

## ارزیابی و مقایسه میزان انرژی مورد نیاز در روشهای مختلف خاک ورزی ذرت

مجید روزبه<sup>۱</sup>، مرتضی الماسی<sup>۲</sup> و عباس همت<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات فارس (داراب)؛ <sup>۲</sup> دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز؛ <sup>۳</sup> دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان  
تاریخ دریافت: ۸۰/۲/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۰/۸/۲۷

### چکیده

به منظور ارزیابی میزان انرژی مصرفی در روشهای مختلف تهیه زمین ذرت، سه روش مختلف خاک ورزی بوسیله گاو آهن برگردان دار و یک روش خاک ورزی براساس گاو آهن قلمی با در نظر گرفتن رطوبتهای مختلف خاک در سال ۱۳۷۷ در منطقه داراب فارس با یکدیگر مقایسه شدند. این بررسی با استفاده از طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی شامل ۴ تیمار در ۵ تکرار اجرا گردید. سرعت پیشروی، زمان مصرفی، مقاومت کششی، نیازهای سوختی و میزان انرژی مالمندی در عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه به عنوان شاخص های عملکردی در هریک از روشها اندازه گیری شد. براساس نتایج حاصله، میزان رطوبت خاک در زمان عملیات خاک ورزی اولیه، تأثیر معنی داری بر روی شاخص های عملکردی ادوات می گذارد. بیشترین مقدار سوخت مصرفی، مقاومت کششی، توان مالمندی و انرژی مصرفی مالمندی مربوط به شرایطی بود که عملیات خاک ورزی اولیه بوسیله گاو آهن برگردان دار در رطوبت ۸/۶۵ درصد انجام شد و کمترین مقدار نیز مربوط به حالتی بود که این عملیات بوسیله گاو آهن قلمی و در رطوبت ۱۶ تا ۱۸ درصد صورت گرفت. مقایسه میانگین ها نشان داد که شاخص های عملکردی هرس بشقابی و لولر در تیمارهایی با رطوبت کمتر از ۱۰ درصد همواره بیشتر از محتوای رطوبتی ۱۶ تا ۱۸ درصد بود. همچنین نتایج حاصل از مقایسه چهار روش مختلف خاک ورزی تولید ذرت نشان داد که از نظر نیازهای سوختی، زمانی و انرژی مصرفی مالمندی اختلاف بسیار معنی داری بین روشها وجود دارد.

واژه های کلیدی: مقاومت کششی، انرژی مالمندی، توان مالمندی، سوخت مصرفی.



## مقدمه

امروزه در کشاورزی افزایش تولید بیشتر براساس مصرف بیش از حد نهاده ها در عملیات مختلف زراعی تحقق می یابد. در نظام های مختلف تولید کشاورزی افزایش بازده تولید فقط با مصرف مقادیر قابل توجهی از انرژی در ارتباط می باشد که بوسیله انسان در عملیات خاک ورزی، کاشت، داشت و برداشت مصرف می شود. براساس بررسی های بعمل آمده، عملیات خاک ورزی بعنوان بخشی از عملیات زراعی که به منظور آماده سازی خاک برای زراعت انجام می گیرد، در حدود ۶۰ درصد انرژی مصرفی در عملیات کشاورزی را به خود اختصاص می دهد(۱).

انرژی مصرفی در عملیات خاک ورزی، به عوامل مختلفی مانند نوع خاک و شرایط آن (رطوبت و بافت)، عمق خاک ورزی، سرعت عملیات و نحوه اتصال ادوات به تراکتور بستگی دارد(۹). افزایش شدت عملیات خاک ورزی، موجب کاهش مواد آلی خاک می شود، در صورتیکه کاهش شدت آن همراه با اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک می تواند موجب افزایش مواد آلی و دستیابی به یک توازن بهتر مواد آلی خاک گردد(۱۲). در ارزیابی میزان انرژی مصرفی در عملیات خاک ورزی لازم است که آمار و ارقام دقیقی از مقاومت کششی، سوخت مصرفی و توان مالبندی مورد نیاز هر یک از ادوات در اختیار داشته باشیم (۶). محتوای رطوبت خاک به عنوان یکی از عوامل مهم در افزایش یا کاهش مقاومت کششی و کیفیت شخم بشمار می رود. هر اندازه خاک خشکتر باشد به همان اندازه نیز قدرت بیشتری برای کشیدن ادوات خاک ورزی نیاز خواهد بود، در نتیجه فرسایش خاک افزایش می یابد (۱۱).

میشل و همکاران در یکسری آزمایش های مزرعه ای روش خاک ورزی با گاو آهن قلمی را با روش تهیه زمین بوسینه گاو آهن برگردان دار در تهیه بستر چغندر قند، لوبیا و ذرت از نظر نیازهای انرژی مقایسه کردند(۱۲). آنها سرعت پیشروی، لغزش چرخها، زمان مورد نیاز برای انجام عملیات، توان مالبندی، نیازهای سوختی و عملکرد را در هر کدام از عملیات زراعی در هر یک از روشها اندازه گیری نمودند. نتایج حاصل از آزمون ادوات نشان داد که میزان سوخت مصرفی جهت انجام عملیات خاک ورزی اولیه توسط گاو آهن قلمی، یک دوم مقدار سوخت مصرفی به هنگام استفاده از گاو آهن برگردان دار می باشد. انجام عملیات تسطیح بعد از گاو آهن قلمی به سوخت، انرژی و توان کمتری نسبت به گاو آهن برگردان دار نیاز داشته است. همچنین سرعت پیشروی تراکتور هنگام عملیات خاک ورزی ثانوی در تیمارهای مربوط به گاو آهن قلمی نسبت به گاو آهن برگردان دار افزایش نشان داده است. چاپلین و همکاران نیز یکسری آزمایش های مزرعه ای به منظور مقایسه انرژی مالبندی روشهای مختلف خاک ورزی انجام داده اند. که این روشها شامل شخم با گاو آهن برگردان دار و کاشت، شخم با گاو آهن قلمی و کاشت و بدون خاک ورزی و کاشت بوده است (۵). نتایج حاصل از آزمایش آنها نشان داد که روشهای بدون خاک ورزی و خاک ورزی اندک به ترتیب سبب کاهش انرژی مالبندی مورد نیاز به میزان ۸۴ و ۵۴ درصد می شود. در آزمایش دیگری، برین و همکاران گزارش کردند که متوسط انرژی ورودی در هر هکتار متناسب با شدت عملیات خاک ورزی می باشد(۳). زمانی که عملیات خاک ورزی کاهش می یابد بازده انرژی تمایل به افزایش نشان می دهد. به عبارت



دیگر، اگر عملیات مکانیکی کمتر و ظرفیت کاری ماشین بیشتر شود، بازده انرژی زیاده‌تر و مصرف سوخت کمتر خواهد بود و در نتیجه دی اکسید کربن کمتری وارد جو خواهد شد.

مطالعات هتر و همکاران در زمینه نیازهای انرژی سه روش خاک ورزی و چهار سطح کود ازته برای تولید محصول جو در تناوب با گندم نشان می‌دهد که بازده انرژی با افزایش میزان مصرف ازت بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۷). در آزمایش دیگری میزان انرژی مصرفی گاوآهن برگردان دار، گاوآهن بشقابی، گاوآهن قلمی و دیسک افست سنگین در عملیات خاک ورزی اندازه‌گیری شد. بررسیها نشان داد که گاوآهن قلمی و دیسک افست سنگین نسبت به گاوآهن برگردان دار به ترتیب ۳۳/۵ و ۵۱/۶ درصد انرژی کمتر، ۵۰/۶ و ۵۲/۶ درصد سوخت کمتر و ۵۰/۱ و ۴۸/۹ درصد زمان کمتر استفاده می‌کنند (۸).

در آزمایش دیگری که بوسیله باورز انجام شده است، پارامترهایی نظیر سرعت پیشروی، مقاومت کششی و مصرف سوخت به منظور برآورد احتیاجات انرژی و مقایسه کارایی گاوآهن برگردان دار، گاوآهن قلمی، دیسک افست و تاندم اندازه‌گیری شده است (۴). از نتایج وی چنین برمی‌آید که میزان سوخت مصرفی در کلیه آزمایش‌ها برای گاوآهن برگردان دار بیشتر از گاوآهن قلمی و دو نوع دیسک می‌باشد. همچنین دیسک زدن بعد از گاوآهن برگردان دار نیازمند سوخت بیشتری نسبت به عملیات دیسک زنی بعد از گاوآهن قلمی است. احتیاجات سوختی برای روش خاک ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان دار)، ۲۵/۸ تا ۴۵/۷ لیتر در هکتار و برای خاک ورزی اندک، ۱۷/۲ تا ۱۲۵/۳ لیتر در هکتار تعیین گردید.

از جمع بندی مطالب می‌توان نتیجه گرفت که

انتخاب صحیح ادوات کشاورزی، انجام عملیات خاک ورزی در رطوبت مناسب، بکارگیری روشهای خاک ورزی کمتر، از جمله عواملی هستند که می‌توانند علاوه بر کاهش میزان انرژی مصرفی سبب آلودگی کمتر محیط زیست گردند.

هدف از اجرای این تحقیق مقایسه سه روش خاک ورزی موجود در منطقه داراب بوسیله گاوآهن برگردان دار به عنوان روشهای مرسوم در رژیم‌های مختلف رطوبتی خاک با روش خاک ورزی بوسیله گاوآهن قلمی در تهیه بستر گیاه ذرت بود. برای انجام این مقایسه موارد زیر مورد ارزیابی قرار گرفت:

(۱) تعیین میزان انرژی مالبندی مورد نیاز عملیات خاک ورزی در هر یک از روشهای تهیه بستر محصول ذرت از طریق اندازه‌گیری مقاومت کششی، توان مالبندی و زمان مصرفی جهت انجام عملیات در هر یک از روشها.

(۲) اندازه‌گیری نیازهای سوختی برای عملیات خاک ورزی اولیه و ثانوی در هر یک از روشها.

### مواد و روشها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب واقع در ۲۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز واقع در منطقه بختاجرد در سال ۱۳۷۷ اجرا گردید. زمین مورد آزمایش در سال قبل به کشت گندم اختصاص داشت و کاه و باقیمانده حاصل از برداشت سوزانده شده بود. بافت خاک زمین مورد آزمایش لوم رسی بود که بطور متوسط ۲۵٪ شن، ۴۶٪ سیلت و ۲۹٪ رس داشت. قبل از شروع آزمایش، به منظور مقایسه هر چه دقیق‌تر روشهای تهیه بستر از نظر میزان انرژی مصرفی، تعداد ۱۰ مزرعه در هر روستا انتخاب و محتوای رطوبتی خاک مزارع در موقع عملیات تهیه زمین تعیین گردید. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که یکدسته از اراضی در محدوده رطوبتی ۱۶ تا





۱۸ درصد بوسیله گاواهن برگردان دار ششم می خورند و شخم دسته ای دیگر بدلیل فقدان ادوات، تراکتور، برداشت دیر هنگام گندم و در نتیجه عدم انجام به موقع کارها، در رطوبتی کمتر از ۱۰ تا ۱۲ درصد با همین روش انجام می گیرد. در این شرایط زارعین بدلیل کمتر بودن عمق شخم اولیه و ایجاد کلوخه های بزرگ، بطور مرسوم اقدام به شخم دوم می نمایند. این کشاورزان به منظور تهیه یک بستر مناسب به اجبار زمین خود را دو و گاهی تا سه مرتبه دیسک می زنند. براین اساس سه تیمار آماده سازی زمین ذرت بوسیله گاواهن برگردان دار سه عنوان سه روش مرسوم در منطقه و تیمار مربوط به تهیه بستر بوسیله گاواهن قلمی در رطوبت ۱۸-۱۶ درصد به عنوان یک روش پیشنهادی در کنار سایر روشها در قطعه زمین انتخاب شده، پیاده گردید. در قطعه زمین مورد نظر ۲۰ کرت (۴ تیمار و ۵ تکرار) تهیه گردید. طول و عرض کرتها ۱۰×۵۰ متر مربع و فاصله هر کرت از کرت مجاور ۳ متر پیش بینی گردید. تیمارهای طرح شامل روشهای مرسوم و روش پیشنهادی بصورت:

- ۱) شخم با گاواهن برگردان دار یکمرتبه و دیسک دومرتبه (روش اول)
  - ۲) شخم با گاواهن برگردان دار و دیسک هر کدام یکمرتبه (روش دوم)
  - ۳) شخم با گاواهن برگردان دار و دیسک هرکدام دو مرتبه (روش سوم)
  - ۴) شخم با گاواهن قلمی و دیسک هر کدام یکمرتبه (روش چهارم، روش پیشنهادی)
- شخم اولیه در تیمار اول، دوم و چهارم در محدوده رطوبتی ۱۶ تا ۱۸ و در تیمار سوم در رطوبت ۸/۷ درصد زده شد. عملیات دیسک زنی در تیمار سوم بعد از زدن شخم و برای تیمارهای اول، دوم و چهارم وقتی که رطوبت خاک به محدود ۱۳-۱۰ درصد رسید اجرا گردید. عملیات

ماله کشی یک مرتبه در کلیه تیمارها بصورت یکسان انجام شد. در این تحقیق از دو نوع تراکتور استفاده گردید. به هنگام اندازه گیری مقاومت کششی، تراکتور جانادیر ۳۱۴۰ به عنوان تراکتور کشنده و تراکتور مسی فرگرسن مدل ۳۹۹ به عنوان یدک در نظر گرفته شد. برای اندازه گیری سایر پارامترها از تراکتور مسی فرگرسن مدل ۳۹۹ استفاده شد. مشخصات ادوات مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

در هر یک از تیمارها مقاومت کششی، میزان مصرف سوخت، ظرفیت مؤثر مزرعه ای و توان مالدیدی در تعیین نیاز انرژی روشهای مختلف خاک ورزی مورد بررسی قرار گرفت.

**سوخت مصرفی:** به منظور اندازه گیری میزان سوخت مصرفی در هر بخش از عملیات تهیه زمین از روش توصیه شده براساس کدهای آزمایش ماشینهای کشاورزی (۱۴) معروف به "مخزن پر" استفاده گردید (۱۴). بدین ترتیب که بعد از اتمام کار هر مسیر در انتهای هر پلات، تراکتور حامل وسیله خاموش و توسط تراکتور دیگر به کنار مسیر قبلی انتقال داده شد. بعد از انجام عملیات در تمام مسیرها مخزن سوخت بوسیله یک استوانه مدرج یک لیتری دوباره پر شد و بدین ترتیب میزان سوخت مصرفی تعیین گردید.

**مقاومت کششی:** در این آزمایش برای اندازه گیری مقاومت کششی هر یک از ادوات خاک ورزی از روش دو تراکتوری استفاده شد. مقدار مقاومت کششی مسربوط به هر وسیله خاک ورزی با کم کردن مقادیر کششی با بار از کشش بدون بار در یک مسیر ۴۰ متری در هر کرت آزمایش مشخص گردید (۱۴).

**ظرفیت مزرعه ای مؤثر و سرعت پیشروی تراکتور:** بعد از اندازه گیری مقاومت کشش، از مسیر دوم به بعد در هر کرت آزمایشی برای هر

یک از ادوات، زمان مفید به منظور تعیین سرعت پیشروی و زمان کل توسط دو زمان سنج بطور جداگانه اندازه گیری شد. سپس با استفاده از روابط زیر مقادیر آنها محاسبه گردید:

$$F_{cc} = A/Tt$$

در این رابطه  $F_{cc}$  ظرفیت مزرعه ای مؤثر بر حسب هکتار در ساعت،  $A$  سطح کار شده بر حسب هکتار،  $Tt$  زمان کل مصرف شده بر حسب ساعت.

سرعت پیشروی از رابطه  $S = D/t$  بدست آمد. در این رابطه  $S$  سرعت پیشروی بر حسب متر بر ثانیه،  $D$  مسافت طی شده در مسیر هر کرت بر حسب متر و  $t$  زمان طی شده در یک طول مشخص بر حسب ثانیه می باشد.

**توان مالبندی:** پس از بدست آوردن میانگین مقاومت کششی ادوات و محاسبه سرعت پیشروی تراکتور، رابطه زیر جهت محاسبه توان مالبندی بکار گرفته شد:

$$DB.P = F * S / 3.6$$

در این رابطه  $DB.P$  توان مالبندی بر حسب کیلووات،  $F$  مقاومت کششی بر حسب کیلو نیوتن و  $S$  سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر در ساعت می باشد.

**انرژی مصرفی:** به منظور ارزیابی میزان انرژی مالبندی مصرف شده در هر یک از روشهای خاک ورزی، از رابطه زیر استفاده شد:

$$D.E = DB.P / F_{cc}$$

در این رابطه  $D.E$  انرژی مالبندی بر حسب کیلو وات ساعت در هکتار،  $DB.P$  توان مالبندی بر حسب کیلو وات و  $F_{cc}$  ظرفیت مزرعه ای مؤثر بر حسب هکتار در ساعت می باشد.

## نتایج و بحث

در این بررسی اطلاعات مورد اندازه گیری

مربوط به مقاومت کششی، توان مالبندی، سوخت مفید، ظرفیت مزرعه ای مؤثر و میزان انرژی مصرفی به شرح زیر ارزیابی شد:

الف) مقایسه کارایی ادوات خاک ورزی اولیه و ثانوی با یکدیگر (آزمون ادوات): ب) مقایسه روشهای مختلف تهیه بستر ذرت از نظر مجموع نیازهای سوختی، زمانی و انرژی مصرفی.

**آزمون ادوات:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی داری بین مقادیر مقاومت کششی ادوات خاک ورزی اولیه وجود دارد. با مقایسه میانگین تیمارها در جدول ۲ مشاهده می شود که کمترین مقاومت کششی مربوط به گاوآهن قلمی می باشد و مقاومت کششی گاوآهن برگردان دار نیز در شرایطی که محتوای رطوبتی خاک ۸/۶۵ درصد است دارای بیشترین مقدار می باشد (روش شماره سه) و با افزایش رطوبت خاک، مقاومت کششی گاوآهن برگردان دار کاهش یافته است. کاهش مقاومت کششی در اثر افزایش رطوبت خاک، عمدتاً به سبب تجمع مولکول های آب بر سطح ذرات خاک است که باعث می شود میزان پیوستگی بین مولکولی ذرات خاک کاهش یابد (۴). در این رابطه نتایج مشابهی نیز توسط بهنام و مرادی گزارش شده است (۲ و ۳). علاوه بر آن، بین توان مالبندی مورد نیاز ادوات خاک ورزی اولیه، بدلیل متغیر بودن سرعت پیشروی و مقاومت کششی اختلاف معنی داری وجود نداشت. به عبارت دیگر، اگر چه مقاومت کششی گاوآهن قلمی نسب به برگردان دار کمتر است، ولی بدلیل سرعت پیشروی زیادتر، توان مالبندی مورد نیاز گاوآهن قلمی نسب به برگردان دار از نظر آماری یکسان بود. بطور کلی کشتهایی که در رطوبت پائین تر (۸/۶۵) شخم زرده شده بودند، بدلیل خشک تر بودن خاک و پیوستگی بیشتر بین ذرات



خاک، توان مالبندی بیشتری مصرف گردید.

با توجه به نتایج حاصل، در بین میزان سوخت مصرفی به هنگام عملیات شخم اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد، بطوریکه گاوآهن قلمی کمترین و گاوآهن برگردان دار بیشترین مصرف سوخت را به خود اختصاص داده اند. استفاده از گاوآهن برسرگردان دار در شرایطی که محتوای رطوبتی خاک ۸/۶۵ درصد است، سبب مصرف بیشترین مقدار سوخت شده است، در صورتیکه انجام عملیات شخم با گاوآهن برگردان دار در محتوای رطوبتی ۱۷/۳۰ درصد، سوخت کمتری بکار برده است.

مقایسه میانگین های ظرفیت مزرعه ای مؤثر و انرژی مالبندی (جدول ۴) نشان می دهد که کمترین زمان جهت انجام عملیات شخم، بدلیل عرض کار بیشتر و سرعت پیشروی زیادتر، مربوط به گاوآهن قلمی و بیشترین آن در هر سه روش خاک ورزی مربوط به گاوآهن برگردان دار است. همچنین گاوآهن قلمی بدلیل زمان مصرفی کمتر در واحد سطح و مصرف توان مالبندی نسبتاً پایین تر، انرژی کمتری را نسبت به گاوآهن برگردان دار بکار می گیرد. میزان انرژی مصرفی به هنگام استفاده از گاوآهن برگردان دار در رطوبت های مختلف اگر چه از نظر آماری یکسان می باشند، ولی در صورت پایین تر بودن رطوبت خاک، گاوآهن برگردان دار انرژی بیشتری را در واحد سطح به کار می گیرد (روش شماره سه). این نتایج با تحقیقات میشل و همکاران (۱۰) نیز

تطابق دارد.

کاربرد ادوات خاک ورزی ثانوی (هرس بشقابی و تسطیح کننده) در روش گاوآهن قلمی، از سوخت، مقاومت کششی، توان مالبندی و انرژی مصرفی کمتری نسبت به عملیات دیسک و لولر زنی در سایر روشها برخوردار شده است (جدولهای ۵ و ۶). که دلیل این امر را می توان به وجود کلوخ های کوچکتر در بستر بعد از شخم، بهم خوردگی کمتر خاک و هموارتر بودن سطح زمین قبل از عملیات تسطیح نسبت داد. سرعت انجام عملیات دیسک زنی بعد از گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان دار نیز به همین دلایل افزایش نشان می دهد. این نتایج با گزارش های باورز، میشل و هتزر مطابقت دارد (۶، ۹ و ۱۲). با توجه به مقایسه میانگین ها در جدول ۵ مشاهده می شود که از طرفی نیازهای سوختی، زمانی، مقاومت کششی و انرژی مالبندی دیسک اول در کرتهایی که بوسیله گاوآهن برگردان دار شخم زده شده اند (روش های خاک ورزی شماره ۱، ۲ و ۳) بیشتر از دیسک دوم شده است و از طرف دیگر کاربرد هرس بشقابی برای مرتبه دوم در روش خاک ورزی شماره سه با محتوای رطوبتی ۸/۶۵ درصد نسبت به روش خاک ورزی شماره یک با رطوبت ۱۷/۳ درصد در موقع عملیات شخم، باعث افزایش مقاومت کششی، زمان مورد نیاز در واحد سطح و انرژی مالبندی مصرفی شده است.



جدول ۱- مشخصات ادوات خاک ورزی.

| ردیف | نام وسیله                     | وزن (kg) | شرح  |
|------|-------------------------------|----------|--|
| ۱    | گاوآهن برگردان دار            | ۳۷۵      | سه خیشه، عرض هر خیش ۳۵ سانتی متر، خیش معمولی سوار شونده، ۹ شاخه متصل به یک میل افزار دو ردیفه، فاصله بین بازوها ۳۰ سانتی متر، پهنای تیغه ۷ سانتی متر |
| ۲    | گاوآهن قلمی                   | ۴۵۰      | کشیدنی چرخدار، ۲۸ پره، ۷ بشقاب در هر گروه، قطر بشقاب ۵۰ سانتی متر، فاصله بین بشقابها ۱۸ سانتی متر  |
| ۳    | هر بشقابی متقارن (دیسک تاندم) | ۸۳۰      | کشیدنی دو چرخ، عرض تیغه ۲۸۰ سانتی متر، طول ماله پشت ۳ متر  |
| ۴    | تسطیح کننده (لولر)            | ۸۴۵      |  |

جدول ۲- مقایسه میانگین مقاومت کششی و توان مالبندی ادوات خاک ورزی اولیه.

| ادوات خاک ورزی اولیه                     | مقاومت کششی (KN) | توان مالبندی (KW) |
|--|------------------|-------------------|
| گاواهن برگردان دار (در رطوبت ۱۷/۳۰ درصد) | ۱۱/۹۴ ab         | ۱۷/۱۰a            |
| گاواهن برگردان دار (در رطوبت ۸/۷ درصد)   | ۱۳/۱۵ a          | ۲۰/۲۶a            |
| گاواهن قلمی (در رطوبت ۱۶/۹ درصد)         | ۱۰/۸۲b           | ۱۸/۵۵a            |

میانگین هایی که در هر ستون با حروف مشترک مشخص شده اند از نظر آماری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین سوخت مصرفی ادوات خاک ورزی اولیه به هنگام شخم زدن.

| ادوات خاک ورزی اولیه                   | سوخت مصرفی (l/ha)  |
|--|--------------------|
| گاواهن برگردان دار (رطوبت ۱۷/۳۰ درصد)  | ۱۴/۷۱ <sup>b</sup> |
| گاواهن برگردان دار (در رطوبت ۸/۷ درصد) | ۱۶/۲۹ <sup>a</sup> |
| گاواهن قلمی (در رطوبت ۱۶/۹ درصد)       | ۱۱/۳۲ <sup>b</sup> |

جدول ۴- مقایسه میانگین ظرفیت مزرعه ای و انرژی مصرفی ادوات خاک ورزی اولیه.

| ادوات خاک ورزی اولیه                     | ظرفیت مزرعه ای موثر (ha/hr) | زمان مورد نیاز (hr/ha) | انرژی مصرفی (Kw-hr/ha) |
|--|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| گاواهن برگردان دار (در رطوبت ۱۷/۳۰ درصد) | ۰/۵۱b                       | ۱/۹۷a                  | ۳۴/۴۱a                 |
| گاواهن برگردان دار (در رطوبت ۸/۷ درصد)   | ۰/۵۳۴b                      | ۱/۸۷a                  | ۳۷/۹۳a                 |
| گاواهن قلمی (در رطوبت ۱۶/۹ درصد)         | ۱/۰۲۲a                      | ۰/۹۸ b                 | ۱۸/۱۴ b                |

### مقایسه شاخص های عملکردی روشهای

مختلف خاک ورزی؛ مقایسه روشهای مختلف تهیه زمین ذرت براساس تعداد کل عملیات، زمان کل (ساعت در هکتار)، مجموع انرژی مصرفی عملیات خاک ورزی اولیه و ثانوی، سوخت مصرفی مفید و توان مالبندی انجام گرفته است. با مقایسه میانگین تیمارها در جدول ۷ مشاهده می گردد که روش خاک ورزی براساس گاو آهن قلمی (روش ۴) سبب ذخیره زمانی به میزان ۱/۱۱ ساعت در هکتار و ذخیره سوختی به مقدار ۶/۴۸ لیتر در هکتار نسبت به تهیه بستر بوسیله گاواهن برگردان دار شده است (روش ۲).

همچنین مجموع انرژی مورد نیاز در روش خاک ورزی به پایه گاواهن قلمی، ۳۹/۷ درصد

کمتر از روش خاک ورزی شماره دو شده است. همانطور که در جدول ۷ آمده است، بیشترین زمان، سوخت مصرفی مفید و انرژی مصرفی در واحد سطح مربوط به روشی است که در آن عملیات خاک ورزی اولیه و ثانوی در محتوای رطوبتی پایین تر انجام گرفته است (روش ۳). این روش در مقایسه با روش خاک ورزی ۴، بترتیب به میزان ۳/۹۶ ساعت، ۲۲/۷ لیتر و ۴۹ کیلو وات ساعت در هکتار افزایش داشته است.

**نتیجه گیری:** انجام عملیات خاک ورزی اولیه در رطوبت های مختلف تاثیر معنی داری را بر شاخص های عملکردی ادوات داشت. بیشترین مقدار سوخت مصرفی، مقاومت کششی، توان مالبندی و انرژی مصرفی مربوط به شرایطی بود





جدول ۵- مقایسه میانگین شاخصهای عملکردی هرس پشتهای در روشهای مختلف خاک ورزی.

| تعداد    | وسيله خاک ورزی ثانويه   | سخت مصرفی (L/ha) | سرعت پیشروی (km/hr) | مقاومت کششی (KN) | توان ماشین (KW) | ظرفیت مزرعه ای موثر (ha/hr) | زمان مورد نیاز (hr/ha) | انرژی مصرفی (kw-hr/ha) |
|----------|---|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| دیسک اول | هرس پشتهای پس از شخم با گاراژهاش بزرگتر دان دار دور (۱۷/۳۰ درصد) رطوبت                          | ۸/۶a             | ۷/۲a                | ۶/۷a             | ۲/۳a            | ۱/۲a                        | ۸/۶b                   | e/۷ b                  |
|          |   | ۸/۹a             | ۶/۶b                | ۲/۶a             | ۶/۶a            | ۰/۹B                        | ۱/۱۱a                  | ۷/۲a                   |
| دیسک دوم | هرس پشتهای پس از شخم با گاراژهاش قلمسی (در رطوبت ۱۶/۹ درصد) رطوبت (۸V)                          | ۶/۹a             | ۷/۴a                | ۲/۹b             | ۶/۱a            | ۱/۱a                        | ۹/۱b                   | e/۵b                   |
|          |   | ۶/۳a             | ۷/۳a                | ۲/۱a             | ۶/۳a            | ۱/۵a                        | ۶/۷a                   | ۴/۱b                   |
| دیسک دوم | هرس پشتهای پس از دیسک زدن مرحله اول هرس پشتهای پس از دیسک زدن مرحله اول (روش خاک ورزی شماره سه) | ۵/۹a             | ۷/۱a                | ۲/۲a             | ۶/۴a            | ۱/۲a                        | ۸/۳a                   | ۵/۵a                   |
|          |   |                  |                     |                  |                 |                             |                        |                        |

میانگین هایکه در هر ستون با حروف مشترک مشخص شده اند از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.

جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص های عملکردی تسطیح کننده (لولر) در روشهای مختلف خاک ورزی.

| وسيله خاک ورزی ثانويه              | سخت مصرفی (L/ha) | سرعت پیشروی (km/hr) | مقاومت کششی (KN) | توان ماشین (KW) | ظرفیت مزرعه ای موثر (ha/hr) | زمان مورد نیاز (hr/ha) | انرژی مصرفی (kw-hr/ha) |
|------------------------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| تسطیح کننده (روش خاک ورزی شماره ۱) | ۷/۹a             | ۵/۸a                | ۳/۴b             | ۴/۵ab           | ۱/۱b                        | ۰/۹۱b                  | ۵/۴ b                  |
|                                    | ۷/۷a             | ۵/۹a                | ۲/۱ b            | ۵/۲ b           | ۰/۹ b                       | ۱/۱۱ b                 | ۵/۲ b                  |
| تسطیح کننده (روش خاک ورزی شماره ۲) | ۸/۱a             | ۵/۱ b               | ۴/۹a             | ۶/۹a            | ۰/۷c                        | ۱/۲۵a                  | ۸/۶a                   |
|                                    | ۶/۷b             | ۵/۹a                | ۲/۷b             | ۴/۷b            | ۱/۲a                        | ۰/۸۳c                  | ۲/۹c                   |

میانگین هایکه در هر ستون با حروف مشترک مشخص شده اند از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.



جدول ۷- مقایسه میانگین نیازهای سوختی، زمانی و انرژی مصرفی در روشهای مختلف خاک ورزی.

| روش خاک ورزی |        |        |        |                           |
|--------------|--------|--------|--------|---------------------------|
| روش ۴        | روش ۳  | روش ۲  | روش ۱  |                           |
| روش ۴        | روش ۳  | روش ۲  | روش ۱  | کمیتهای مورد مقایسه       |
| ۴            | ۵      | ۳      | ۴      | تعداد عملیات              |
| ۲/۷۴d        | ۶/۷۸   | ۳/۸۵c  | ۴/۴۹b  | زمان کل مصرفی (hr/ha)     |
| ۲۷/۵۹c       | ۷۶/۶۵a | ۴۵/۷۶b | ۴۹/۲۸b | انرژی کل مصرفی (kw-hr/ha) |
| ۲۴/۹۰d       | ۴۷/۵۸a | ۳۷/۳۸c | ۳۷/۱۰b | سوخت مصرفی (L/ha)         |

میانگین هایی که هر ستون با حروف مشترک مشخص شده اند از نظر آماری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.



که عملیات خاک ورزی بوسیله گاواهن برگردان دار در محتوای رطوبتی ۸/۶۵ درصد انجام شد و کمترین مقدار نیز مربوط به حالتی بود که این عملیات بوسیله گاواهن قلمی در محتوای رطوبتی ۱۷/۳۰ درصد انجام گرفت.

مقایسه میانگین ها نشان داد که شاخص های عملکردی هرس بشقابی و تسطیح کننده در تیمارهایی که در رطوبت کمتر از ۱۰ درصد شخم خورده اند همواره بیشتر از محتوای رطوبتی ۱۶ تا ۱۸ درصد بوده است. دلیل این امر را می توان به اندازه بزرگتر کتوخ ها و افزایش نسبی لغزش چرخهای تراکتور در رطوبتهای پایین تر نسبت داد.

نتایج حاصل از مقایسه چهار روش مختلف خاک ورزی تولید ذرت در منطقه داراب نشان داد که بین نیازهای سوختی، زمانی و انرژی مالبندی مصرفی در هر یک از روشها اختلاف معنی داری وجود دارد. بیشترین مقدار سوخت مصرفی، زمان و انرژی مالبندی مربوط به روشی بود که در آن عملیات خاک ورزی اولیه و ثانوی در محتوای رطوبتی کمتر از ۱۰ درصد انجام گرفت. مجموع انرژی مالبندی روش خاک ورزی بوسیله گاواهن قلمی نسبت به روش خاک ورزی با گاواهن برگردان دار، با تعداد عملیات و محتوای رطوبتی یکسان، به میزان قابل ملاحظه ای کمتر بود.

## منابع

۱. بهنام، سعید. ۱۳۷۵. ارزیابی مقاومت کششی گاواهن بشقابی، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
۲. کوچکی، عوض. ۱۳۷۳. کارایی انرژی در اکوسیستمهای کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۳. مرادی، احمد. ۱۳۷۴. ارزیابی مقاومت کششی گاواهن برگردان دار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
4. Baloch, M. and S. Bukhari. 1991. Power requirements of tillage implements. AM.A. 22(1):34-38.
5. Borid, M., C. Menini, and L. Sartori. 1997. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north eastern Italy. Soil and Tillage Res. 40:204-226
6. Bowers, C.G. 1986. Tillage energy requirements. Paper. ASAE. No. 86-1524.
7. Chaplin, J., C.Jenane. and M. Lueders. 1988. Drawbar energy use for tillage operations on lomy sand. Trans. Of the ASAE. 31(6):1692- 1694.
8. Frisby, C., and D.Summers. 1979. Energy related data for selected implements. Trans. Of the ASAE. 22(5):1010-1011.
9. Hets, H., E. Riquelme, and S. Canto . 1992. Energy requirements for the production of auts in rotation with wheat under threc tillage systems and four nitrogen levels in the Andean foothillis of nuble. Agro. Giencia. 8(1): 33-39.
10. Jenane, C., L. Bashford, and F. Tabesh. 1991. Energy use for different tillage systems on clay soil in the Gharb area. Ac test-de- Institut Agronomique-ct-Veterinaire- Hassan. II.11 (3): 45-50.
11. Kepner, R.,A. Bainer, and E. L Barger. 1978. Principles of farm machinery. p: 106-29. AVI Publishing, Inc.
12. Michel, A., and K.John Borrelli. 1985. Energy requirement of two tillage system for Irrigation sugar beets, drybeand and carn. Trans. Of the ASAE. 28(6):1731-1736.
13. Randolph, J.W., and L.F. Reed. 1983. Test of tillage tools: II. Effects of several factors on the reactions of fourteen inch mold beard plow. Agr. Eng. 19:24-23.



14. Anonymous. Test codes and procedures for farm machinery, Technical series No. 12, 1983.
15. Tisdall, J.M., and J.M. Oades. 1982. Organicmatter and water stable aggregates in soils: J. Soil Sci. 33:141-163.

۱۲۷



---

## **Evaluation and comparison of energy requirements in different tillage methods for corn production**

**M. Roozbeh<sup>1</sup>, M. Almasi<sup>2</sup> and A.Hemmat<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Agricultural Research Center, Fars, Darab; <sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran; <sup>3</sup> Faculty of Agriculture, Isfahan Unversity of Technology, Isfahan, Iran

---

### **Abstract**

In order to evaluate and compare the energy requirements in different tillage methods for corn production, three moldboard plow- based tillage systems were compared with a chisel plow-based tillage system, in different soil moisture regims at Darab Agricultural Research Station during 1998. The experimental design was a randomized complete block design with five replications and four treatments. Ground speed, time used, draft, fuel consumption and the rate of drawbar energy used for primary and secondary tillage operations were measured and used as performance index. Results obtained from the experiment showed that the rate of soil moisture content during primary tillage operation had a significant effect on performance index of implements. Maximum rate of fuel consumption, draft, drawbar power and drawbar energy used, was occurred when primary tillage operation was done by moldboard plow in 8/65% moisture content, and the minimum was occurred when primary operation was done by chisel plow in moisture content of 16 to 18%. Analysis of the data showed that in treatments having moisture content less than 10%, the performance index of disk harrow and leveler were more than in those treatments with moisture content between 16 to 18%. The results also revealed that there are significant differences between fuel requirements, time and drawbar energy used in four corn tillage systems.

**Keywords:** Draft; Drawbar energy; Drawbar power; Fuel consumption.

