



## عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در تولید گندم، استان گلستان

نصیبه رضوان طلب<sup>1\*</sup>، افشین سلطانی<sup>2</sup>، ابراهیم زینلی<sup>3</sup>، رضا دیلم صالحی<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> دانش آموخته دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

<sup>2</sup> استاد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

<sup>3</sup> دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

<sup>4</sup> کارشناس ارشد بهینه سازی انرژی شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران، منطقه گلستان.  
تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

### چکیده

به منظور بررسی برخی عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در عملیات زراعی تولید گندم در استان گلستان، تعداد 140 مزرعه از 13 شهرستان استان به صورت نمونه گیری سیستماتیک-تصادفی انتخاب شدند. تأثیر تناوب زراعی، شهرستان، توان تراکتور، عملکرد دانه و مساحت زمین بر مصرف سوخت مورد بررسی قرار گرفت. کاشت گندم پس از محصول برنج بیشینه ( $71 \pm 0/20$  لیتر در هکتار) و پس از آیش ( $44 \pm 0/13$  لیتر در هکتار) کمینه مصرف سوخت را برای آماده سازی زمین به همراه داشت. مجموع سوخت مصرفی در شهرستان های مختلف برای کلیه عملیات تولید، تفاوت معنی داری را نشان نداد. گرچه به نظر می رسد تمرکز بر کاهش مصرف سوخت در عملیات آماده سازی زمین می تواند مصرف سوخت کل را در شهرستان های پر مصرف تا 17 درصد کاهش دهد. کاربرد تراکتورهایی با توان بیشتر ضمن کاهش مدت زمان و دفعات عملیات زراعی مانند آماده سازی زمین نقش مؤثری در کاهش مصرف سوخت دارد. همچنین با افزایش سطح کشت گندم مصرف سوخت در عملیات آماده سازی زمین، برداشت و مجموع عملیات زراعی کاهش یافت.

**واژه های کلیدی:** توان تراکتور، سوخت، گندم، عملیات زراعی.

\* نویسنده مسئول: [na\\_rezvan@yahoo.com](mailto:na_rezvan@yahoo.com)

## مقدمه

امروزه به دلیل افزایش جمعیت، ارزان بودن سوخت، افزایش سطح زندگی و انتظارات بشر، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش یافته است (کندی، 2001). با توجه به مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی در کشور و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن، خطرات زیادی محیط زیست و انسان را تهدید می‌کند. از این رو تمام تلاش‌ها بر این است که مصرف انرژی به ویژه سوخت‌های فسیلی در بخش کشاورزی کاهش یابد (رجبی و همکاران، 1390). غلات از عوامل کلیدی زنجیره غذایی انسان است که در دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی ایران کشت می‌شود. ایران دوازدهمین تولیدکننده غلات جهان با عملکرد 13/8 میلیون تن می‌باشد (فائو، 2014). سطح زیر کشت گندم دیم و آبی در استان گلستان به ترتیب بیش از 226979 و 172187 هکتار می‌باشد. همچنین میانگین عملکرد گندم آبی 3671 و گندم دیم 1286 کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (آمارنامه کشاورزی، 1394). بنابراین مطالعه مصرف سوخت و عوامل مؤثر بر میزان مصرف آن در استان گلستان می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش مصرف آن داشته باشد. صفا و همکاران (2010) به بررسی برخی عوامل مؤثر بر مصرف سوخت گندم در نیوزلند پرداختند. ایشان مصرف سوخت را برای تولید هر هکتار گندم آبی و دیم به ترتیب 64/9 و 66 لیتر تخمین زدند و دریافتند که کاربرد گاوآهن برگردان‌دار در افزایش مصرف سوخت برای خاک-ورزی مؤثر است. از این رو استفاده از ادواتی مانند کولتیواتور را پیشنهاد کردند. از طرفی تلفیق و ترکیب ادوات مختلف برای انجام چند عملیات زراعی باهم، افزایش سطح آگاهی کشاورزان و نیاز آنان به دانستن روش‌های کاهش مصرف سوخت به دلیل افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی را نیز از عوامل تأثیرگذار بر کاهش مصرف سوخت فسیلی دانستند. عالی‌مقام و همکاران (1392) یکی از راه‌های کاهش مصرف سوخت را در تولید سویا در شهرستان گرگان، استفاده از ادواتی با عرض کار بیشتر به منظور کاهش مسافت طی شده و در نهایت مصرف سوخت بیان کردند. ایشان یک پارچه‌سازی مزارع را نیز از روش‌های مؤثر برای کاهش مصرف سوخت اعلام نمودند. شاهین و همکاران (2008) نیز افزایش سطح زیر کشت از 0/10 به بیش از 5 هکتار را موجب کاهش 22 درصدی مصرف سوخت برای آماده-سازی زمین و افزایش 22 درصدی عملکرد دانه دانستند. همچنین برخی از محققان افزایش توان تراکتور و برخی دیگر استفاده از گیاهان تیره بقولات در تناوب را از روش‌های کاهش مصرف سوخت و انرژی در تولید گندم دانستند (خیریل و همکاران، 2004 و راتکه و داینپروک، 2006). البته بسیاری از محققان مطالعات خود را بر میزان مصرف سوخت، انرژی و تعیین شاخص‌های آن در تولید محصولات زراعی، باغی و گلخانه‌ای متمرکز ساخته‌اند. این در حالی است که رابطه میزان مصرف سوخت، با برخی از عوامل مؤثر بر آن در عملیات مختلف تولید شامل آماده‌سازی زمین، کاشت،

کوددهی، حفاظت گیاهی، آبیاری و برداشت کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با بررسی عوامل مؤثر بر مصرف سوخت می‌توان نقاط قوت برای کاهش مصرف سوخت در اراضی زیر کشت گندم را مشخص و مطالعات بیشتری را بر مبنای نتایج حاصله پی‌ریزی نمود. بنابراین در تحقیق حاضر سعی بر آن است تاثیر عوامل مختلف بر میزان مصرف سوخت در تولید گندم در استان گلستان مورد بررسی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه در استان گلستان واقع در شمال ایران که دارای اقلیم مدیترانه‌ای است، انجام شد. در دهه اخیر میانگین بارش و دمای هوا به ترتیب 442 میلی‌متر و 18 درجه سانتیگراد بوده است. خاک این منطقه عمدتاً سیلت‌لوم و اسیدیته آن برابر با 7/10-7/90 می باشد (محمدی و همکاران، 2014)

داده‌ها از 140 مزرعه جمع‌آوری شدند. انتخاب مزارع به صورت نمونه‌گیری سیستماتیک-تصادفی در نظر گرفته شد، بدین صورت که تعداد نمونه‌ها براساس اهمیت و سطح زیر کشت در هر شهرستان مشخص شده و سپس این تعداد مزرعه در هر شهرستان به صورت تصادفی انتخاب گردید. یادداشت-برداری در شهرستان‌های گرگان، علی‌آباد، خان‌ببین، رامیان، آزادشهر، گالیکش، مینودشت، کلالة، مراوه تپه، بندرترکمن، بندرگز و کردکوی صورت پذیرفت. عملیات تولید گندم به گروه‌های مختلف شامل آماده‌سازی زمین، کاشت، کوددهی، حفاظت گیاهی، آبیاری و برداشت تقسیم شد. اطلاعات مرتبط با مصرف سوخت از طریق ارزیابی در عرصه زمین‌های کشاورزی از تولیدکنندگان گندم صورت گرفت. برای تأیید نهایی اطلاعات به‌دست آمده پرسش‌هایی نیز مبنی بر مصرف سوخت از رانندگان حرفه‌ای، سازندگان و تعمیرکاران ماشین‌آلات و ادوات انجام گرفت.

کشت گندم در استان گلستان به دو صورت دیم و آبی و از اوایل ماه آذر آغاز می‌گردد. از 140 مزرعه مورد مطالعه 60 مزرعه به صورت آبی و 80 مزرعه به صورت دیم کشت گندم را انجام دادند. عمده‌ترین محصولاتی که در تناوب با گندم کشت می‌گردند شامل سویا و برنج بود که بیشترین سطح زیرکشت قبل از کشت گندم به محصول سویا با 60 درصد اختصاص داشت. آیش گذاشتن زمین 23 درصد، کشت برنج قبل از گندم 15 درصد بود و 2 درصد نیز به کشت بادام زمینی و ذرت اختصاص یافت بود. کشاورزان از تراکتورهای مختلفی برای انجام عملیات زراعی تولید گندم استفاده کردند. این تراکتورها شامل رومانی با 65 اسب بخار، فرگوسن 285 با 75 اسب بخار، فرگوسن 399 با 110 اسب بخار، جاندیر 3140 با 120 اسب بخار، نیوهلند TM155 با 110 اسب بخار، والتر T171 با 184 اسب بخار و ولوو 470 با 45 اسب بخار بودند.

همچنین برای آسان‌تر شدن مقایسه‌های مصرف سوخت در شهرستان‌های مختلف، شهرستان‌های استان را به 6 گروه مشابه تقسیم‌بندی نموده و مقایسه در این 7 گروه صورت پذیرفت. این مقایسه‌ها بر اساس مشابهت‌های اقلیمی و نوع نظام تولید مشترک به دلیل نزدیکی شهرها به یکدیگر انجام شد. این 6 گروه شامل شهرستان‌های علی‌آباد و خان‌ببین، گرگان، کردکوی و بندرگز، گالیکش و مینودشت، رامیان و آزادشهر، کلالة و مراوه‌تپه، و آق‌قلا و بندرترکمن می‌باشد. داده‌های به‌دست آمده با نرم افزار SAS (2007) تجزیه و تحلیل و نمودارهای مربوطه با صفحه‌گسترده Excel ترسیم شدند. به منظور انجام مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### تناوب زراعی

کاشت گندم پس از محصول برنج بیشینه ( $71 \pm 0/20$  لیتر در هکتار) و پس از آیش ( $44 \pm 0/13$  لیتر در هکتار) کمینه مصرف سوخت را برای آماده‌سازی زمین به همراه داشت (شکل 1). مصرف سوخت برای کشت گندم پس از سویا نیز از برابر با  $53 \pm 0/04$  لیتر در هکتار بود. گرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در مصرف سوخت برای آماده‌سازی زمین پس از کشت سویا و آیش به دست نیامد (جدول 1). نتایج نشان داد که کشاورزانی که محصول خود را پس از برنج کشت کرده بودند، به مدت  $6/31 \pm 0/23$  ساعت در هر هکتار از ماشین‌آلات برای خاک‌ورزی اولیه و ثانویه استفاده کردند که این میزان در کشت گندم پس از سویا و آیش به ترتیب  $4/74 \pm 0/13$  و  $4/34 \pm 0/22$  ساعت در هکتار به دست آمد. نوع کشت این محصول را می‌توان از دلایل افزایش مصرف سوخت آماده‌سازی زمین پس از محصول برنج دانست، زیرا پس از پایان برداشت برنج، ساختمان خاک بسیار سفت و محکم می‌شود، از این‌رو حرکت ادوات و ماشین‌آلات در آن کند شده و ماشین‌آلات قادر به شکستن لایه‌های سخت زیرین خاک نبوده که این مسئله می‌تواند مدت زمان انجام عملیات و مصرف سوخت را افزایش دهد. با بررسی مزارعی که کمتر از 5 ساعت در هکتار برای آماده‌سازی زمین پس از کشت برنج از ماشین‌آلات استفاده کرده‌اند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که این مزارع به دلیل استفاده از تراکتورهایی با توان بیش از 100 اسب بخار و ادواتی با تعداد واحد و عرض کار بیشتر، مدت زمان استفاده از آن را کاهش داده‌اند. گرچه مصرف سوخت تراکتورهای با توان بالا بیش از تراکتورهای دیگر است ولی به دلیل کاهش مدت زمان انجام عملیات، مصرف سوخت کاهش می‌یابد. از طرفی از دفعات دیسک‌زنی نیز در این‌گونه مزارع تا 50 درصد کاسته می‌شود. از این‌رو خیریللا و همکاران (2004) دریافتند که در دیسک زن با افزایش توان تراکتور، برای شخم با گاوآهن برگردان‌دار و خاک‌ورزی ثانویه به ترتیب 25 و 29 درصد در مصرف سوخت صرفه‌جویی شد.

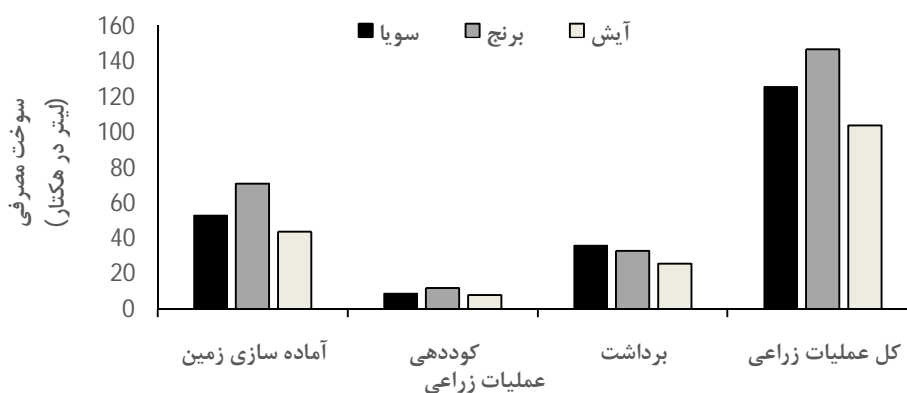
مصرف سوخت در عملیات کاشت، حفاظت گیاهی و آبیاری پس از آیش، کشت سویا و برنج از تفاوت آماری معنی‌داری برخوردار نبود (جدول 1). کشت گندم پس از برنج از بیشینه مصرف سوخت برای کوددهی برخوردار بود و با کشت گندم پس از آیش تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل 1). کشت گندم پس از سویا موجب کاهش مصرف سوخت کوددهی تا 40 درصد شد به طوری که در 65 درصد از مزارع تولید گندم پس از کشت سویا از هیچ گونه کود پایه استفاده نشد و میانگین تعداد سرک پاشی نیز 1/4 دفعه در هر هکتار بود. راتکه و داینپروک (2006) گزارش کردند که استفاده از یک گیاه لگوم (مانند سویا) در تناوب زراعی موجب کاهش مصرف کودهای حاوی نیتروژن می‌گردد و می‌تواند بر کاهش میزان انرژی ناشی از کودهای نیتروژنه مؤثر باشد. گرچه استفاده از بازدارنده‌های نیتروفیکاسیون و تجزیه اوره، مدیریت صحیح آبیاری و انجام آن در زمان مناسب همراه با مصرف کودهای شیمیایی، نمونه‌گیری خاک پیش از کشت و تعیین دقیق نیاز گیاه و اصلاح و انتخاب گیاهانی با نیاز کودی کمتر می‌تواند در کاهش مصرف کودهای شیمیایی به ویژه کود نیتروژنه مؤثر باشد (پیمنتال و پیمنتال، 2008؛ نمک و همکاران، 2008؛ احمدی و آقاجانی، 1391).

به دلیل افزایش عملکرد در کشت گندم پس از سویا و برنج مصرف سوخت برای برداشت محصول نسبت به کشت گندم پس از آیش افزایش یافت (شکل 1). کشاورزانی که مزارع خود را اغلب آیش می‌گذارند، دارای زمین‌های زراعی با بازدهی پایین هستند. این مزارع اغلب در شهرستان آق‌قلا و بندرترکمن قرار دارند که عمدتاً دارای خاک‌هایی با EC بالا می‌باشند و فقط کشت گندم و جو در آنها صورت می‌گیرد، بنابراین عملکرد محصول در این نوع مزارع پایین است.

در نهایت برای تولید هر هکتار گندم پس از آیش، سویا و برنج به ترتیب  $104 \pm 0/18$ ،  $126 \pm 0/25$  و  $147 \pm 0/27$  لیتر در هکتار سوخت مصرف شد (شکل 1). از آنجایی که 44 درصد از کل سوخت مصرفی در تولید گندم برای عملیات آماده‌سازی زمین استفاده می‌شود، بنابراین تلاش برای کاهش مصرف سوخت در این عملیات دارای اهمیت است. مصرف سوخت برای کوددهی فقط دو درصد از مجموع کل سوخت مصرفی را در بر می‌گیرد از این‌رو با بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی می‌توان در هر هکتار فقط به میزان یک لیتر مصرف سوخت را کاهش داد.

جدول 1- تجزیه واریانس اثر نوع محصول پیشین بر مصرف سوخت در عملیات مختلف تولید گندم در استان گلستان.

| منبع تغییر          | درجه آزادی | آماده سازی زمین | کاشت                | کوددهی | حفاظت گیاهی         | آبیاری                | برداشت    | کل عملیات زراعی |
|---------------------|------------|-----------------|---------------------|--------|---------------------|-----------------------|-----------|-----------------|
| تناوب زراعی         | 2          | 4829/31**       | 92/45 <sup>ns</sup> | 18/94* | 93/17 <sup>ns</sup> | 1547/39 <sup>ns</sup> | 1008/35** | 12744/92**      |
| خطا                 | -          | 311/12          | 40/81               | 5/93   | 94/56               | 580/42                | 39/90     | 1086/40         |
| ضریب تغییرات (درصد) | -          | 32/78           | 38/00               | 33/22  | 52/15               | 45/07                 | 19/07     | 26/48           |



شکل 1 - نمودار مصرف سوخت در انجام عملیات مختلف در تولید گندم پس از آیش و کشت سوینا و برنج.

### شهرستان

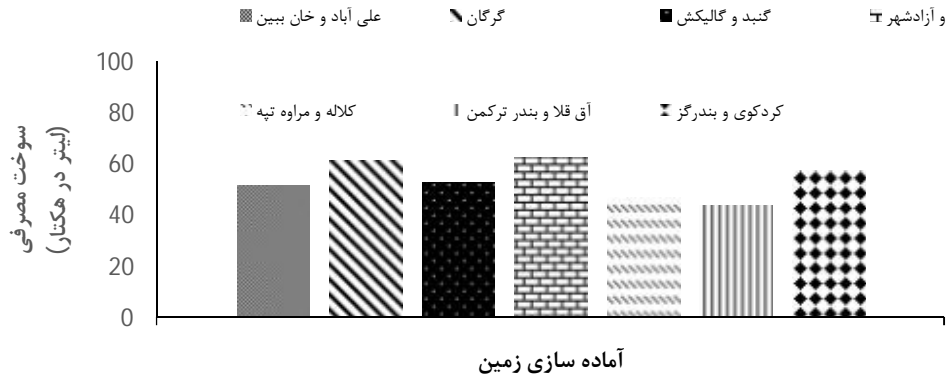
شهرستان‌های رامیان و آزادشهر بیشترین مصرف سوخت ( $63/33 \pm 0/09$  لیتر در هکتار) برای آماده سازی زمین را داشتند (شکل 2) که با سایر شهرستان‌ها به جز آق قلا و بندرترکمن و کلاله و مراوه تپه تفاوت معنی داری نداشتند (جدول 2). بر اساس مشاهدات، 45 درصد از کشاورزان شهرستان‌های آق قلا و بندرترکمن و 20 درصد از کشاورزان شهرستان‌های کلاله و مراوه تپه از کولتیواتور و گاواهن قلمی برای آماده سازی اولیه زمین استفاده کردند که این امر موجب کاهش 46 درصدی مصرف سوخت برای آماده سازی زمین گردید. همچنین تعداد دفعات دیسک زنی نیز در این شهرستان‌ها نسبت به دیگر شهرستان‌ها کمتر بود. روزبه و همکاران (2002) در بررسی مصرف سوخت برای آماده سازی زمین در تولید ذرت علوفه‌ای دریافتند که با استفاده از گاواهن قلمی نسبت به گاواهن برگردان دار می توان 1/1 ساعت از مدت زمان عملیات آماده سازی و 6 لیتر در هکتار از مصرف سوخت کاست. همچنین آنان بیان داشتند که کاربرد انواع دیسک و تسطیح کننده‌ها پس از کاربرد گاواهن قلمی نسبت به گاواهن

عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در تولید گندم، استان گلستان

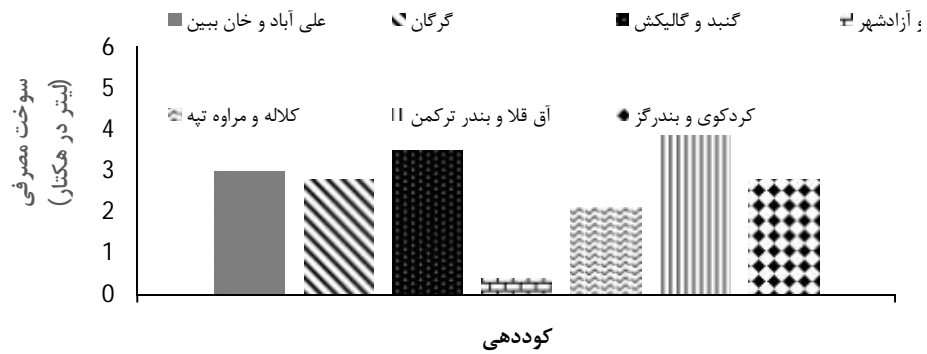
برگردان دار از مصرف سوخت کمتری برخوردار است و این امر را می‌توان به وجود کلوخ‌های کوچکتر در بستر کاشت پس از شخم، بهم‌خوردگی کمتر خاک و هموارتر بودن سطح زمین پیش از عملیات تسطیح نسبت داد. سرعت انجام دیسک‌زنی بعد از گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان‌دار نیز افزایش نشان داد که در نهایت بر کاهش مصرف سوخت در آماده‌سازی زمین مؤثر بود. در عملیات کوددهی، شهرستان‌های رامیان و آزادشهر کمینه مصرف سوخت ( $0/01 \pm 0/4$  لیتر در هکتار) را داشتند (شکل 3) که با دیگر شهرستان‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر آماری را نشان داد (جدول 2). یکی از دلایل این مسئله تمایل کشاورزان به استفاده از روش دست‌پاش به جای کاربرد ماشین‌آلات و ادوات در کوددهی است به طوری که 70 درصد از تولیدکنندگان گندم در این منطقه به روش دست‌پاش مزارع خود را کودپاشی نمودند. هرچند که مصرف کود اوره در این شهرستان‌ها 30 درصد بیش از دیگر شهرستان‌ها مشاهده شد. عملکرد دانه و گاه از رابطه مثبت و معنی‌داری با مصرف سوخت برای برداشت آن در شهرستان‌های مختلف برخوردار بود به طوری که شهرستان‌های آق‌قلا، بندرترکمن، کلاله و مراوه‌تپه به دلیل کاهش 32 درصدی عملکرد محصول گندم نسبت به سایر شهرستان‌ها، از مصرف سوخت کمتری برای برداشت محصول گندم برخوردار بودند که این مصرف سوخت اختلاف معنی‌داری با مصرف سوخت برداشت سایر شهرستان‌ها داشت (شکل 4). در نهایت مجموع سوخت مصرفی در شهرستان‌های مختلف برای کلیه عملیات تولید، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. گرچه به نظر می‌رسد تمرکز بر کاهش مصرف سوخت در عملیات آماده‌سازی زمین می‌تواند مصرف سوخت کل را در شهرستان‌های پر مصرف تا 17 درصد کاهش دهد.

جدول 2- تجزیه واریانس اثر شهرستان بر مصرف سوخت در عملیات مختلف تولید گندم

| منبع تغییر          | درجه آزادی | آماده سازی زمین | کاشت                | کوددهی  | حفاظت گیاهی         | آبیاری               | برداشت   | کل عملیات زراعی       |
|---------------------|------------|-----------------|---------------------|---------|---------------------|----------------------|----------|-----------------------|
| شهرستان             | 6          | 936/25*         | 78/14 <sup>ns</sup> | 17/25** | 66/98 <sup>ns</sup> | 740/20 <sup>ns</sup> | 310/55** | 2205/85 <sup>ns</sup> |
| خطا                 | -          | 350/45          | 41/17               | 5/53    | 95/14               | 583/15               | 41/75    | 1200/14               |
| ضریب تغییرات (درصد) | -          | 34/85           | 52/40               | 42/51   | 34/27               | 56/96                | 19/45    | 27/89                 |



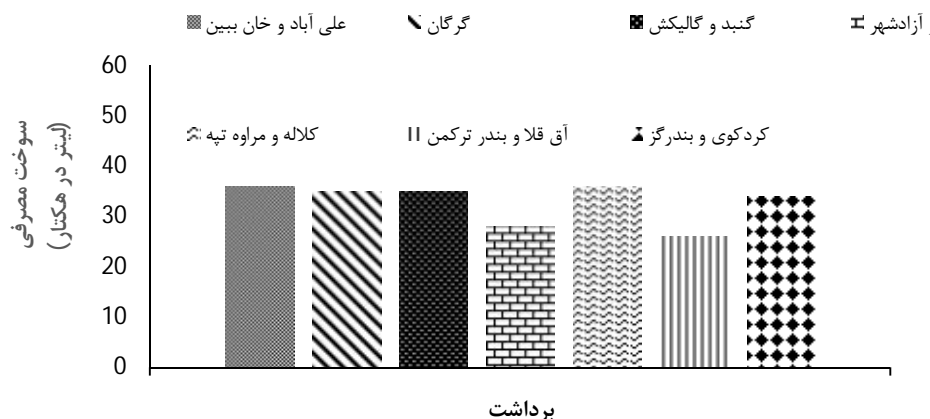
شکل 2 - نمودار مصرف سوخت در عملیات آماده سازی زمین در تولید گندم در شهرستان‌های استان گلستان



شکل 3 - نمودار مصرف سوخت در عملیات کوددهی در تولید گندم در شهرستان‌های استان گلستان



عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در تولید گندم، استان گلستان



شکل 4- نمودار مصرف سوخت در عملیات برداشت در تولید گندم در شهرستان‌های استان گلستان  
مساحت زمین

چنانچه در جدول سه مشاهده می‌شود، با افزایش مساحت زمین‌های زیر کشت گندم، مصرف سوخت برای آماده‌سازی زمین کاهش یافت به طوری که در یک هکتار زمین 56/68 لیتر سوخت در هکتار برای آماده‌سازی اولیه و ثانویه مصرف شد که این میزان در یک زمین 10 هکتاری به 55/69 لیتر در هکتار و در زمین یک‌پارچه با مساحت 100 هکتار به 45/79 لیتر در هکتار کاهش یافت (شکل 5- الف). شاهین و همکاران (2008) برای تولید گندم در اردبیل گزارش کردند که در زراعت گندم با افزایش سطح کشت از 0/10 هکتار به بیش از 5 هکتار، میزان مصرف سوخت در آماده‌سازی زمین تا 22 درصد کاهش پیدا کرد. از طرفی افزایش مساحت زمین موجب کاهش مصرف سوخت برای عملیات حفاظت گیاهی و آبیاری و افزایش مصرف سوخت برای عملیات کاشت و کوددهی گردید که از نظر آماری معنی‌دار نبود.

با افزایش مساحت زمین، مصرف سوخت برای عملیات برداشت کاهش یافت (جدول 3). شاهین و همکاران (2008) دریافتند که با افزایش مساحت زمین، عملکرد دانه 22 درصد افزایش و به تبع مصرف سوخت نیز افزایش می‌یابد. ولی در این مطالعه به دلیل این که اغلب زمین‌هایی با مساحت زیاد در شهرستان‌های آق قلا و گنبد قرار دارد و میانگین عملکرد دانه و کاه در این شهرستان‌ها 15 درصد کمتر از شهرستان‌های دیگر است، بنابراین همان‌طور که قبلاً ذکر گردید، مصرف سوخت نیز با کاهش عملکرد دانه و کاه کاهش یافت (شکل 5- ب). به بیان دیگر با افزایش مساحت زمین به دلیل قرار

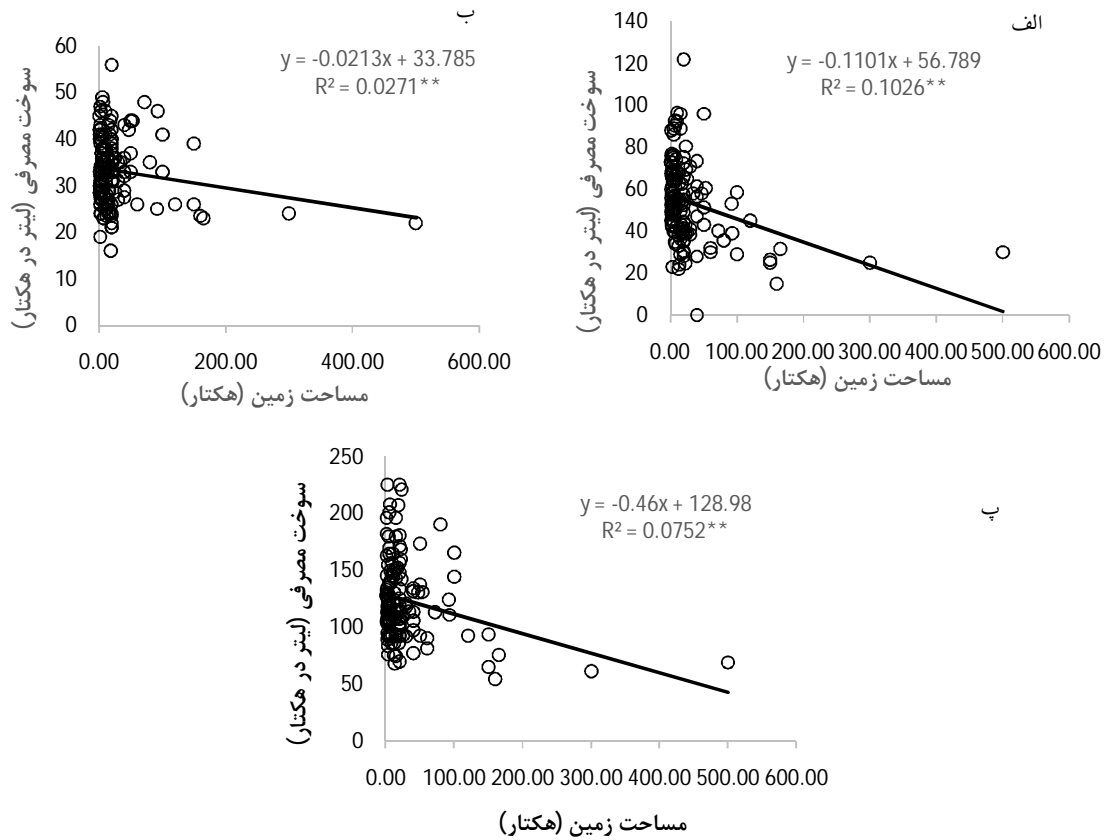
گرفتن در شهرستان‌هایی با بازده پایین، از عملکرد دانه و کاه کاسته شده و مصرف سوخت نیز به دلیل دارا بودن رابطه مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه و کاه کاهش می‌یابد. با افزایش سطح زیرکشت، مصرف سوخت کل برای مجموع عملیات زراعی کاهش یافت (شکل 5-پ). به طوری که در یک هکتار زمین 128/50 لیتر در هکتار برای مجموع عملیات زراعی سوخت مصرف شد که این میزان در یک زمین 10 هکتاری به 124/38 لیتر در هکتار و در زمین یک پارچه با مساحت 100 هکتار به 82/98 لیتر در هکتار کاهش یافت. این کاهش به دلیل کاهش مصرف سوخت در عملیات آماده‌سازی زمین می‌باشد. صفا و طباطبایی‌فر (2008) گزارش کردند که با افزایش مساحت از 2 هکتار به 10 هکتار مصرف سوخت تا 4 درصد در تولید گندم کاهش می‌یابد. این میزان برای مطالعه حاضر 3/5 درصد است.

جدول 3. روابط رگرسیون مصرف سوخت (Y) و مساحت زمین (X) در عملیات مختلف زراعی در تولید گندم در استان گلستان.

| CV    | RMSE  | R2                  | معادله رگرسیون         | میزان مصرف سوخت طی عملیات مختلف زراعی |
|-------|-------|---------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 34/30 | 18/42 | 0/10 <sup>**</sup>  | $Y = -0/11x + 56/79$   | آماده سازی                            |
| 43/00 | 6/54  | 0/005 <sup>ns</sup> | $Y = 0/008 x + 9/02$   | کاشت                                  |
| 35    | 2/06  | 0/003 <sup>ns</sup> | $Y = 0/002 x + 3/84$   | کوددهی                                |
| 51    | 9/61  | 0/02 <sup>ns</sup>  | $Y = -0/02 x + 15/00$  | حفاظت                                 |
| 45    | 24/31 | 0/005 <sup>ns</sup> | $Y = -0/03 x + 16/45$  | آبیاری                                |
| 21/8  | 7/22  | 0/02 <sup>**</sup>  | $Y = -0/02 x + 33/79$  | برداشت                                |
| 27/40 | 34/03 | 0/07 <sup>**</sup>  | $Y = -0/46 x + 128/98$ | کل                                    |

R2 = ضریب تبیین، RMS = میانگین مربعات جذر ریشه، CV = ضریب تغییرات

عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در تولید گندم، استان گلستان



شکل 5- رابطه بین مقدار مصرف سوخت برای انجام عملیات آماده سازی زمین (الف)، برداشت (ب) و مجموع عملیات زراعی (پ) با مساحت زمین (هکتار) در کشت گندم در استان گلستان.

### عملکرد دانه

همان طور که در جدول چهار مشاهده می شود عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی داری با سوخت مصرفی برای عملیات زراعی آماده سازی زمین، برداشت و کل عملیات زراعی نشان داد. این در حالی بود که

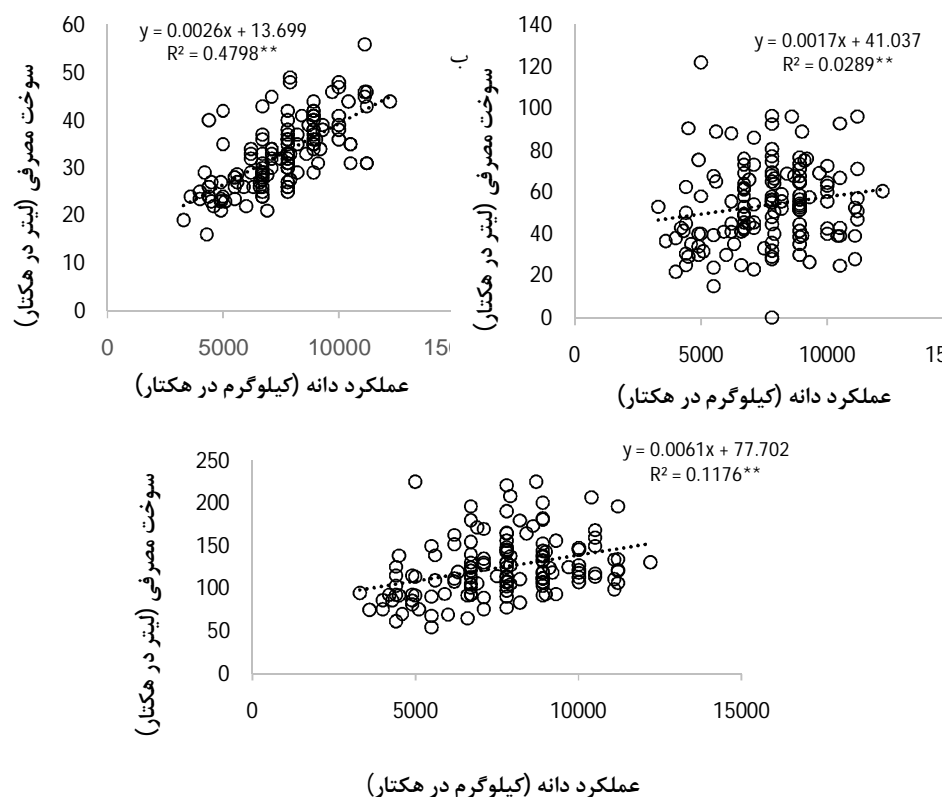
مصرف سوخت در بخش کاشت، کوددهی، آبیاری و حفاظت گیاهی از رابطه معنی‌داری با عملکرد دانه برخوردار نبود (شکل 6- الف). همان‌طور که در بخش‌های پیشین اشاره شد از یک سو کاربرد ماشین-آلات با توان بیشتر و همچنین ادواتی با عمق نفوذ و عرض کار بیشتر و از طرف دیگر ادواتی مانند کولتیواتور و گاوآهن قلمی برای خاک‌ورزی اولیه زمین موجب کاهش مصرف سوخت در عملیات آماده-سازی زمین می‌گردند، ولی بر اساس جدول چهار، اجرای چنین تمهیداتی به دلیل کاهش مصرف سوخت برای آماده‌سازی زمین موجب کاهش عملکرد دانه و گاه می‌گردد، بنابراین انجام هر گونه شیوه‌مدیریتی برای آماده‌سازی زمین باید بر عملکرد دانه و گاه نیز ارزیابی گردد. همچنین رابطه مصرف سوخت در عملیات برداشت با عملکرد دانه نیز مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد (شکل 6- ب). یکی از دلایل آن کاهش سرعت کمباین در برداشت گندم مزارعی است که از عملکرد بالاتری برخوردارند، بنابراین مصرف سوخت با افزایش زمان برداشت افزایش نشان خواهد داد. رابطه سوخت کل نیز با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار ارزیابی شد به‌طوری‌که با کاهش مصرف سوخت کل، عملکرد دانه نیز کاهش یافت (شکل 6- پ). بنابراین هر گونه کاهش در مصرف سوخت کل و به ویژه سوخت مصرفی برای آماده‌سازی زمین باید بر عملکرد دانه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

جدول 4. روابط رگرسیون مصرف سوخت (Y) و عملکرد دانه (X) در عملیات مختلف زراعی در تولید گندم در استان گلستان.

| CV    | RMSE  | R <sup>2</sup>     | معادله رگرسیون    | میزان مصرف سوخت طی عملیات مختلف زراعی |
|-------|-------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 35/68 | 19/17 | 0/03*              | Y=0/002x+ 41/03   | آماده سازی                            |
| 37/60 | 6/47  | 0/03 <sup>NS</sup> | Y =0/000 x + 5/20 | کاشت                                  |
| 42/88 | 2/46  | 0/00 <sup>NS</sup> | Y =0/000 x + 2/87 | کوددهی                                |
| 45/68 | 9/70  | 0/05 <sup>NS</sup> | Y =0/000 x +16/58 | حفاظت                                 |
| 48/21 | 24/99 | 0/00 <sup>NS</sup> | Y =0/001 x +46/41 | آبیاری                                |
| 15/95 | 0/47  | 0/22**             | Y =0/002 x +13/69 | برداشت                                |
| 26/76 | 33/24 | 0/12**             | Y =0/006 x +77/70 | کل                                    |

R<sup>2</sup>= ضریب تبیین، RMS= میانگین مربعات جذر ریشه، CV= ضریب تغییرات

عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در تولید گندم، استان گلستان



شکل 6- رابطه بین مقدار مصرف سوخت برای انجام عملیات آماده‌سازی زمین (الف)، برداشت (ب) و مجموع عملیات زراعی (پ) با عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در کشت گندم در استان گلستان.

توان تراکتور همان‌طور که از نتایج مندرج در جدول پنج مشاهده می‌گردد با افزایش توان تراکتور بر حسب اسب بخار، میزان مصرف سوخت برای انجام شخم در هر هکتار از زمین‌های تحت کشت گندم در استان گلستان کاهش می‌یابد. برای عنوان نمونه چنانچه برای انجام شخم از تراکتور 75 اسب بخار به همراه گاوآهن برگردان‌دار استفاده گردد میزان مصرف سوخت برابر با 39 لیتر می‌باشد که این میزان با استفاده از تراکتور با توان 155 اسب بخار به 28 لیتر کاهش می‌یابد (شکل 7- الف). اگرچه با افزایش

توان اسب بخار تراکتور برای عملیات دیسک‌زنی، مصرف سوخت به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، اما مقدار آن کم است (شکل 7-ب). به‌عنوان مثال چنانچه از تراکتور با توان 75 اسب بخار برای انجام عملیات دیسک‌زنی استفاده شود مصرف سوخت برابر با 8 لیتر می‌گردد که این میزان با استفاده از تراکتور با توان 155 اسب بخار به 10 لیتر افزایش می‌یابد. اما آنچه که دارای اهمیت است این است که با استفاده از تراکتورهایی با توان بالا می‌توان از ادواتی همچون دیسک افست و تاندوم سنگین استفاده نمود. این ادوات دیسک‌زنی به دلیل عرض کار و عمق نفوذ بیشتر موجب می‌شوند تا تولیدکنندگان گندم در مقایسه با کاربست دیسک‌های تاندوم سبک که دارای عرض کار و عمق نفوذ کمتری هستند تعداد دفعات کمتری عملیات دیسک‌زنی را انجام دهند. در نهایت مصرف سوخت در هر هکتار برای مجموع عملیات دیسک‌زنی کاهش خواهد یافت. مصرف سوخت برای کاشت نیز با استفاده از تراکتورهایی با توان بالا افزایش یافت (شکل 7-پ). به‌عنوان مثال چنانچه از تراکتورهایی با توان 75 اسب بخار استفاده شود میزان مصرف سوخت کاشت 7/5 لیتر محاسبه می‌گردد که این میزان برای تراکتورهایی با توان 155 اسب بخار به 14/5 لیتر افزایش می‌یابد. یکی از دلایل این افزایش را می‌توان به استفاده از ادواتی مانند کمبینات با کاربرد تراکتورهایی با توان بالاتر از 100 اسب بخار دانست. برای تبیین بهتر نتایج حاصله در این بخش می‌توان سه شیوه برای مصرف سوخت در مجموع عملیات آماده-سازی زمین و کاشت بر اساس آنچه که کشاورزان برای کشت گندم انجام می‌دهند، تعریف نمود.

- 1- انجام یک شخم برگردان به همراه سه مرتبه دیسک‌زنی و کاشت توسط خطی‌کار با تراکتور 75 اسب بخار.
- 2- انجام یک شخم برگردان به همراه دو مرتبه دیسک‌زنی با تراکتور 155 اسب بخار و کاشت توسط خطی‌کار با تراکتور 75 اسب بخار.
- 3- انجام یک مرتبه دیسک‌زنی با تراکتور 155 اسب بخار به همراه کاشت توسط کمبینات با تراکتور 155 اسب بخار.

مصرف سوخت برای سه شیوه فوق به ترتیب برابر با 70/5، 55/5 و 25/5 لیتر در هکتار محاسبه شد. در شیوه‌های یک و دو از خاک‌ورزی کامل توسط گاوآهن برگردان‌دار استفاده شده بود ولی در شیوه سوم از کم خاک‌ورزی که فقط شامل دیسک‌زنی است، استفاده شد. از طرفی در شیوه دوم با وجود انجام خاک‌ورزی کامل توسط گاوآهن برگردان‌دار ولی به‌دلیل استفاده از تراکتور با توان بالا که قابلیت حمل ادوات شخم و دیسک با عرض کار و عمق نفوذ بالاتر را دارد و موجب کاهش زمان انجام شخم و کاهش تعداد دفعات دیسک‌زنی می‌گردد، مصرف سوخت تا 22 درصد کاهش یافت. عالی‌مقام و همکاران (1392) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مصرف سوخت در تولید گندم در

عوامل مؤثر بر مصرف سوخت در تولید گندم، استان گلستان

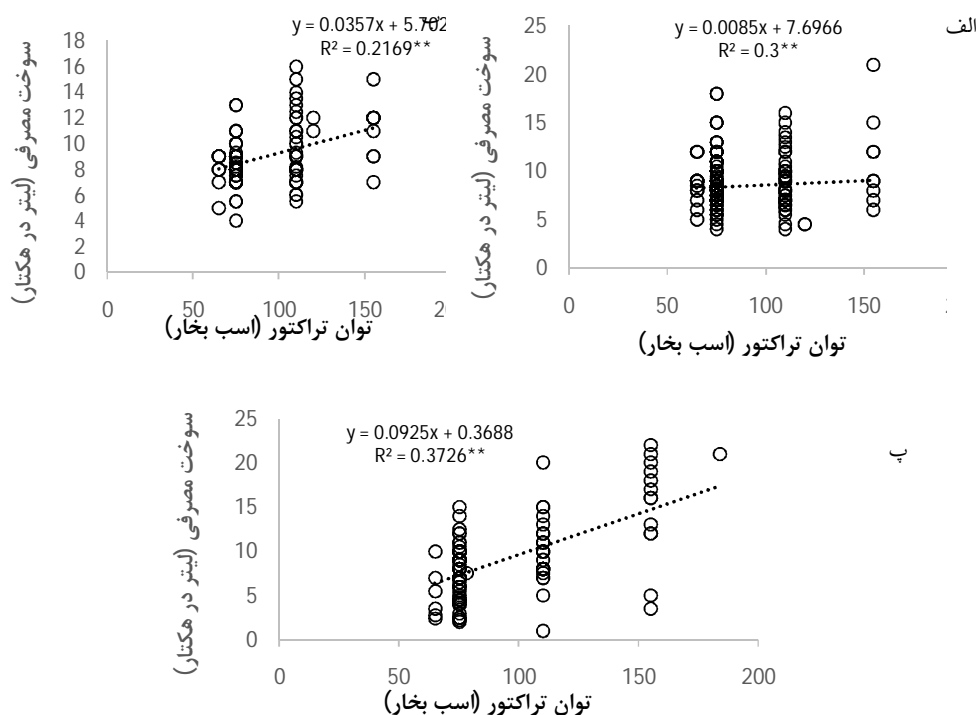
منطقه گرگان دریافتند که با استفاده از دیسک‌هایی با عرض کار بیشتر مصرف سوخت در هر بار عملیات تا 10 درصد کاهش یافت. از طرفی با کاهش دفعات عملیات نیز از مصرف سوخت کاسته می‌شود.

در شیوه سوم که در آنها از روش کم خاک‌ورزی استفاده شده بود با افزایش توان تراکتور از دفعات دیسک‌زنی کاسته شد و همچنین کشاورزان می‌توانستند از دستگاه کمبینات که دستگاهی ترکیبی برای انجام توأم آماده‌سازی زمین، کاشت و گاهاً کوددهی می‌باشد استفاده کنند. این مسأله مصرف سوخت را تا 71 درصد نسبت به شیوه کار اول و 54 درصد نسبت به شیوه کار دوم کاهش داد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که با تغییر سیستم آماده‌سازی زمین از خاک‌ورزی کامل با تراکتورهایی با توان اسب بخار کمتر به سمت عدم شخم‌زنی و استفاده از تراکتورهایی با توان بالاتر و همچنین استفاده از ادوات ترکیبی مانند کمبینات برای انجام توأم عملیات آماده‌سازی زمین و کاشت می‌توان مصرف سوخت را تا 71 درصد کاهش داد.

جدول 5. روابط رگرسیون مصرف سوخت (Y) و توان تراکتور (X) بر حسب اسب بخار در عملیات زراعی آماده‌سازی زمین و کاشت در تولید گندم در استان گلستان.

| CV    | RMSE  | R <sup>2</sup> | معادله رگرسیون      | عملیات زراعی |
|-------|-------|----------------|---------------------|--------------|
| 39/13 | 10/56 | 0/3**          | Y = -0/07 X + 33/58 | شخم زنی      |
| 21/81 | 1/47  | 0/23**         | Y = 0/003 X + 5/70  | دیسک زنی     |
| 39/62 | 3/56  | 0/37**         | Y = 0/09 X + 0/37   | کاشت         |

= ضریب تغییرات CV = میانگین مربعات جذر ریشه، RMS = ضریب تبیین، R<sup>2</sup>



شکل 7- رابطه بین مقدار مصرف سوخت برای انجام عملیات شخم‌زنی (الف)، دیسک‌زنی (ب) و کاشت (پ) با توان تراکتور بر حسب اسب بخار در کشت گندم در استان گلستان.

### توصیه ترویجی

یکی از راه‌های کاهش مصرف سوخت، استفاده از تراکتورهایی با توان بیش از 100 اسب بخار و ادواتی با تعداد واحد و عرض کار بیشتر است که مدت زمان عملیات خاک‌ورزی و به تبع مصرف سوخت را کاهش دهد. استفاده از کمبینات نیز برای کشت گندم، مصرف سوخت را در مجموع عملیات خاک‌ورزی و کاشت کاهش می‌دهد. یک پارچه‌سازی و تسطیح اراضی نیز در کاهش مصرف سوخت برای آماده‌سازی زمین، برداشت و مجموع عملیات زراعی در تولید گندم نقش به‌سزایی دارد. بنابراین چنانچه بر کاهش مصرف سوخت در عملیات آماده‌سازی زمین تمرکز شود، می‌توان تا حد قابل قبولی از مصرف سوخت کاست.



## تشکر و قدردانی

این مقاله با حمایت و پشتیبانی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران اجرا شده است. لذا از شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## منابع

1. رجبی، م.ح.، سلطانی، ا.، وحیدنیا، ب.، زینلی، ا.، سلطانی، ا. 1390. ارزیابی مصرف سوخت در مزارع تولید گندم در گرگان. مجله علوم محیطی. 9: 143-164.
2. احمدی، م.، آقاجانی، م. 1391. تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان به منظور ارائه راهکار جهت افزایش بهره‌وری منابع. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. 4: 151-158.
3. عالیمقام، م.، سلطانی، ا.، زینلی، ا. 1392. ارزیابی مصرف سوخت، انرژی و اثرات زیست محیطی تولید سویا در گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. 197 صفحه.
4. بی‌نام، آمارنامه کشاورزی، 1394. جلد اول: محصولات زراعی، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
5. احمدی، م.، آقاجانی، م. 1391. تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان به منظور ارائه راهکار جهت افزایش بهره‌وری منابع. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. 4: 151-158.
6. روزبه، م.، الماسی، م.، عباسی، ه. 1381. ارزیابی و مقایسه میزان انرژی مورد نیاز در روش‌های مختلف خاک‌ورزی ذرت. دوره 9. شماره 1. 128-117.
7. Kheiralla, A.F., Yahya, A., Zohadie, M., Ishak, W. 2004. Modelling of power and energy requirements for tillage implements operating in Serdang sandy clay loam, Malaysia. Soil & Tillage Research. 78: 21-34.
8. Rathke, G.W., Diepenbrock, W., 2006. Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. Europ. J. Agron. 24: 35-44.
9. Safa, M., Samarasinghe, S., Mohsen, M., 2010. Determination of fuel consumption and indirect factors affecting it in wheat production in Canterbury, New Zealand. Energy. 35: 5400-5405.

10. Mohammadi A, Rafiee S, Jafari A, Keyhani A, Mousavi-Avval S.H , Nonhebel S. 2014. Energy use efficiency and greenhouse gas emissions of farming systems in north Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 30: 724 – 733.
11. SAS Institute. 2008. SAS/STAT 9.2 User's guide the BOXPLOT procedure (Book Excerpt), in SAS/STAT 9.2 user's guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. P: 826-750.
12. Nemecek, T., von Richthofen, J.S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R., Pahl, H., 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop. *Europ. J. Agron*. 28: 380-393.
13. Pimental, D., Pimental M.H. 2008. *Food, energy and society*. Taylor & Francis.
14. Safa M., Tabatabaeerfar A., 2008. Fuel consumption in wheat production in irrigated and dry land farming. *World journal of agricultural science*. 4 (1): 86–90.
15. Shahin, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., Karimi, M. 2008. Effect of Farm Size on Energy Ratio for Wheat Production: A Case Study from Ardabil Province of Iran. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*. 3: 604-608.