

## ارزیابی و مقایسه میزان مصرف سوخت ویژه و انرژی ویژه مالبنندی در دو نوع تراکتور با قدرت یکسان

محمود قاسمی نژاد رائینی<sup>۱</sup>، محمد جواد شیخ داوودی<sup>۲</sup>، مرتضی الماسی<sup>۳</sup>

### چکیده

به منظور تعیین، ارزیابی و مقایسه میزان مصرف سوخت ویژه و انرژی ویژه مالبنندی در دو نوع تراکتور با قدرت یکسان (موتور یکسان) و سایر عوامل ساختاری متفاوت یعنی MF285 و ITM750 اندازه گیری عملی و صحرائی به عمل آمد. این اندازه گیری ها به دو صورت استاندارد و مقایسه ای انجام شد. در روش استاندارد تراکتورها تحت شرایط استاندارد (نبراسکا، OECD) آزمایش شدند و جداول مربوط به این داده ها آورده شد. در روش مقایسه ای، دو فاکتور میزان مصرف سوخت ویژه مالبنندی و انرژی ویژه مالبنندی به صورت طرح کورت های خرد شده بر پایه بلوک های کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش ها در سه محیط کاری (آسفالت، زمین شخم نخورده و زمین شخم خورده) اعمال شدند. نتایج آزمایش ها در سطح اطمینان ۱٪ معنی دار شد و نشان داد که محیط های مختلف کاری بر روی این پارامترها (مصرف سوخت ویژه و انرژی ویژه مالبنندی) عکس العمل و کارکرد متفاوتی داشته اند. نتایج ناشی از ارزیابی مصرف سوخت ویژه و انرژی ویژه مالبنندی نشان داد که این دو تراکتور مصرف سوخت ویژه و انرژی ویژه مالبنندی بهتری در سطح آسفالت و خاک شخم نخورده نسبت به خاک شخم خورده دارند. نتایج ناشی از میزان لغزش نشان داد که میزان لغزش در تراکتور ITM750 کمتر از تراکتور MF285 میباشد. در مجموع تراکتور MF285 دارای مصرف سوخت ویژه مالبنندی و انرژی ویژه مالبنندی بهتری نسبت به تراکتور ITM750 می باشد.

کلید واژه ها: تراکتور، مصرف سوخت ویژه، انرژی ویژه مالبنندی، آزمون

### مقدمه

بهینه و مؤثر از انرژی در سیستم های مختلف از جمله سیستم های تولید کشاورزی مورد علاقه مهندسين و کشاورزان و افرادی که به نوعی مرتبط با این تصمیم ها هستند قرار گرفته است. با توجه به اینکه در بخش کشاورزی تراکتور به عنوان اصلی ترین وسیله مصرف کننده و تبدیل کننده انرژی به طریق مکانیکی می باشد، افزایش عملکرد کششی یک تراکتور در مزرعه که می تواند در افزایش بازدهی تراکتور و صرفه جویی سوخت مؤثر باشد همواره مورد نظر بوده است (۶).

با توجه به رشد و گسترش تکنولوژی در جهان معاصر، از یک طرف مدیریت اقتصاد انرژی اهمیت بیشتری پیدا کرده و از طرف دیگر به موازات پیشرفت صنعت پتروشیمی که استفاده از مشتقات نفت را در زندگی روزمره بشر امروزی به دنبال داشته، شاهد روند رو به افزایش قیمت نفت که مهمترین منبع مورد استفاده صنایع کنونی است می باشیم. اهمیت موضوع به حدی بوده است که تحقیقات پیرامون استفاده از منابع دیگر انرژی (هسته ای و خورشیدی) گسترش یافته و استفاده

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۰/۲

تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۲۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و مربی گروه ماشین های

کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

(ghasemi\_s7@yahoo.com)

۲- به ترتیب استادیار و استاد گروه ماشینهای کشاورزی، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

$$F = AC + Wtg\phi \quad (1)$$

که در آن:

A سطح تماس، C چسبندگی خاک، W وزن وارد بر سطح،  $\phi$  زاویه اصطکاک داخلی ذرات خاک و F نیروی کشش ناخالص میباشد. در تحقیق دیگری توسط ویسمر و لات<sup>۶</sup> (۱۹۹۸) با بکارگیری روش آنالیز ابعادی، معادلات تجربی (۲) و (۳) را جهت پیشگویی عملکرد مزرعه‌ای تراکتورهای چرخ دار بدست آوردند (۵).

(۲)

$$C_t = \left( \frac{1.2}{cn} + 0.04 \right)$$

(۳)

$$C_{rr} = \left( \frac{1.2}{cn} + 0.04 \right)$$

در این روابط Ct ضریب کشش ناخالص یا نسبت کشش ایجاد شده به بار عمودی دینامیکی روی محور محرک، cn عدد چرخ<sup>۷</sup> برابر با (c.b.d/w) که فرم ساده شده‌ای از عدد پویایی چرخ می‌باشد، S لغزش و C<sub>rr</sub> ضریب مقاومت غلطشی یا نسبت نیروی مقاومت غلطشی به بار دینامیکی وارد بر چرخ می‌باشد.

با توجه به موارد ذکر شده، اهداف این تحقیق بر اساس دو عامل می‌باشد و سعی شده سایر عوامل در تمام آزمایشات یکسان باشد، بر این اساس دو عامل مهم عمده به شرح زیر در ارتباط با مصرف سوخت ویژه و انرژی ویژه در نظر گرفته شده اند.

۱- نوع تراکتور

۲- نوع محیط کاری

### مواد و روش‌ها

جهت آزمون دو نوع تراکتور متداول یعنی MF285 و ITM750 از نظر مصرف سوخت ویژه مالبندی و انرژی ویژه مالبندی و درصد لغزش

در تحقیقات مونرو<sup>۱</sup> و همکاران که جهت بهبود عملکرد کششی و کاهش مصرف سوخت انجام شد. عملکرد کششی و مصرف سوخت ویژه برای تراکتورهایی که از چرخ‌های جلو برای کمک به حرکت در سطح مزرعه استفاده می‌کنند مورد ارزیابی قرار گرفت و نمودارهایی رسم گردید از این نمودارها برای توصیف مصرف سوخت در حالتی که سوخت مصرفی افزایش می‌یابد استفاده می‌شود که نشان می‌دهد در حالتی که مصرف سوخت افزایش می‌یابد تراکتور در ماکزیمم عملکرد کششی کار نمی‌کند. همچنین مصرف سوخت ویژه در مقدار لغزشی که بین ۱۰ تا ۳۰ درصد باشد به حداقل ممکن می‌رسد که این وابسته به سطح خاک می‌باشد (۸). در تحقیق دیگری که توسط بریان<sup>۲</sup> در سال ۱۹۸۵ بر روی ۱۶ تراکتور در محدوده ای از بار انجام شد به این نتیجه رسید که سوخت مصرفی در روش جی یو تی دی<sup>۳</sup> بطور متوسط از ۹ تا ۱۸ درصد کاهش می‌یابد (۷).

بر اساس مطالعات راندی تایلور<sup>۴</sup> قدرت تراکتور در مراحل مختلفی تلف خواهد شد. قسمتی از تلفات در جعبه دنده اتفاق می‌افتد که مقدار آن متفاوت می‌باشد (در حدود ۴ درصد از قدرت در سطح بین تایلر و خاک از بین می‌رود که این مورد توجه است و وابسته به شرایط خاک و وزن روی تایلر است). راندی تایلور بوسیله نموداری نشان داد که بیشترین و کمترین بازده کششی به ترتیب در روی سطح بتن و خاک نرم و شنی بدست آمد و همچنین وی نتیجه گرفت که پایین بودن بازده کششی کاهش قدرت مالبندی را نشان می‌دهد (۱۳). بیکر<sup>۵</sup> در سال ۱۹۵۶ رابطه بین شرایط خاک و عملکرد کششی آن را به صورت معادله (۱) ارائه نمود (۱۱).

1- Monro

2- Bryan

3- Gear Up Throttle Down (GUTD)

4- Randy taylor

5-Baker

6- Wismer & Luth

7- Dimensionless ratio

نیز داشت. سوخت سنجی نیز جهت اندازه‌گیری میزان سوخت مصرفی بر روی تراکتورهای مورد آزمون نصب گردید تا آن را اندازه‌گیری نماید.

بافت خاک با آزمایش براساس مثلث بافت خاک لومی شنی تشخیص داد شد و رطوبت نسبی در عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی متری ۲۵ در صد بود.

مزرعه آزمایشی قبل از اجرای طرح آماده و تسطیح شده بود و به صورت میدان در آمده بود در کرت‌های آزمایشی که همان میدان آزمایشی بود برای اینکه تراکتور بتواند به حالت پایدار کار در زمان آزمایش برسد بر اساس تجربه طولی معادل ۱۵۰ متر و عرض معادل ۳۳ متر در نظر گرفته شد.

برای هر کدام از این تراکتورها بوسیله تراکتور بارگذار و استفاده از تجهیزات در اختیار بر روی آن میزان بار را طوری تنظیم نمودیم که حداکثر کشش اعمالی بدست آید و در این مدت آهنگ مصرف سوخت نیز اندازه‌گیری شد.

در انجام آزمایشات از یک طرف نیاز به دستگاہی بود که که درصد لغزش را لحظه‌ای نشان دهد زیرا در آزمون استاندارد نبراسکا و OECD لغزش از ۱۵ درصد نبایستی تجاوز نماید. از طرف دیگر به متوسط درصد لغزش نیز نیاز داشتیم. لذا بر این اساس از یک دستگاہ که میزان لغزش لحظه‌ای را اندازه‌گیری می‌کرد استفاده گردید (این دستگاہ با مقایسه میزان دوران دو چرخ محرک و غیر محرک تراکتور لغزش لحظه‌ای را اندازه‌گیری می‌نمود). جهت بدست آوردن متوسط مقدار لغزش از روش دوران ثابت استفاده گردید (۱۰ و ۱۲).

با اندازه‌گیری کشش مالبندی و سرعت پیشروی توسط تجهیزات نصب شده بر روی تراکتور بار گذار توان مالبندی محاسبه گردید. مصرف سوخت ویژه مالبندی با داشتن مقدار توان مالبندی بدست آمده و همچنین میزان سوخت مصرف شده در مدتی که این توان اعمال گردید از رابطه (۴) تعیین گردید.

چرخهای محرک مورد بررسی قرار گرفتند. این دو تراکتور دارای موتور یکسان (قدرت یکسان) و سایر عوامل ساختاری متفاوت هستند (۱ و ۲).

آزمایش‌های مربوط به این مطالعه در محل زمین‌های زراعی دانشگاه شهید چمران اهواز و بر اساس آزمایشات کرت‌های خرد شده<sup>۱</sup> بر پایه بلوکهای کامل تصادفی<sup>۲</sup> در سه تکرار انجام یافته که فاکتورهای مورد نظر و مطرح مربوط به هر کدام به شرح زیر می‌باشد (۴).

فاکتور اصلی<sup>۳</sup> شامل سه محیط کاری (سطحی که تراکتور بر روی آن کار می‌کند) بود که به شرح زیر می‌باشند.

الف- آسفالت

ب- زمین شخم نخورده

ج- زمین شخم و دیسک خورده

فاکتور فرعی<sup>۴</sup> شامل دو مدل تراکتور بشرح زیر می‌باشد.

الف) تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵

ب) تراکتور ای تی ام مدل ۷۵۰

تعداد کل آزمایشات انجام شده از ترکیب عوامل مذکور با داشتن سه تکرار در هر مورد برابر ۱۸ بود. این دو تراکتور سالم بوده و قبل از آزمایش، سرویس کاملی روی آنها صورت گرفت به طوری که در زمان آزمایش سیستم سوخت‌رسانی و سایر اجزای آن سالم بوده و هیچ گونه عیبی مشاهده نگردید. جهت اعمال بار کششی به تراکتورهای مورد نظر از یک تراکتور بار گذار استفاده گردید. تراکتور بار گذار مجهز به سیستمی بود که علاوه بر اینکه تمامی تجهیزات برای آزمایش و ارزیابی تراکتورهای مورد نظر بر روی آن نصب شده بود، قابلیت کنترل میزان بار کششی بر تراکتور مورد آزمایش (تراکتور بار گذار بر روی مانیفولد ان شیر قابل تنظیمی قرار داشت) را

1- Split Plot

2- Randomized Complete Block (RCB)

3- Main-treatment

4- Sub-treatment

آزمایشات سخت و هزینه بر بود لذا در هر دو تراکتور مصرف سوخت ویژه مالبنندی و انرژی ویژه مالبنندی را در شرایطی که حداقل مقدار در آزمون استاندارد اتفاق می افتاد مورد ارزیابی قرار گرفت و سایر حالتها ارزیابی نشد.

### نتایج و بحث

#### ۱- ارزیابی دو تراکتور به روش استاندارد

جداول (۱) و (۲) آزمون دو تراکتور به روش استاندارد در دنده‌های متفاوت و دمای محیط ۲۱ درجه سانتی گراد را نشان می دهد. این دو جدول جهت مقایسه این دو تراکتور و مقایسه با انواع دیگر تراکتورها به طور کاربردی برای محققین و کشاورزان قابل استفاده می باشد.

#### ۲- ارزیابی حداقل مصرف سوخت ویژه

#### مالبنندی در سرعت مشخصه موتور و محیط‌های مختلف کاری (سطح کاری) و نوع تراکتور

جدول (۳) تجزیه واریانس مربوط به حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی در سطوح مختلف محیط کاری و نوع تراکتور را نشان می دهد چنانچه از جدول مزبور مشخص است در سطح احتمال ۱٪ خطا بین مقادیر مختلف حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی در سطوح مختلف نوع تراکتور اختلاف معنی داری وجود دارد.

تأثیر محیط کاری بر حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی معنی دار بوده است اثر متقابل این دو فاکتور نیز تأثیر معنی داری بر حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی دارد به عبارت ساده تر محیط کاری به احتمال ۹۹٪ بر روی حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی تأثیر گذار بوده و این دو تراکتور دارای مصرف سوخت ویژه متفاوتی هستند.

$$SFC_d = \frac{MF}{Pd} \quad (4)$$

که در آن:

$SFC_d$ : مصرف سوخت ویژه بر حسب کیلو گرم بر کیلو وات ساعت یا لیتر بر کیلو وات ساعت.

$Pd$ : توان مالبنندی: تولیدی بر حسب کیلو وات

$MF$ : آهنگ مصرف سوخت بر حسب کیلو گرم

بر ساعت یا لیتر بر ساعت

انرژی ویژه که عبارت است از کار مفید در واحد حجم سوخت مصرف شده که، با داشتن مقدار توان مالبنندی تولید شده در هر دنده و میزان مصرف سوخت جهت تولید این توان، انرژی ویژه محاسبه گردید. انرژی ویژه بر اساس رابطه (۵) محاسبه گردید.

$$E_{sd} = \frac{Pd}{V_f} \quad (5)$$

که در آن:

$E_{sd}$ : انرژی ویژه مالبنندی بر حسب کیلو وات

ساعت بر لیتر

$Pd$ : توان مالبنندی بر حسب کیلو وات

$V_f$ : آهنگ مصرف سوختی بر حسب لیتر بر

ساعت

اندازه گیری‌ها به دو صورت زیر انجام شد:

۱- استاندارد

۲- مقایسه ای

در روش استاندارد تراکتورها تحت شرایط استاندارد تعریف شده (نبراسکا، OECD) آزمایش شده و جداول مربوط به این داده‌ها جهت انتخاب و مقایسه در بین تراکتورها آورده شد. در روش مقایسه ای دو فاکتور، میزان مصرف سوخت ویژه مالبنندی و انرژی ویژه مالبنندی به صورت یک طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت در آزمون مقایسه ای چون

جدول ۱- نتایج آزمون انرژی ویژه و مصرف سوخت ویژه مالبندی در تراکتور MF285

شماره دنده	سطح کاری	میزان لغزش چرخ ها (%)			مصرف سوخت ویژه مالبندی (L/kWh)			انرژی ویژه مالبندی (kWh/L)		
		e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>
L <sub>2</sub>		۱۵	۱۵	۱۵	۰/۸۹۵	۰/۸۹۵	۱/۵۱۳	۱/۱۱۷	۱/۱۱۷	۰/۶۶۱
L <sub>3</sub>		۱۵	۱۵	۱۵	۰/۶۲۳	۰/۶۵۱	۱/۱۲۹	۱/۶۰۴	۱/۵۳۷	۰/۸۸۵
L <sub>4</sub>		۱۴	۱۳	۱۵	۰/۵۱۵	۰/۵۳۸	۰/۹۳۸	۱/۹۴	۱/۸۵۸	۰/۰۶۶
H <sub>1</sub>		۷	۸	۱۳	۰/۴۳۱	۰/۴۷۵	۰/۸۰۲	۲/۳۲	۲/۱۰۴	۱/۲۴۶
H <sub>2</sub>		۵	۶	۹	۰/۵۱۵	۰/۵۹۵	۰/۶۴۶	۱/۹۴	۱/۶۴۷	۱/۵۴۷

e<sub>3</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>1</sub> به ترتیب: سطح آسفالت، سطح زمین شخم نخورده و سطح زمین شخم خورده + دیسک خورده

جدول ۲- نتایج آزمون انرژی ویژه و مصرف سوخت ویژه مالبندی در تراکتور ITM750

شماره دنده	سطح کار	میزان لغزش چرخ ها (%)			مصرف سوخت ویژه مالبندی (L/kWh)			انرژی ویژه مالبندی (kWh/L)		
		e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>
L <sub>2</sub>		۱۵	۱۵	۱۵	۰/۷۰۳	۰/۷۱۴	۱/۲۱۳	۱/۴۲۲	۱/۳۹۹	۰/۸۲۴
L <sub>3</sub>		۱۵	۱۵	۱۵	۰/۵۳۸	۰/۵۵۲	۰/۹۳۷	۱/۸۵۶	۱/۸۱	۱/۰۶۷
L <sub>4</sub>		۱۲	۱۰	۱۲	۰/۵۲۶	۰/۵۵۲	۰/۷۷۶	۱/۸۹۸	۱/۸۱	۱/۲۸۸
H <sub>1</sub>		۱۴	۱۵	۱۵	۰/۷۸۹	۰/۹۵۲	۱/۴۳۶	۱/۲۶۷	۱/۰۵	۰/۶۹۶
H <sub>2</sub>		۱۴	۱۵	۱۵	۰/۵۱۹	۰/۵۸۸	۰/۸۳۲	۱/۹۲۴	۱/۷	۱/۲۰۲
H <sub>3</sub>		۱۰	۸	۱۲	۰/۴۸۹	۰/۴۳۴	۰/۶۵۸	۲/۰۳۴	۲/۰۹	۱/۵۲
H <sub>4</sub>		۹	۷	۱۰	۰/۵۰۲	۰/۵۴۹	۰/۷۰۳	۱/۹۹۱	۱/۸۲	۱/۴۲۲

e<sub>3</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>1</sub> به ترتیب: سطح آسفالت، سطح زمین شخم نخورده و سطح زمین شخم خورده + دیسک خورده

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی در سرعت مشخصه موتور (L/KWh) در سطوح مختلف محیط کاری و نوع تراکتور ( ضریب تغییرات برابر با ۱/۴۲ درصد )

$F_s$	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجات آزادی	منابع تغییرات
۰/۶۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۲	تکرار
** ۴۶/۵۴	۰/۰۸	۰/۱۶۲	۲	محیط کاری (e)
-	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۴	اشتباه اصلی $E_e$
** ۴۱/۹۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱	تراکتور (T)
** ۲۱/۷۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۲	اثر متقابل (tx e)
	۰/۰۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۱	۶	اشتباه فرعی ( $E_1$ )

\*\* وجود اختلاف معنی با احتمال ۹۹٪

جدول ۴- مقایسه میانگین های حداقل مصرف سوخت ویژه مالبنندی در سرعت مشخصه موتور (L/KWh) در سطوح مختلف محیط کاری و نوع تراکتور

میانگین تراکتور	خاک شخم خورده	خاک شخم نخورده	آسفالت	نوع محیط کاری
<sup>a</sup> ۰/۵۱۱	A ۰/۶۵۷۳	B ۰/۴۵۳۰	B+ ۰/۴۲۳۳	تراکتور MF285
<sup>b</sup> ۰/۵۳۴	A ۰/۶۵۵۷	B ۰/۴۶۹۰	B ۰/۴۷۷۰	ITM750
-	<sup>b</sup> ۰/۶۵۷	<sup>a</sup> ۰/۴۶۱	<sup>a</sup> ۰/۴۵۰	میانگین (محیط)

+ میانگین ها با حروف مشترک بزرگ، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (دانکن ۱٪).

¶ میانگین های با حروف مشابه کوچک در ردیف میانگین نوع محیط کاری، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند. (دانکن ۱٪)

مقادیر مختلف حداکثر انرژی ویژه، در سطوح مختلف نوع تراکتور، اختلاف معنی داری وجود دارد. تأثیر محیط کاری بر حداکثر انرژی ویژه مالبندی معنی دار بوده است اثر متقابل این دو فاکتور نیز تأثیر معنی داری بر حداکثر انرژی ویژه مالبندی دارد بنابراین با توجه به نتایج حاصله می توان گفت که اثر دو عامل محیط کاری و نوع تراکتور بر روی حداکثر انرژی ویژه مالبندی موثر بوده است.

جهت مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده گردید. جدول (۶) مقایسه میانگین های حداکثر انرژی ویژه مالبندی تراکتور در سطوح مختلف نوع تراکتور و شرایط مختلف محیط کاری در سطح احتمال ۱٪ می باشد. علت وجود اختلاف معنی دار در مقادیر حداکثر انرژی ویژه مالبندی در شرایط مختلف محیط کاری به نظر می رسد در اثر وجود اختلاف در خصوصیات رفتاری این محیط ها با چرخ های محرک و پیکربندی (متفاوت بودن ابعاد لاستیک، وزن، و ...) این دو تراکتور باشد. با توجه جدول (۷) عملکرد تراکتورها در این دو تیمار (آسفالت و خاک شخم نخورده) با تیمار سوم (خاک شخم خورده) معنی دار شده است که دلیل آن می تواند عوامل زیر باشد

الف- پایین بودن حداکثر توان مالبندی در این محیط، نسبت به دو محیط دیگر

ب- بالا بودن مقاومت غلطشی

ج- عامل محدود کننده افزایش نیروی کشش مالبندی (محدوده لغزش ۱۵٪) در این محیط نسبت به دو محیط دیگر این نتایج با نتایج بدست آمده توسط راندی تایلور هماهنگی دارد که می تواند دلیلی بر صدق این گفته باشد.

مطابق با جدول (۶) و همچنین نمودار (۲) تفاوت معنی دار بین حداکثر انرژی ویژه مالبندی در

با توجه به نتایج حاصله می توان گفت که دو عامل محیط کاری و نوع تراکتور بر روی حداقل مصرف سوخت ویژه مالبندی مؤثر بوده است.

جدول (۴) و نمودار (۱) مقایسه میانگین های حداقل مصرف سوخت ویژه مالبندی تراکتور در سطوح مختلف نوع تراکتور و شرایط مختلف محیط کاری، در سطح احتمال ۱٪ خطا نشان می دهد. علت وجود اختلاف معنی دار در مقادیر حداقل مصرف سوخت مالبندی در شرایط مختلف محیط کاری، به نظر می رسد در اثر وجود اختلاف در خصوصیات رفتاری این محیط ها با چرخ های محرک این دو تراکتور و همچنین وجود اختلاف در پیکربندی تراکتورها باشد، زیرا مقدار سوخت مصرفی وابسته به مقدار کار مفید انجام شده دارد و در محیط هایی که میزان لغزش بالاتر است عملاً تلفات قدرت بیشتری داریم (یعنی در یک فاصله بدون اینکه تراکتور کاری را انجام دهد چرخ های تراکتور چرخش می کنند و سوخت مصرف می نمایند). (۲۰۱). محیط های مانند محیط خاک شخم خورده بازده کششی را کاهش می دهند. مصرف سوخت با بازده کششی رابطه عکس دارد، لذا میزان مصرف سوخت در محیط هایی که میزان لغزش زیادتر است بیشتر خواهد بود. نتایج بدست آمده با تحقیقات بدست آمده توسط راندی تایلور و جانسون<sup>۱</sup> نیز هماهنگی دارد.

### ۳- ارزیابی حداکثر انرژی ویژه مالبندی در سرعت مشخصه موتور و شرایط مختلف کاری (سطح کاری) و نوع تراکتور

جدول (۵) تجزیه واریانس مربوط به حداکثر انرژی ویژه مالبندی در سطوح مختلف محیط کاری و نوع تراکتور را نشان می دهد چنانچه از جدول مزبور مشخص است در سطح احتمال ۱٪ خطا بین

جدول ۵- تجزیه واریانس مربوط به حداکثر انرژی ویژه مالبنندی در سرعت مشخصه موتور در شرایط مختلف سطح کاری و نوع تراکتور ( ضریب تغییرات برابر با ۱/۵۶ درصد)

منابع تغییرات	درجات آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	Fs
تکرار	۲	۰/۰۱۸	۰/۰۰۹	۰/۶۶
محیط کاری (e)	۲	۱/۸۲	۰/۹۱	**۶۷/۱۷
اشتباه اصلی Ee	۴	۰/۰۵۴	۰/۰۱۴	-
تراکتور T	۱	۰/۰۵۸	۰/۰۵۸	**۶۱/۰۲
اثر متقابل (t*e)	۲	۰/۰۵۷	۰/۰۲۹	**۳۰/۰۷
اشتباه فرعی (Et)	۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	

\*\* وجود اختلاف معنی دار با احتمال ۹۹٪

جدول ۶ - مقایسه میانگین های حداکثر انرژی ویژه مالبنندی در شرایط مختلف سطح کاری و نوع تراکتور

نوع محیط کاری	آسفالت	خاک شخم نخورده	خاک شخم خورده	میانگین تراکتور
تراکتور				
MF285	A+۲/۳۶	A۲/۲۱	B۱/۵۲	++ <sup>a</sup> ۲/۰۳
ITM750	A۲/۰۹	A۲/۱۳	B۱/۵۲	<sup>b</sup> ۱/۹۲
میانگین (محیط)	<sup>a</sup> ۲/۲۳	<sup>a</sup> ۲/۱۷	<sup>b</sup> ۱/۵۳	-

+ میانگین ها با حروف مشترک بزرگ، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (دانکن ۱٪).

¶ میانگین های با حروف مشابه به کوچک در ردیف میانگین نوع محیط کاری، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند. (دانکن ۱٪).

++ میانگین هائی با حروف مشابه کوچک در ردیف میانگین نوع تراکتور، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشد (دانکن ۱٪).

جدول ۷ - مقایسه میانگین های درصد لغزش چرخهای محرک در آزمون بار کشی (قابلیت کشش) در حداکثر توان مالبنندی تراکتور و شرایط مختلف کاری و نوع تراکتور

نوع محیط کاری	آسفالت	خاک شخم نخورده	خاک شخم خورده	میانگین تراکتور
تراکتور				
MF285	+ AB ۱۲/۵۳	B ۱۱/۹۷	A ۱۴/۵۳	++ <sup>a</sup> ۱۳/۰۱
ITM750	A ۱۱/۴۳	B ۱۰/۷۳	AB ۱۲/۸	<sup>b</sup> ۱۱/۶۵
میانگین (محیط)	¶ <sup>a</sup> ۱۱/۹۸	<sup>a</sup> ۱۱/۳۵	<sup>b</sup> ۱۳/۶۷	-

+ میانگین ها با حروف مشترک بزرگ، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند (دانکن ۱٪).

¶ میانگین های با حروف مشابه به کوچک در ردیف میانگین نوع محیط کاری، از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند. (دانکن ۱٪).

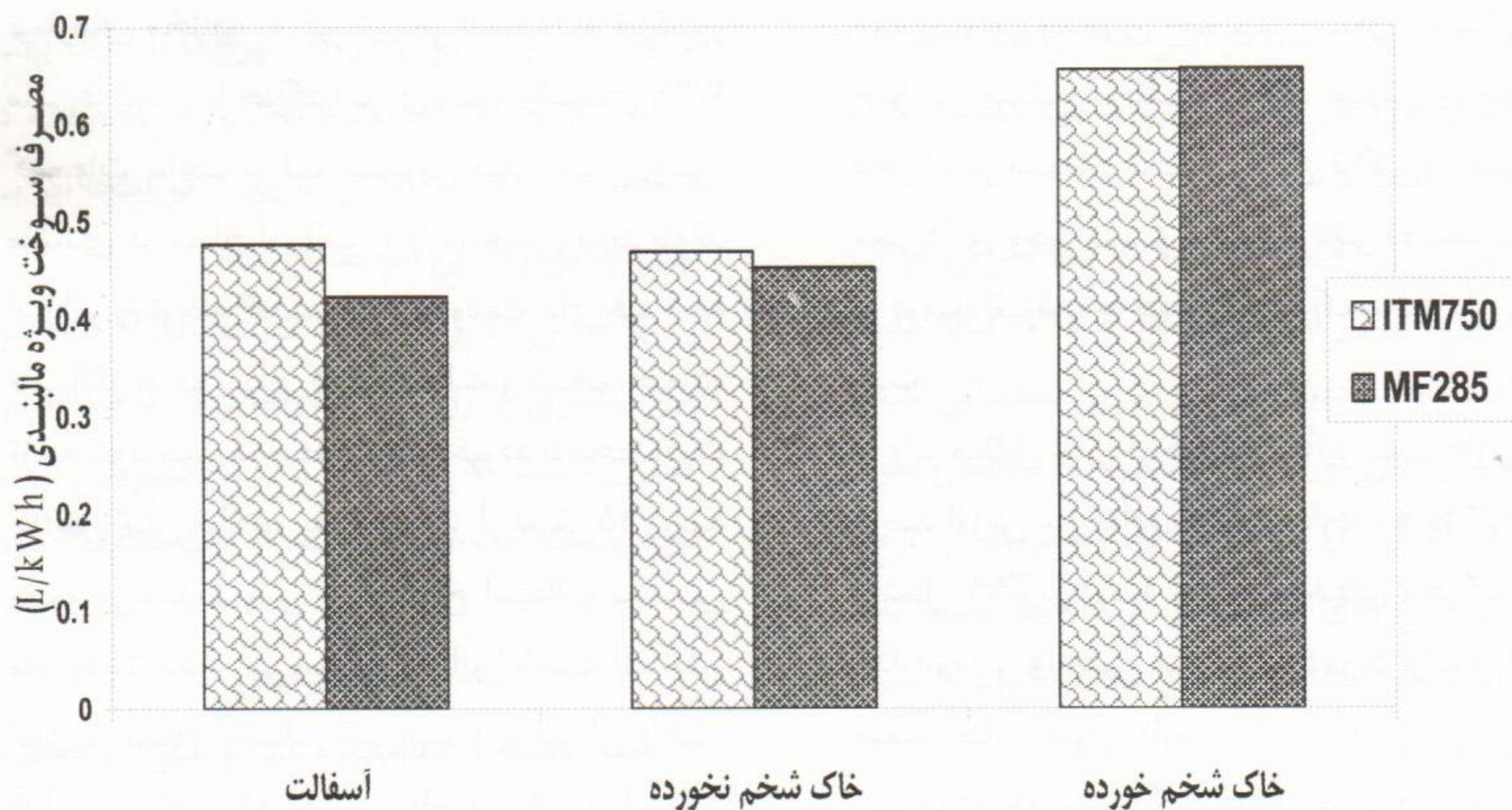


جدول ۸ - تجزیه واریانس مربوط به درصد لغزش چرخهای محرک در آزمون بارکشی در حداکثر توان مالبندی تراکتور و شرایط مختلف کاری و نوع تراکتور (درصد تغییرات برابر با ۲/۰۳)

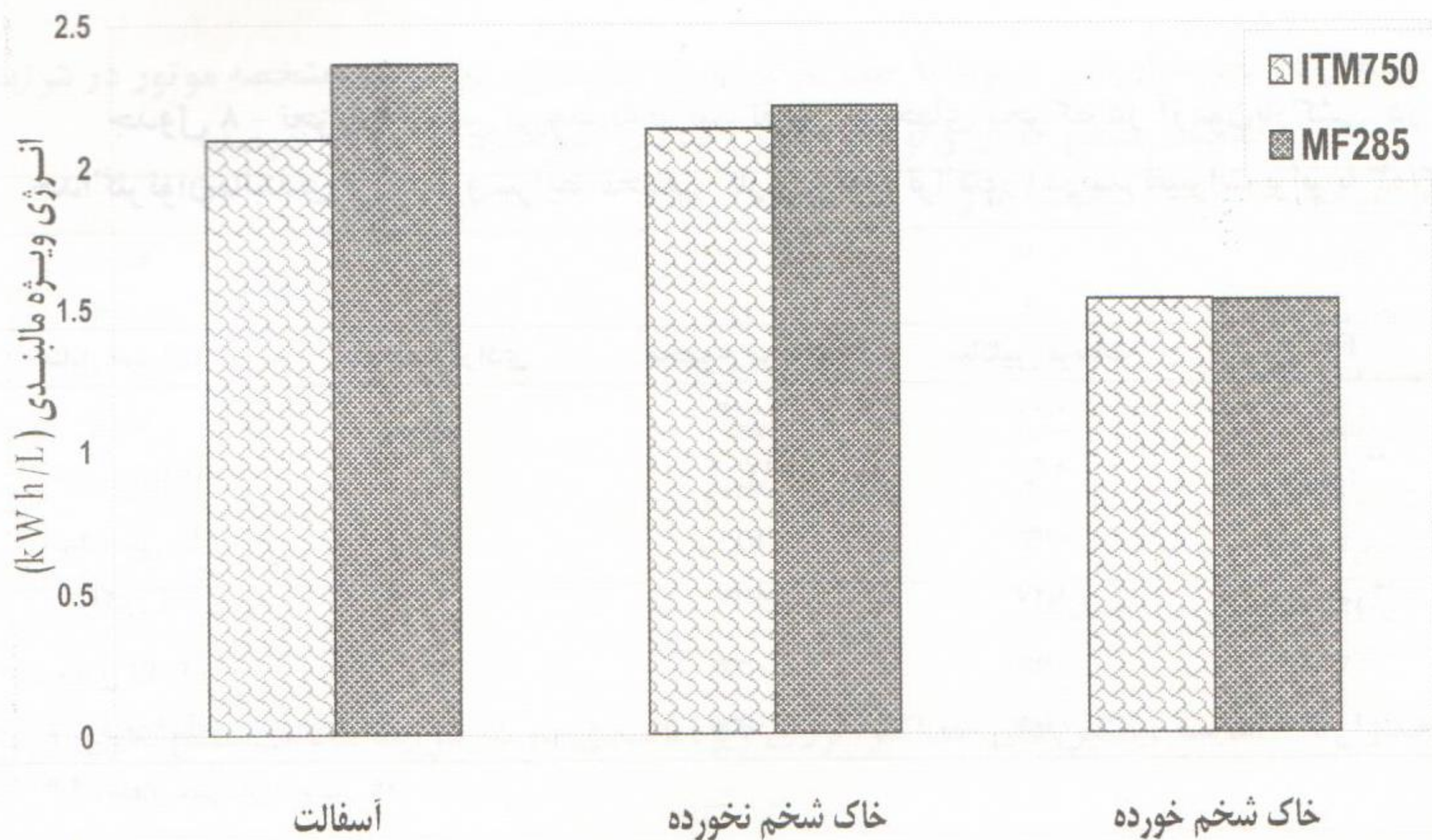
منابع تغییرات	درجات آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	Fs
تکرار	۲	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۸
محیط کاری (e)	۲	۱۷/۰۲	۸/۶۰	** ۲۴/۴۵
اشتباه اصلی E <sub>e</sub>	۴	۱/۴۱	۰/۳۵	-
تراکتور T	۱	۸/۲۷	۸/۲۷	** ۱۳۱/۷۲
اثر متقابل (tx e)	۲	۰/۳۳	۰/۱۷	n.s ۲/۶۶
اشتباه فرعی (E <sub>f</sub> )	۶	۰/۳۷	۰/۰۶	

\*\* اختلاف معنی دار با احتمال ۹۹٪

n.s عدم اختلاف معنی دار



نمودار ۱ - مقایسه حداقل مصرف سوخت ویژه مالبندی تراکتورها در سرعت مشخصه



نمودار ۲- مقایسه حداقل انرژی ویژه مالبندی تراکتورها در سرعت مشخصه موتور

جدول مزبور مشخص است در سطح احتمال ۱٪ خطا بین مقادیر مختلف درصد لغزش چرخهای محرک در سطوح مختلف نوع تراکتور اختلاف معنی داری وجود دارد و همچنین تأثیر محیط کاری بر درصد لغزش چرخهای محرک معنی دار بوده است.

اثر متقابل این دو فاکتور تأثیر معنی داری بر درصد لغزش چرخهای محرک ندارد. محیط کاری به احتمال ۹۹٪ بر درصد لغزش چرخهای محرک تأثیر گذار بوده و همچنین این دو تراکتور در رابطه با این صفت رفتار متفاوتی دارند.

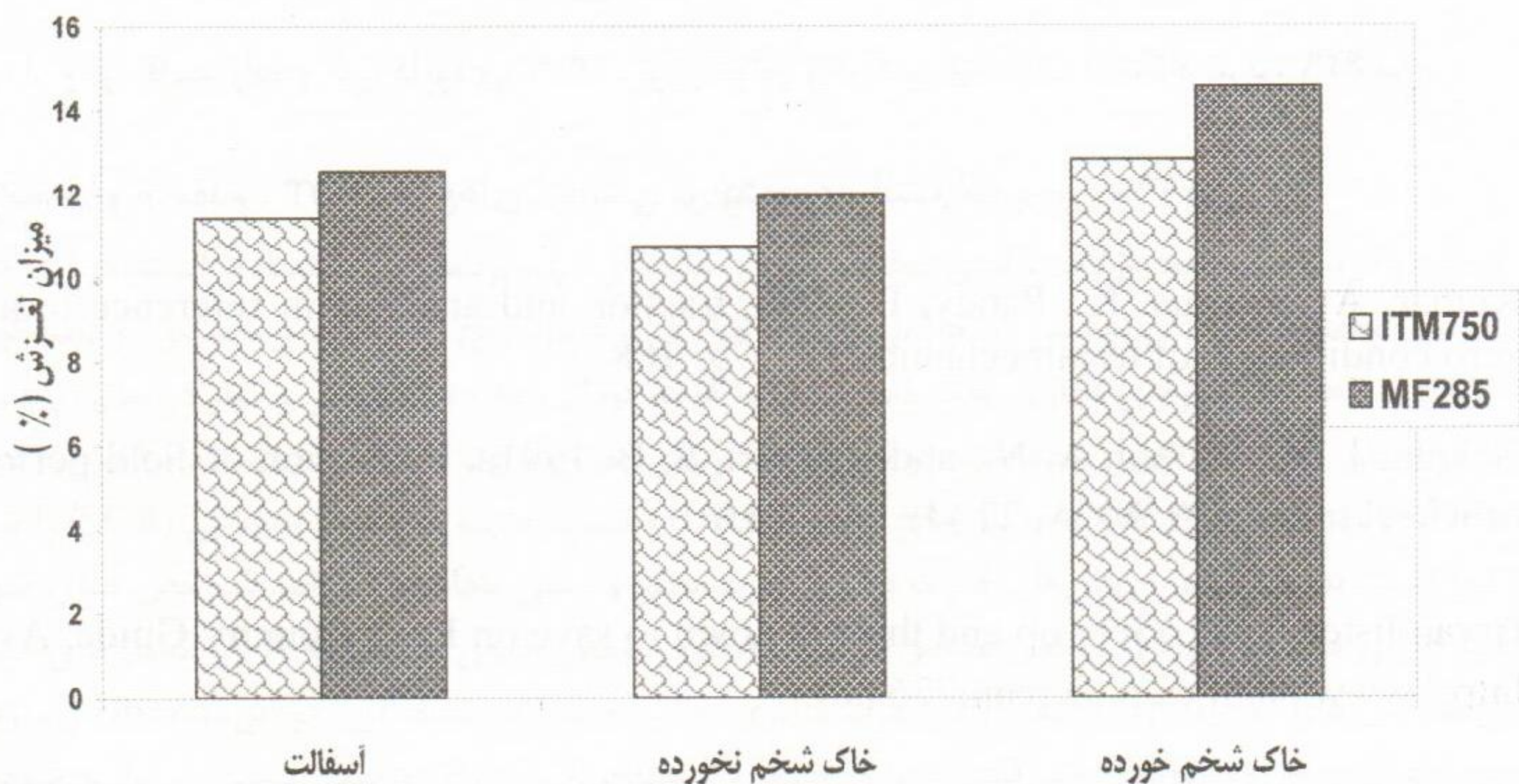
جهت مقایسه میانگینها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ خطا استفاده گردید. وجود اختلاف معنی دار در درصد لغزش چرخهای محرک در شرایط مختلف محیط کاری می تواند در اثر عوامل زیر باشد:

الف- وجود اختلاف در خصوصیات رفتاری این محیطها با چرخهای محرک تراکتورها مورد نظر (تراکتورها دارای وزن و عوامل ساختاری متفاوت بودند (۲۱)).

تیمارهای مختلف به گونه ای می باشد که تراکتور مسی فرگوسن با حداکثر انرژی ویژه مالبندی ۲/۳۶ کیلو وات ساعت بر لیتر بیشترین مقدار انرژی ویژه مالبندی در سطح آسفالت را دارد. عاملی شاید بتواند این امر را توجیه کند همان محدودیت های قید شده قبلی (اگر به دو سطح کاری آسفالت و شخم خورده توجه شود چون در سطح شخم خورده با محدودیت افزایش توان تراکتور بدلیل تجاوز از لغزش ۱۵ درصد روبرو می شدیم ولی در سطح آسفالت به این محدودیت دیرتر می رسیدیم لذا این باعث افزایش توان در سطح آسفالت می شد و پیامد آن باعث افزایش انرژی ویژه در این سطح می گردید) است.

۴- ارزیابی درصد لغزش چرخهای محرک در آزمون بارکشی (قابلیت کشش) در حداکثر توان مالبندی تراکتور و شرایط مختلف کاری (سطح کاری) و نوع تراکتور

جدول (۸) تجزیه واریانس مربوط به درصد لغزش چرخهای محرک در آزمون بارکشی در حداکثر توان مالبندی در سطوح مختلف محیط کاری و نوع تراکتور را نشان می دهد. چنانچه از



### نمودار ۳- مقایسه لغزش چرخ های تراکتور

بندی تراکتورها مخصوصاً از لحاظ وزنی باشد (زیرا با افزایش وزن بر روی چرخها، چرخها با خاک بهتر درگیر می‌شوند لذا ضریب درگیری بالا رفته در نتیجه درصد لغزش کاهش می‌یابد). در اینجا نیز بر طبق جدول (۷) این امر صادق است.

بر اساس دلایل قید شده تراکتور ITM با داشتن وزن بیشتری بر روی چرخهای محرک درصد لغزش کمتری داشت که نتایج این تحقیق نمودار (۳)، با نتایج بدست آمده توسط ویسمر و لات مطابقت دارد.

#### سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت، مدیر و شورای محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز که بخشی از هزینه های مربوط به این تحقیق را تأمین نموده تشکر و قدردانی می شود.

ب- متفاوت بودن ضریب درگیری چرخهای محرک تراکتورها در این محیطهای (ضریب درگیری چرخ در خاکهای نرم سست کمتر از خاک سخت و آسفالت است).

بر اساس دلایل قید شده درصد لغزش در این محیطها بیشتر است و واضح است که نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج سایر محققانی که در استدلال های آورده شد مطابقت دارد (همان طوری که در جدول (۷) وجود اختلاف معنی دار در درصد لغزش چرخ های محرک در این محیط نسبت به دو محیط دیگر «آسفالت و زمین شخم نخورده» آشکار است) (۵ و ۸).

علت وجود اختلاف معنی دار در مقادیر درصد لغزش چرخهای محرک در سطوح مختلف نوع تراکتور می‌تواند ناشی از وجود اختلاف در پیکر

#### منابع

۱. بی نام. کاتالوگ اطلاعات فنی تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵. انتشارات شرکت تراکتور سازی ایران.

۲. بی نام. کاتالوگ اطلاعات فنی تراکتور ای تی ام ۷۵۰. انتشارات شرکت تراکتور سازی ایران.
۳. رنجبر، ا. ح. ر. قاسم زاده و ش. داوودی. ۱۳۷۹. توان موتور و تراکتور. انتشارات دانشگاه تبریز. ۶۳۹ ص.
۴. ولی زاده، م. و م. مقدم. ۱۳۷۳. طرح‌های آزمایشی در کشاورزی. انتشارات پریور. ۳۹۵ ص.
5. Kumar, A., Sharma, K., Pandey, P. 1998, traction and analysis in reference to a unique zero condition, J. of terramechanics 35: 179- 188.
6. Baloch, J. M., Mirani, A. N., and Bukhari, S. B. 1991a, Prediction of field performance of wheel tractors A. M. A. 22 (4): 21 – 24.
7. Bryan lister, 1985, Gear up and throttle down to save on Fuel. Country Guide, Available: <http://www.pami.ca/pdfs/pami726.pdf>.
8. CJenane, L. Bashford, L., and Monroe, G. 1996, Reduction of fuel consumption through Improved tractive, J. of Agric. Eng. Res., PP: 131-138.
9. vechinski, C. R., Johnson, C. E., and Raper, R. L., 1998, evaluation of an empirical traction equation for forestry tires, J. of terramechanics, 35: 55- 97.
10. Smith, D. W., Sims, B. G., and Oneill, D. H. 1994, TESTING and evaluation of agricultural machinery and equipment, FAO, agricultural service bulletin, M-05, ISB, 92(5)103458-3.
11. Liljedahi, J. B., Carleton, W. M. Turnquist, P. K., and Smith, W. 1989, Tractors and their power Units, 4th (ed) John Wiley & sons, New York USA. 463 p.
12. OECD standard, (2001)267, CODE 2 OECD Restricted standards for the official testing of agricultural and forestry performance, 17 December 2001, available: <http://www.oecd.org/code/tractors/>.
13. Randy T. M., and schrock, K. W. 1991, getting the most from your tractor farm machinery and equipment, department of agriculture engineering, Kansas state university, MF588.

## Evaluation and Comparison of Drawbar Specific Fuel Consumption and Specific Drawbar Energy of Two Type Tractors Having Same Power Rating

M. Ghasemi Nejad,<sup>1</sup> M. J. Shaykh Davoodi<sup>2</sup> and M. Almasi<sup>3</sup>

### Abstract

This study was conducted in order to evaluate and compare specific fuel consumption and specific drawbar energy for two similar powers rating tractors but having different structural features (MF285 and ITM750). Measurements were carried out at actual field condition using standard Nebraska and OECD test cods. A split plot design was used based on complete randomized block. Tests were performed on three different working surfaces (concrete, unplowed and plowed surface). Significant difference was found regarding the effect of different surface on both specific fuel consumption and specific drawbar energy on each and between two tractors. Results also showed that two tractors had less specific fuel consumption and higher specific drawbar energy on concrete surface and unplowed soil as compared to plowed soil. Results obtained for slip test showed that slip rate in ITM750 was less than MF285 tractor. In overall MF285 had less specific fuel consumption and higher specific drawbar energy than those rating to ITM750 tractor.

**Keywords:** *Tractor, Specific fuel consumption, Specific energy, Test*

---

1-Former MSc. student and Instructor of Farm Machinery, Agricultural Engineering and Rural Development Ramin, College of Agricultural and Natural Resources, Mollasani, Ahwaz, Iran (ghasemi\_s7@yahoo.com).

2- Assistant Professor of Farm Machinery, College of Agricultural Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.

3- Professor of Farm Machinery, College of Agricultural, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.