار آزمون تعقیبی توکی گشتاور PTO تراکتورها با یکدیگر در آزمون محور تواندهی

مقایسه توان PTO در تراکتورهای توربوشارژردار و بدون توربوشارژر در آزمون محور تواندهی

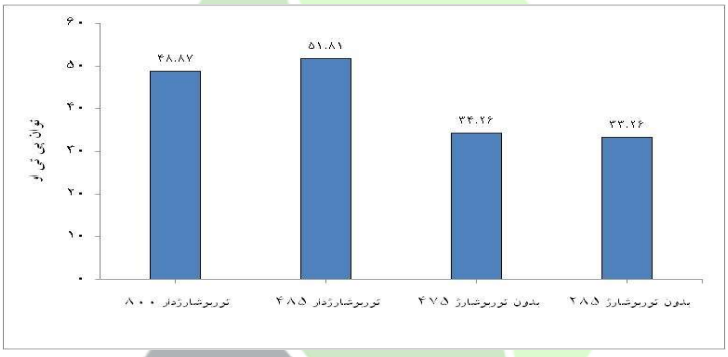
برای مقایسه توان PTO در انواع تراکتور از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شده است. فرض صفر در آنالیز واریانس برابر بودن میانگین متغیر وابسته در تمام سطوح متغیر مستقل است. اگر سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر رد خواهد شد. سطح معنی‌داری آنالیز واریانس برابر ۰/۰۰۰۱ است. با توجه به کوچکتر بودن سطح معنی‌داری آنالیز واریانس از ۰/۰۵ ، فرض صفر رد می‌شود. در نتیجه میزان توان پی‌تی‌او در انواع تراکتور دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که میزان توان PTO در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و توربوشارژردار ITM800 به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بیشتر از بدون توربوشارژر ITM475 و بدون توربوشارژر ITM285 می‌باشد (جداول ۴، ۵ و شکل ۶).

جدول ۴. نتایج آنالیز واریانس برای مقایسه توان PTO در انواع تراکتور در آزمون محور تواندهی

	تراکتور	تعداد	میانگین	انحراف معیار	مقدار F	سطح معنی‌داری
توان PTO	توربوشارژردار ITM800	15	48.8667	4.87906	39.470	.0001
	توربوشارژردار ITM485	16	51.8119	6.83892		
	بدون توربوشارژر ITM475	16	34.2625	6.22938		
	بدون توربوشارژر ITM285	16	33.2625	6.26534		

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی توکی توان PTO در انواع تراکتور در آزمون محور تواندهی

تراکتور	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
بدون توربوشارژر ITM285	16	33.2625	
بدون توربوشارژر ITM475	16	34.2625	
توربوشارژردار ITM800	15		48.8667
توربوشارژردار ITM485	16		51.8119



شکل ۶. نمودار آزمون تعقیبی توکی توان PTO تراکتورها با یکدیگر در آزمون محور تواندهی

مقایسه مصرف ویژه سوخت در تراکتورهای توربوشارژردار و بدون توربوشارژر در آزمون محور تواندهی

برای مقایسه مصرف ویژه سوخت در انواع تراکتور از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شده است. فرض صفر در آنالیز واریانس برابر بودن میانگین متغیر وابسته در تمام سطوح متغیر مستقل است. اگر سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر رد خواهد شد. سطح معنی‌داری آنالیز واریانس برابر ۰/۰۰۰۱ است. با توجه به کوچکتر بودن سطح معنی‌داری آنالیز واریانس از ۰/۰۵ ، فرض صفر رد می‌شود. در نتیجه میزان مصرف ویژه سوخت در انواع تراکتور دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که میزان مصرف ویژه سوخت در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 کمتر از توربوشارژردار ITM800 ، در توربوشارژردار ITM800 کمتر از بدون توربوشارژر ITM475 و در بدون توربوشارژر ITM285 بیشتر از سایر تراکتورها می‌باشد (جداول ۶، ۷ و شکل ۷).

جدول ۶. نتایج آنالیز واریانس برای مقایسه مصرف ویژه سوخت در آزمون محور توانده‌ی در انواع تراکتور

	تراکتور	تعداد	میانگین	انحراف معیار	مقدار F	سطح معنی‌داری
مصرف ویژه سوخت در آزمون محور توانده‌ی	توربوشارژردار ITM800	15	282.5847	17.59508	118.787	.0001
	توربوشارژردار ITM485	16	225.8388	14.74802		
	بدون توربوشارژر ITM475	16	361.7787	37.81854		
	بدون توربوشارژر ITM285	16	392.5537	32.99671		

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی توکی مصرف ویژه سوخت در آزمون محور توانده‌ی در انواع تراکتور

تراکتور	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
توربوشارژردار ITM485	16	225.8388			
توربوشارژردار ITM800	15		282.5847		
بدون توربوشارژر ITM475	16			361.7787	
بدون توربوشارژر ITM285	16				392.5537

شکل ۷. نمودار آزمون تعقیبی توکی مصرف ویژه سوخت تراکتورها با یکدیگر در آزمون محور توانده‌ی

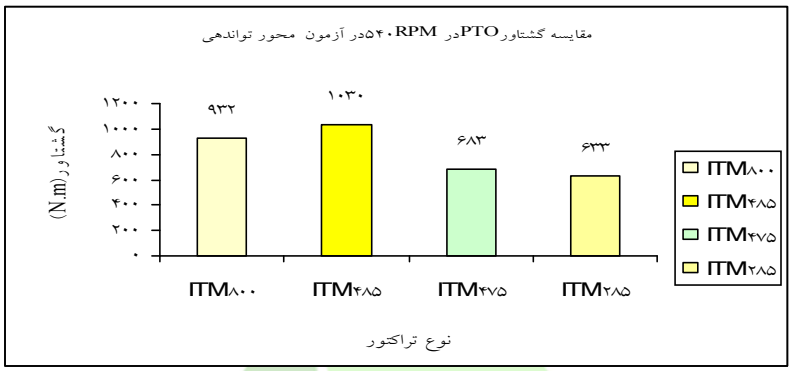
مقایسه توان، گشتاور PTO و مصرف ویژه سوخت در تراکتورهای توربوشارژردار و بدون توربوشارژر در آزمون محور توانده‌ی ۵۴۰ دور در دقیقه

در آزمون محور توانده‌ی برای بررسی دقیق آزمون، دینامومتر Sigma5 از ۳۶۰ دور در دقیقه تنظیم و با افزایش ۲۰ عددی تا ۶۶۰ دور در دقیقه ادامه داده شد و نتایج کلی به‌دست آمد با توجه به اینکه کلیه ادوات کشاورزی متصل به تراکتور در ۵۴۰ دور در دقیقه کار می کنند لذا به‌طور جداگانه در این دور نیز مقایسه‌ای انجام شد (جدول ۸).

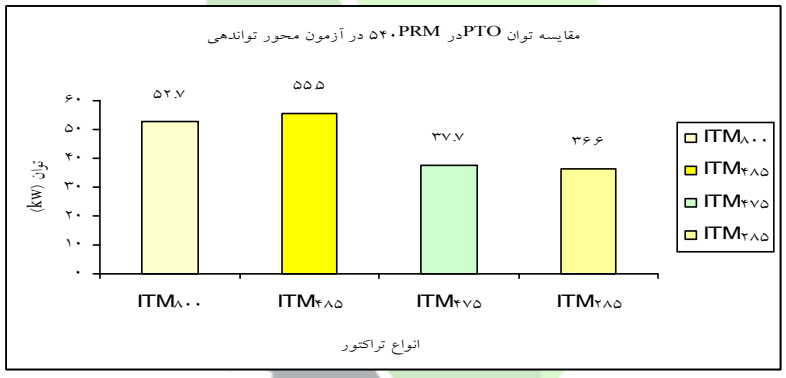
جدول ۸. مقایسه توان و گشتاور PTO و مصرف سوخت ویژه در انواع تراکتور در آزمون محور توانده‌ی در ۵۴۰ دور در دقیقه

تراکتور	دور پی تی او RPM	مصرف ویژه سوخت g/kw.h	توان پی تی او kw	گشتاور پی تی او N.m
ITM800	۵۴۰	۲۸۸.۱۵	۵۲.۷	۹۳۲
ITM485	۵۴۰	۲۱۸.۵۵	۵۵.۵	۱۰۳۰
ITM475	۵۴۰	۳۴۵.۳۶	۳۷.۷	۶۸۳
ITM285	۵۴۰	۳۷۲.۱۳	۳۶.۶	۶۳۳

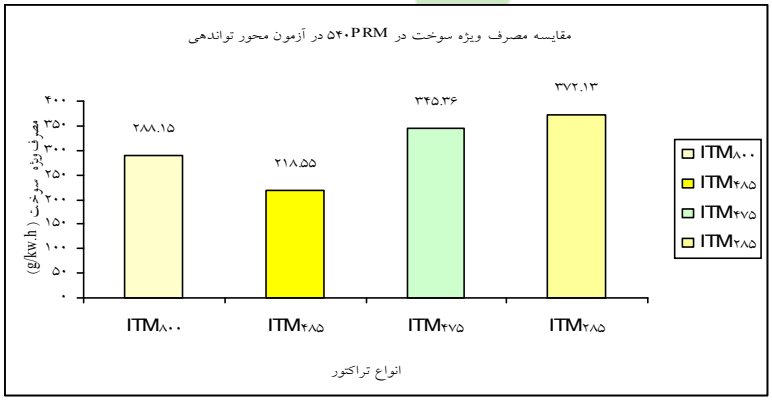
در مقایسه توان، گشتاور PTO و مصرف سوخت ویژه در ۵۴۰ دور در دقیقه که تمامی ادوات کشاورزی متصل به تراکتور در این دور به کار برده می‌شوند نیز مشاهده می‌گردد، توان و گشتاور PTO در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 بیشتر از تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285 می‌باشد و مصرف سوخت ویژه نیز در تراکتورهای توبوشارژردار ITM485 و ITM800 کمتر از تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285 می‌باشد (شکل های ۸، ۹ و ۱۰).



شکل ۸. نمودار مقایسه گشتاور PTO در ۵۴۰ دور در دقیقه در آزمون محور تواندهی



شکل ۹. نمودار مقایسه توان PTO در ۵۴۰ دور در دقیقه در آزمون محور تواندهی



شکل ۱۰. نمودار مقایسه مصرف ویژه سوخت در ۵۴۰ دور در دقیقه در آزمون محور تواندهی

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

برای بررسی تاثیر سیستم توربوشارژر بر پارامترهای مصرف ویژه سوخت موتور، نیروی کشش، توان کششی و توان PTO و گشتاور PTO در محور تواندهی بر روی تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 و مقایسهٔ آنها با تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285، این آزمون طبق استاندارد OECD بر روی این تراکتورها انجام گرفت. در این آزمون محور تواندهی توسط دینامومتر Sigma5 در مقابل کارگاه کاربردی شرکت تراکتورسازی تبریز بر روی هریک از این تراکتورها انجام دادیم، پس از اندازه‌گیری و محاسبه پارامترهای مورد نیاز طبق استاندارد OECD و به‌دست آمدن داده‌ها، برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.در آزمون محور تواندهی، میزان توان و گشتاور PTO در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 بیشتر از تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285 بودند که این میزان تفاوت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده و میزان مصرف ویژه سوخت در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 کمتر از تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM475 و ITM285 بودند که این تفاوت در سطح اطمینان ۵ درصد نیز معنی‌دار بود.

در این آزمون میزان گشتاور PTO و توان PTO در تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 نسبت به هم تفاوت آنچنانی نداشتند و در میزان مصرف ویژه سوخت نیز اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۵ درصد وجود ندارد و در حالت کلی تراکتور توربوشارژردار ITM485 نسبت به سایر تراکتورها دارای عملکرد مناسب‌تری در محور تواندهی PTO می‌باشد.

پس از آزمایش‌های متفاوت نتیجه گرفتیم که سیستم توربوشارژر موجب افزایش توان و گشتاور PTO و کاهش مصرف سوخت ویژه تراکتور می‌شود.

با توجه به رشد روز افزون جمعیت کشور که به طور سرسام‌آوری رو به افزایش است و نیاز فوری برای تهیه مواد غذایی بیشتر به چشم می‌خورد و از طرف دیگر محدودیت منابع آبی و سوخت‌های فسیلی و نیاز فزاینده به افزایش بازده تولید محصولات کشاورزی اهمیت مکانیزه کردن محصولات کشاورزی، ابعاد گسترده‌تری می‌یابد در این میان تراکتور به عنوان اصلی‌ترین منبع تولید توان مکانیکی در کشاورزی ماشینی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است پیشنهاد می‌گردد شرکت تراکتورسازی تبریز که بزرگترین تولیدکننده تراکتور در کشور می‌باشد با توجه به نتایج به‌دست آمده در مورد تراکتورهای توربوشارژردار ITM485 و ITM800 که نسبت به تراکتورهای بدون توربوشارژر ITM285 و ITM475 دارای نیروی کششی، توان، گشتاور بیشتر و به خصوص مصرف سوخت کمتر می‌باشد به مرور زمان جایگزین تراکتورهای بدون توربوشارژر نموده تا ضمن کارایی بیشتر موجب صرفه‌جویی مناسب در مصرف سوخت و سودآوری اقتصادی گردد.

پیشنهاد دوم این است که دست‌اندرکاران شرکت تراکتورسازی تبریز می‌بایست برنامه‌هایی جهت آشنایی کشاورزان با سیستم توربوشارژر و معرفی تراکتورهای جدید خود با موتور توربوشارژر را ترتیب دهد.

پیشنهاد سوم به کارشناسان و مهندسین و محققان این است که با توجه به اینکه بررسی محصولات شرکت تراکتورسازی تبریز صورت گرفته و این تراکتورها را با یکدیگر مقایسه شده‌اند خواهشمند است که تراکتورهای توربوشارژر شده فوق را با محصولات

شرکتهای دیگر به‌عنوان مثال تراکتورهای توربوشارژردار جاندیر مقایسه نموده و نتایج حاصله را به‌دست آورند و یا تراکتورهای توربوشارژردار تراکتورسازی تبریز را با بدون توربوشارژر جاندیر مقایسه و نتایج آنها را نیز به‌دست آورند.

منابع

۱. رنجبر، ا. و قاسم زاده، ح.، ۱۳۷۶. توان موتور و تراکتور. انتشارات دانشگاه تبریز.

۲. ثقفی، م.، ۱۳۸۷. تراکتور و مکانیسم آن. مرکز دانشگاهی تهران.

3. OECD CODE2. 2010. Agricultural machinery - test procedure - The official testing of agricultural and forestry tractor performance.

4. www.sanatekhodro.com.

Effect of Turbo Charger System on Tractor PTO Power and Torque (ITM285, ITM475, ITM485 and ITM800)

Khalili Pashai Hulasu[1*], Behzad Mohammadi Alasti [2] and Mehdi Abbasgholipour[2]

1- MSc Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Bonab Branch, Islamic Azad University, pashaiekh@itmco.ir
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Bonab Branch, Islamic Azad University, behzad.alasti@gmail.com

Abstract

Considering continuous increase in population growth and, on the other hand, limitation of water sources and fossil fuels and also higher demand on agricultural productions, indicate the importance of agricultural mechanization, specially, in developing countries. "Tractors" are considered as main power generator in mechanized agriculture. Therefore, Iran Tractor manufacturer has been interested in developing its relationships with other developing countries. Hence, the experts and engineers, in tractor manufacturing of the country, are required to focus on developing and designing new features in tractor manufacturing. This must be, of course, paralleled with the economic aspects. Achieving this goal, Iran Tractor Manufactories Co., (ITMCO) has designed and developed tractors equipped with turbochargers. This has been performed on ITM800 & ITM485 models, according to world standards. This study has been done on ITM485 & ITM800 tractors (with turbocharger system) and ITM285 & ITM475 tractors (without turbocharger system) to assure the improvement of engine performance and then compare them with OECD world standards. The test was performed on tractor PTO. PTO experiments which were achieved by measuring torque, using Type Sigma5 dynamometer, showed that torque and power quantity in all tractors with turbochargers were higher than on tractors without turbochargers (95% level of confidence). Also, the measured specific fuel consumption indicated a decrease on tractors with turbochargers compared with those without turbochargers.

The tractor forward speed and the slippage were optimal.

Keywords: Turbochargers, ITM800 & ITM485 & ITM475 and ITM285 tractors with and without turbochargers, OECD standards, Sigma5 dynamometer.