

بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر بهره‌وری سوخت مصرفی و عملکرد گندم دیم

زین العابدین شم آبادی*

بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر روش خاک‌ورزی حفاظتی بر استفاده بهینه از سوخت و بارندگی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار کشت مستقیم (NT)، کم‌خاک‌ورزی (RT)، کشت رایج با و بدون جمع‌آوری کلش (CT1 و CT2) در ۵ تکرار در تناوب گندم-آفتابگردان و به مدت ۴ سال در منطقه کالپوش شاهرود انجام شد. نتایج نشان داد بین تیمارهای مختلف آزمایش از نظر حفظ بقایا اختلاف معنی‌دار ($P < 0/01$) وجود داشت. کاشت مستقیم و روش رایج دارای بیشترین و کمترین مقدار حفظ بقایا بودند. در سال اول آزمایش بین تیمارهای آزمایش اختلاف رطوبت موجود در اعماق مختلف خاک، معنی‌دار نبود. تیمارهای کشت رایج و مستقیم به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد گندم را داشتند ($P < 0/05$). در سال چهارم، محتوای رطوبت خاک در عمق ۲۰-۵ سانتیمتری، اختلاف معنی‌دار نشان داد. بیشترین و کمترین مقدار ذخیره رطوبت و نیز بهره‌وری سوخت به ترتیب مربوط به تیمارهای کاشت مستقیم و روش رایج بود. در سال چهارم هرچند از نظر عملکرد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، ولی بیشترین و کمترین عملکرد گندم به ترتیب مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی و روش رایج بود. از نظر مصرف سوخت و زمان انجام عملیات، بیشترین مقدار مربوط به روش رایج و کمترین مقدار در کاشت مستقیم بود. با توجه به روند عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف سوخت در این تحقیق و به منظور حفظ رطوبت خاک و استفاده بهینه از سوخت در شرایط دیم، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و کاشت مستقیم) به جای شخم با گاوآهن برگرداندار توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری سوخت، خاک‌ورزی، رطوبت خاک، عملکرد گندم

مقدمه

طبق تحقیقات انجام شده در حدود ۶۰ درصد انرژی مکانیکی مورد مصرف در کشاورزی مکانیزه مربوط به عملیات خاک‌ورزی می‌باشد. دقت در نوع استفاده از ادوات و مراتب ورود به مزرعه برای هر نوع از ادوات خاک‌ورزی دارای اهمیت بالایی است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۷).

استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در آماده‌سازی زمین علاوه بر مصرف انرژی زیاد، به دلیل زیر و رو کردن مداوم خاک موجب اتلاف رطوبت، تسریع اکسیداسیون مواد آلی و تخریب ساختمان خاک می‌گردد. علاوه بر این استفاده از گاوآهن برگردان‌دار باعث خواهد شد که تمام بقایای گیاهی وارد خاک شده و از دسترس خارج شود و در نتیجه خاک در معرض فرسایش شدید آبی و خاکی قرار گیرد که برای برخورد و جلوگیری از چنین وضعیتی در بسیاری از کشورهای دنیا خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یک راهکار موثر مورد توجه قرار گرفته است. بکارگیری سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در بسیاری از کشورهای پیشرو در کشاورزی، در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی آغاز گردید و نگرانی‌های مربوط به حفاظت خاک در مقابل فرسایش و خاک‌ورزی بی‌رویه و صرفه‌جویی در انرژی، سوخت و زمان بکاررفته برای خاک‌ورزی مرسوم، موجب ادامه این روند با سرعت بیشتری گردید، در حال حاضر بسیاری از کشورهای کمتر توسعه‌یافته و در حال توسعه نیز در حال بکارگیری و گسترش انواع سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشند (آسودار و سبزه‌زار، ۱۳۸۷).

افزایش هزینه‌های سوخت در عملیات خاک‌ورزی، کشاورزان را مجبور به تغییر روش‌های خاک‌ورزی و یافتن روش‌های خاک‌ورزی اقتصادی کرد. کم‌خاک‌ورزی و کاشت مستقیم از روش‌هایی هستند که که اخیراً کشاورزان به منظور کاهش فرسایش و هزینه سوخت بکار می‌برند. با توجه به اثرات منفی کاشت متراکم، برای ایجاد شرایط طبیعی خاک و پوشش گیاهی، کاربرد کاشت مستقیم ضروری‌تر می‌باشد. (Bayhan et al., 2006; Yalcin and Cakir, 2006).

در آزمایشی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بر خواص خاک، مصرف سوخت، زمان موردنیاز عملیات خاک‌ورزی و عملکرد گندم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خاک‌ورزی حفاظتی باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت به میزان ۷۷ درصد و زمان موردنیاز عملیات خاک‌ورزی به میزان ۸۴ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم می‌شود. عملکرد گندم در روش بی‌خاک‌ورزی و مرسوم اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند (Afzalinia et al., 2009).

روش‌های خاک‌ورزی علاوه بر افزایش پایداری و بهره‌وری زراعی، بایستی اثر منفی بر محیط زیست نداشته باشند. به همین علت، کشاورزی پایدار و خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی رایج به دلیل کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های تولید بسیار مورد توجه قرار گرفتند (De Vita et al., 2007). خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم موجب کاهش تعداد عملیات زراعی می‌شود، که منافع زیادی دارد. افت رطوبت و تخریب

بستر بذر از نظر کل انرژی ورودی به مزرعه دارای اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ بودند، به طوری که استفاده از ادواتی که خاک را بر نمی گردانند و کم خاک ورزی در مقایسه با خاک ورزی مرسوم باعث ذخیره انرژی در قالب سوخت و عملیات ماشینی گردید. روش های مختلف تهیه بستر بذر از نظر کل انرژی خروجی از مزرعه تفاوت معنی دار آماری نشان ندادند (رزاقی و همکاران، ۱۳۸۶).

در آزمایشی، اثر روش بی خاک ورزی بر عملکرد گندم در سه سال متوالی با روش خاک ورزی مرسوم مقایسه شد. نتایج نشان داد که در بی خاک ورزی عملکرد محصول بیشتر بود و بی خاک ورزی باعث تبخیر کمتر آب شد (De Vita et al., 2007).

حفظ بقایا اغلب اغلب ذخیره رطوبت در خاک را افزایش می دهد. همه محققین در این موضوع اتفاق نظر دارند که سیستم های خاک ورزی حفاظتی بهترین روش هستند و اختلاف نظر کمی در توصیه بخش کشاورزی دارند. گرچه برخی ادعا می کنند که در افزایش درآمد، ممکن است اندکی زیاده روی شده باشد (Freebairn and Silburn, 2004).

آب مهم ترین عامل محدود کننده زراعت در مناطق خشک و نیمه خشک است. خاک ورزی و تناوب زراعی روش های مدیریتی هستند که در ذخیره و جذب رطوبت موثر هستند. در مقایسه با خاک ورزی مرسوم، روش های خاک ورزی حفاظتی به واسطه کاهش تبخیر و افزایش نفوذ پذیری، موجب کارایی بیشتر ذخیره آب بارندگی می شوند (Robert et al., 2006).

رطوبت خاک عامل محدود کننده در تولید محصولات دیم محسوب می شود. توجه به

ساختمان خاک و اکسیداسیون بقایای آلی کاهش می یابد. این مسئله علاوه بر کاهش هزینه ها موجب افزایش کارایی مصرف آب می شود (Kamil et al., 2005).

در آزمایشی اثر روش های خاک ورزی مرسوم و حفاظتی (کم خاک ورزی) بر عملکرد آفتابگردان در تناوب با گندم در شرایط دیم مطالعه شد. در روش مرسوم از گاوآهن برگرداندار و در روش حفاظتی از گاوآهن قلمی و قبل از کاشت گندم از دیسک استفاده شد. نتایج نشان داد، خاک ورزی حفاظتی پس از ۵ سال موجب افزایش ماده آلی در سطح خاک شد و عملکرد محصول را در دوره خشک سالی بهبود بخشید (Murillo et al., 1998).

عملیات خاک ورزی سهم قابل توجهی در مقدار انرژی ورودی در یک سیستم تولید محصولات زراعی دارد. کاهش عملیات خاک ورزی به نحوی که اهداف خاک ورزی را برآورده ساخته و ضمن جلوگیری از فرسایش و تخریب ساختمان خاک، زمان و انرژی مورد نیاز جهت تهیه بستر بذر را کاهش دهد، از جمله اهداف کشاورزی پایدار می باشد. در این راستا ادوات خاک ورزی باید به گونه ای انتخاب شوند که ضمن مصرف حداقل انرژی، شرایط مناسب جهت جوانه زنی و رشد ریشه را در حد مطلوب فراهم آورند. به منظور ارزیابی تأثیر کاهش خاک ورزی بر انرژی مصرفی در تولید ذرت علوفه ای، با اعمال سه روش مختلف تهیه بستر بذر (گاوآهن برگرداندار + دو بار دیسک، گاوآهن قلمی + دو بار دیسک و دیسک + دیسک) آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که روش های مختلف تهیه

کم خاک‌ورزی (RT)، خاک‌ورزی رایج با و بدون جمع‌آوری بقایای محصول قبلی (CT1 و CT2) در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار در تناوب گندم-آفتابگردان در منطقه کالپوش شاهرود اجرا شد. کلیه عملیات با تراکتور MF285 انجام شد. در پاییز سال اول آزمایش بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و تهیه نمونه خاک از تمام تیمارها از اعماق ۲۰-۵ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری گندم کشت گردید. تیمار کاشت مستقیم با استفاده از بذرکار مجهز به شیاربازکن تی‌وارونه^۱ جهت نفوذ در خاک شخم نخورده اجرا شد. در تیمار حداقل خاک‌ورزی آماده‌سازی زمین توسط دیسک انجام شد و سپس کشت با بذرکار انجام شد. برای انجام عملیات خاک‌ورزی به روش رایج، ابتدا کرت‌های مورد نظر توسط گاواهن برگرداندار سه خیش شخم زده شد و سپس توسط دیسک عملیات خاک‌ورزی ثانویه انجام گردید. در تابستان سال دوم پس از برداشت گندم (پس از حذف حاشیه در سطح ۱۰ مترمربع از هر تیمار برداشت انجام شد). کرت‌های آزمایشی به حالت آیش باقی ماندند و در بهار سال سوم طبق تناوب منطقه در همه تیمارها آفتابگردان کشت گردید. پس از برداشت آفتابگردان در مهرماه بلافاصله گندم کشت گردید. در تیر ماه سال چهارم گندم برداشت شد. یادداشت‌برداری‌های لازم در زمینه عملکرد محصول و میزان سوخت مصرفی در هر روش اندازه‌گیری و داده‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری تجزیه و تحلیل گردید.

برای بررسی اثر نوع مدیریت بقایای گیاهی (میزان برگردانی بقایا) بر حفظ رطوبت خاک، درصد طوبت

مدیریت‌های نوین خاک از جمله کم‌خاک‌ورزی، با هدف حفاظت از منابع خاک و آب ضروری است. عملیات خاک‌ورزی، با تغییر در روش آماده‌سازی و شرایط خاک، مستقیماً بر رطوبت خاک موثر است (محمودی و محمدی، ۱۳۸۵).

یکی از مشکلات کاهش تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک، پایین بودن میزان مواد آلی خاک است. کاربرد فن‌آوری‌های مطلوبی (سیستم خاک‌ورزی حفاظتی) به عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار می‌تواند در کند کردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی باشد. با توجه به اهمیت بقایا و حفظ آن در سطح خاک استفاده از خاک‌ورزی می‌تواند در افزایش عملکرد گندم تاثیرگذار باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۸۷).

اثر مثبت حفظ رطوبت خاک با حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک کاملاً مورد تایید کارشناسان قرار گرفته است. مزایای پوشش خاک توسط بقایا شامل ذخیره رطوبت خاک، بهبود مواد آلی خاک، بازیافت مواد غذایی و موجب حفاظت خاک در برابر فرسایش آبی و بادی می‌شود (Hatfield *et al.*, 1998; Lipiec *et al.*, 2006; Lopez *et al.*, 2003).

این مطالعه به منظور بررسی اثرات مثبت خاک‌ورزی حفاظتی بر حفظ رطوبت خاک، عملکرد محصول گندم و بهره‌وری مصرف سوخت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر بهره‌وری انرژی و عملکرد گندم در شرایط دیم، این آزمایش با چهار تیمار شامل؛ کاشت مستقیم (NT)،

سرعت عملیات کاشت با اندازه گیری زمان لازم جهت طی مسافت ۳۰ متر با استفاده از رابطه ۳ زیر محاسبه می شود (بختیاری، ۱۳۸۳).

$$S = \frac{X}{t} \times 3.6 \quad (۳)$$

که در آن: S سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)، X مسافت پیموده شده (متر) و t زمان طی مسافت (ثانیه) می باشند.

به منظور محاسبه بازده مزرعه ای، قطعه زمین مشخصی (۰/۵ هکتار) انتخاب و کاشت توسط بذرکارهای مختلف انجام می شود. کل زمان لازم برای کاشت این سطح، زمان مفید و زمان های غیرمفید (دور زدن و پر کردن مخزن) اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه ۴ بازده مزرعه ای محاسبه می گردد:

$$e = \frac{T_u}{T_t} \times 100 \quad (۴)$$

که در آن: e بازده مزرعه ای (درصد)، T_u زمان مفید (دقیقه) و T_t زمان کل (دقیقه) می باشند.

با توجه به سرعت پیشروی تراکتور و عرض کار ادوات ظرفیت مزرعه ای موثر از رابطه ۵ محاسبه شد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۷).

$$C_e = \frac{S \times w}{10} \times e \quad (۵)$$

که در آن: C_e ظرفیت مزرعه ای موثر (هکتار بر ساعت)، S سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت) w عرض کار (متر) می باشند.

شاخص بهره وری انرژی سوخت مصرفی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۷):

$$p = \frac{Y}{F} \quad (۳)$$

خاک (خشک پایه) از اعماق ۵-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی متری نمونه برداری شد و نمونه ها در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه قرار گرفتند. درصد رطوبت از رابطه ۱ محاسبه گردید:

$$M = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (۱)$$

که در آن: M رطوبت خاک (%)، W_w و W_d به ترتیب وزن خاک مرطوب و خشک (گرم) می باشند. میزان برگردانی خاک با استفاده از یک کادر چوبی مربعی به ابعاد ۵۰ سانتی متر اندازه گیری شد. برای این منظور قبل و بعد از انجام عملیات شخم در تیمارهای مختلف، در ۴ نقطه متفاوت تعداد بقایای گیاهی تعیین شد، و با استفاده از رابطه ۲ میزان برگردانی خاک در تیمارهای مختلف محاسبه گردید (Anonymous, 1995):

$$F = \frac{W_p - W_e}{W_p} \times 100 \quad (۲)$$

که در آن: F شاخص برگردانی خاک، W_p و W_e به ترتیب وزن علف های هرز یا بقایای محصول در واحد سطح قبل و بعد از شخم می باشند.

به منظور اندازه گیری میزان سوخت مصرفی در تیمارهای مختلف خاک ورزی، از روش باک پر استفاده می شود. در این روش قبل و بعد از انجام عملیات شخم، مخزن سوخت تراکتور پر می شود. میزان سوخت مصرفی با اندازه گیری میزان سوخت اضافه شده به مخزن بعد از عملیات شخم مشخص شد. زمان انجام عملیات با استفاده از کروномتر اندازه گیری شد. به منظور اندازه گیری زمان انجام عملیات و سوخت مصرفی از کرت های استاندارد (Sessiz et al., 2008) استفاده شد (۱۰۵×۶۶/۵ متر).

که در آن، P شاخص بهره‌وری انرژی سوخت (کیلوگرم بر لیتر)، Y عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) و F میزان سوخت مصرفی (لیتر) می‌باشد.

جدول ۱- روش‌های خاک‌ورزی و ادوات مورد استفاده در آزمایش

روش خاک‌ورزی و کاشت	ادوات مورد استفاده جهت خاک‌ورزی و کاشت
کشت مستقیم	بذرکار کاشت مستقیم
کشت با حداقل شخم	دیسک + خطی کار
کشت رایج با جمع‌آوری کلش	گاواهن برگرداندار + دیسک + خطی کار
کشت رایج بدون جمع‌آوری کلش	گاواهن برگرداندار + دیسک + خطی کار

نتایج و بحث

ظرفیت مزرعه‌ای و میزان مصرف سوخت

ظرفیت مزرعه‌ای و میزان مصرف سوخت ادوات و ماشین‌های مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقدار ظرفیت زراعی به ترتیب مربوط به دیسک و گاواهن برگرداندار می‌باشد. نظر به این که ظرفیت مزرعه‌ای تابعی از سرعت عملیات، عرض کار وسیله و راندمان زراعی می‌باشد. ظرفیت زراعی بیشتر در مورد دیسک مربوط به عرض کار و سرعت عملیات بیشتر نسبت به ادوات دیگر می‌باشد. ظرفیت زراعی کمتر در گاواهن برگرداندار به سرعت عملیات و عرض کار کمتر (به دلیل انرژی‌خواه بودن عملیات شخم) می‌باشد. میزان مصرف سوخت و زمان انجام عملیات در تیمارهای مختلف آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقدار مصرف سوخت و زمان انجام عملیات در هکتار، به ترتیب مربوط به روش مرسوم و کاشت مستقیم می‌باشد. بر خلاف روش مرسوم، مصرف سوخت کمتر در روش کاشت مستقیم مربوط به کاهش زمان انجام عملیات (بدلیل انجام همزمان عملیات) می‌باشد.

میزان بقایا در سطح خاک

نتایج آزمایش نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر میزان حفظ بقایا در سطح خاک، اختلاف معنی‌دار (در سطح ۱٪) وجود داشت. کاشت مستقیم و خاک‌ورزی رایج با گاواهن برگرداندار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار حفظ بقایا در سطح خاک را دارا بودند (شکل ۱). حفظ بقایای محصول قبلی و برگردانی کمتر بقایا موجب پوشش سطح خاک و جلوگیری از تبخیر سطحی و حفظ رطوبت خاک می‌شود. نتایج مشابه توسط پژوهشگران دیگر گزارش شد (Gencsoylu and Yalcin, 2007).

محتوای رطوبت خاک

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد رطوبت موجود خاک در عمق‌های مختلف (۲۰-۵ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر) پس از برداشت گندم در سال اول آزمایش نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری وجود نداشت. در سال اول آزمایش چون بارندگی بیشتر بود. اثرات مثبت پوشش سطحی و حفظ رطوبت خاک مشاهده نشد.

آماری وجود داشت و بیشترین و کمترین مقدار رطوبت به ترتیب مرتبط به تیمارهای کاشت مستقیم و روش رایج بود (شکل ۲).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد رطوبت موجود خاک در عمق‌های مختلف پس از برداشت گندم در سال چهارم آزمایش نشان داد که در عمق ۵-۲۰ سانتی‌متری بین تیمارها اختلاف معنی‌دار

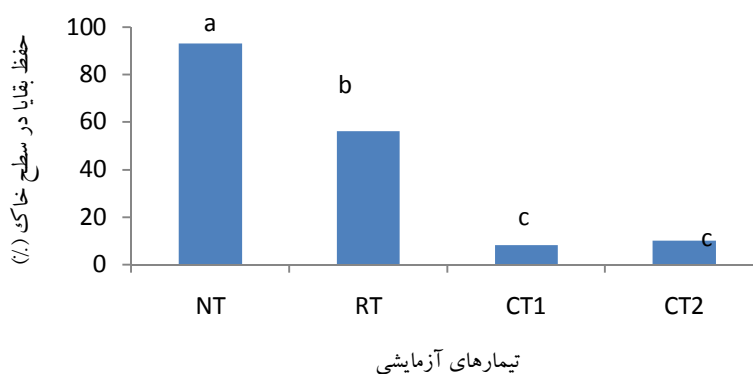
جدول ۲- ظرفیت مزرعه‌ای، زمان انجام یک هکتار عملیات و مصرف سوخت

نوع ماشین	ظرفیت مزرعه‌ای (hah-1)	زمان انجام عملیات (hha-1)	مصرف سوخت (Lha-1)
ماشین کاشت مستقیم	۰/۶۸	۱/۵	۱۱/۲
دیسک	۱/۲۵	۰/۸	۵/۶
گاوا آهن برگرداندار	۰/۳	۳/۵	۲۴
بذرکار	۰/۸۳	۱/۲	۸/۴

جدول ۳- متوسط ظرفیت مزرعه‌ای و مصرف سوخت در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت

تیمارهای آزمایش	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار بر ساعت)	زمان انجام عملیات (ساعت بر هکتار)	مصرف سوخت (لیتر بر هکتار)	عملکرد محصول (کیلوگرم/هکتار)	بهره‌وری مصرف سوخت (کیلوگرم/لیتر)
NT	۰/۶۸	۱/۵	۱۱/۲	۳۱۸۶/۵	۲۸۴/۵
RT	۰/۴	۲/۸	۱۹/۶	۳۱۴۱/۵	۱۶۰/۳
CT1	۰/۸	۵/۵	۳۸	۳۳۰۵/۵	۸۷
CT2	۰/۸	۵/۵	۳۸	۳۳۴۰/۵	۸۸

NT=کشت مستقیم، RT=کشت با حداقل شخم، CT1=کشت رایج با جمع‌آوری کلش و CT2=کشت رایج بدون جمع‌آوری کلش



شکل ۱- میزان بقایا در سطح خاک در تیمارهای مختلف

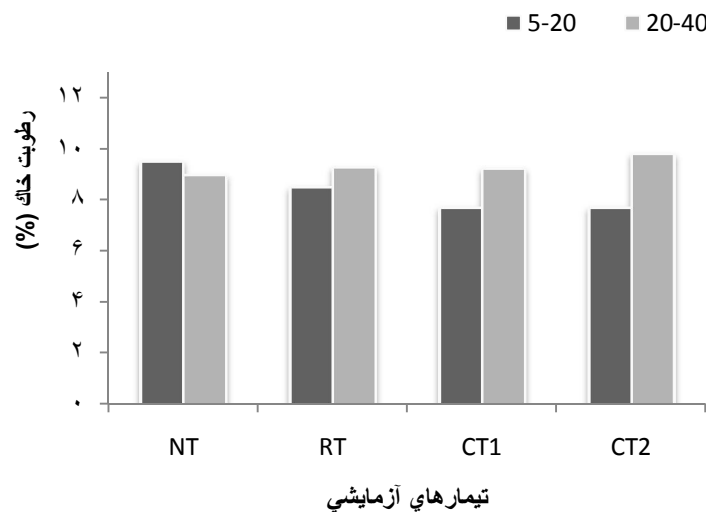
NT=کشت مستقیم، RT=کشت با حداقل شخم، CT1=کشت رایج با جمع‌آوری کلش و CT2=کشت رایج بدون جمع‌آوری کلش

معنی‌دار (در سطح ۵٪) وجود داشت. تیمارکشت رایج و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را در بین تیمارها دارا بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه در سال چهارم آزمایش نشان داد که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و روش رایج به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را داشتند (جدول شماره ۴).

رطوبت بیشتر در لایه سطحی خاک در تیمارهای حفاظتی به دلیل برگردانی کمتر خاک و حفظ بقایای بیشتر در سطح خاک و جلوگیری از تبخیر سطحی بود. نتایج مشابه توسط پژوهشگران دیگر گزارش شد (Gencsoylu and Yalcin, 2007; Lipiec *et al.*, 2003; Lopez *et al.*, 2006). در عمق ۲۰-۴۰ سانتی‌متری بین تیمارها اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری وجود نداشت.

عملکرد گندم

در سال اول آزمایش، بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) اختلاف



شکل ۲- میانگین رطوبت خاک در عمق‌های مختلف

جدول ۴- نتایج میانگین عملکرد دانه در تیمارهای آزمایشی

عملکرد محصول		تیمارهای آزمایش
سال اول	سال چهارم	
۳۱۷۳ b	۳۲۰۰ a	NT
۳۵۵۷ ab	۳۵۳۶ a	RT
۳۸۸۰ a	۲۷۳۱ a	CT1
۳۷۸۷ a	۲۸۹۴ a	CT2

ارقام با حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌دار آماری دارند.

میزان بهره‌وری سوخت در تیمارهای حفاظتی تقریباً ثابت بوده است (بدلیل ثبات در عملکرد محصول) ولی در تیمارهای رایج در سال چهارم نسبت به سال اول آزمایش به دلیل کاهش عملکرد بهره‌وری سوخت قابل ملاحظه‌ای داشته است. فریبری و همکاران (۲۰۰۵)، لویز و همکاران (۲۰۰۳) و کن و همکاران (۲۰۰۴) نتایج مشابهی گزارش کردند. عملیات خاک‌ورزی حفاظتی بدلیل انجام همزمان عملیات، نه تنها موجب کاهش زمان انجام عملیات (انجام بموقع عملیات) و صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مصرف سوخت می‌شوند، بلکه با ایجاد بستر مناسب، حفظ و ذخیره بارش و کنترل تلفات ناشی از تبخیر، سهم بسزایی در پایداری تولید محصولات دیم دارند. حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک علاوه بر کاهش تبخیر، باعث افزایش نفوذ آب به خاک و جلوگیری از جاری شدن آب باران (جلوگیری از فرسایش خاک) می‌شود که نتیجه آن افزایش عملکرد و بهره‌وری سوخت باشد.

نتایج مشابه توسط پژوهشگران دیگر گزارش شد (Bayhan et al., 2006; Yalcin and Cakir, 2006). بنابراین با اعمال روش‌های حفاظتی در شرایط دیم، می‌توان علاوه بر صرفه‌جویی در زمان و سوخت، آب حاصل از بارندگی را حفظ و به‌طور صحیح در تولید محصول از آن استفاده کرد.

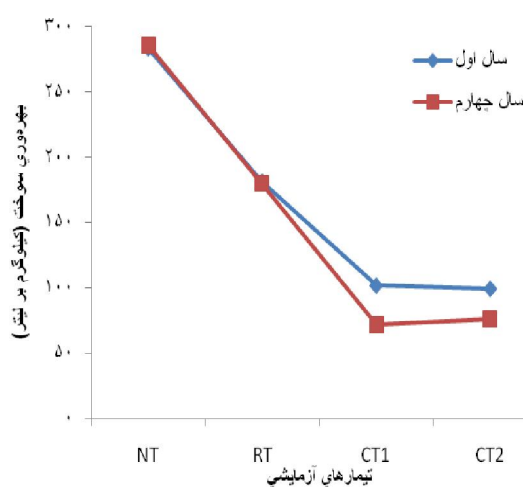
نتیجه‌گیری

خاک‌ورزی حفاظتی موجب کاهش مصرف سوخت و افزایش بهره‌وری مصرف سوخت می‌شود. کاهش مصرف سوخت علاوه بر کاهش هزینه‌ها، موجب کاهش آلودگی‌های زیست محیطی نیز می‌شود. در

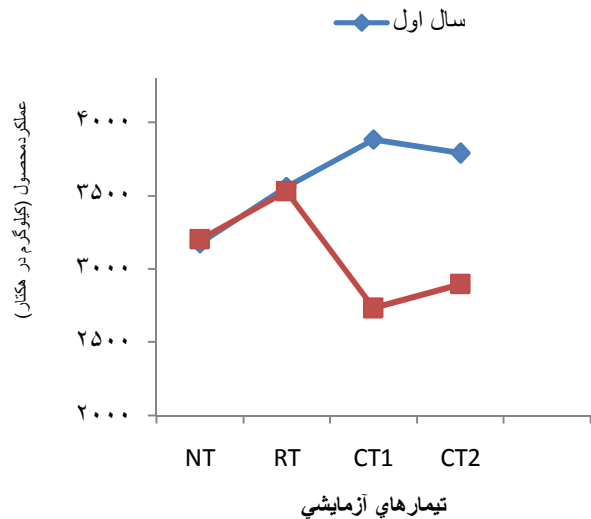
در سال اول هرچند بیشترین عملکرد محصول مربوط به تیمار روش رایج بود، اما تیمار روش رایج کمترین مقدار بهره‌وری سوخت را دارا بود (شکل ۳ و ۴). پس از ۳ سال اعمال تیمارهای خاک‌ورزی، نه تنها بین تیمارها از نظر عملکرد اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت، بلکه عملکرد محصول در تیمارهای حفاظتی (کاشت مستقیم و کم‌خاک‌ورزی) از روش‌های رایج بیشتر بود (شکل ۳). این نتیجه با یافته‌های حاصل از آزمایش‌های انجام شده توسط دکی و همکاران (۱۹۹۴)، اود (۲۰۰۴) و شرما و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. با دقت بیشتر در شکل ۳ ملاحظه می‌شود در تیمارهای حفاظتی عملکرد در سال‌های اول و آخر آزمایش تقریباً ثابت بوده ولی در تیمارهای رایج عملکرد در سال چهارم نسبت به سال اول کاهش محسوس داشته است. این موضوع بیانگر اثرات مثبت خاک‌ورزی حفاظتی در درازمدت می‌باشد. با توجه به این که کشور ما در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده و آب مهم‌ترین عامل محدودکننده زراعت بوده و به دلیل شرایط اقلیمی حاکم (روزهای آفتابی و شدت زیاد تابش خورشید)، تبخیر از سطح خاک، دلیل عمده هدررفت آب می‌باشد. اقدامات مرتبط با مدیریت زراعی و بهبود ظرفیت آب در خاک، تا حدودی اثرات منفی میزان و پراکنش نامناسب بارش را تعدیل نموده و در بهبود عملکرد موثر خواهد بود. نتایج مشابه توسط سایر پژوهشگران گزارش شد (Lipiec et al., 2006; Lopez et al., 2003; Gencsoylu and Yalcin, 2007). چنانچه در شکل ۴ ملاحظه می‌شود بهره‌وری مصرف سوخت همیشه در تیمارهای رایج نسبت به تیمارهای حفاظتی کمتر بوده است (به دلیل مصرف سوخت بیشتر در روش‌های رایج). همچنین

آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌کند. خاک‌ورزی حفاظتی موجب صرفه‌جویی در زمان انجام عملیات و انجام بموقع عملیات کشاورزی می‌شود.

شرایط دیم، خاک‌ورزی حفاظتی موجب حفظ بقایای گیاهی، رطوبت خاک و افزایش عملکرد محصول می‌شود. همچنین حفظ بقایای گیاهی، علاوه بر کاهش فرسایش خاک، از ایجاد گرد و غبار و



شکل ۴- مقایسه میانگین بهره‌وری سوخت در دو سال



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد محصول در دو سال

منابع

آسودار محمد امین، سبزه‌زار هومن. ۱۳۸۷. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی (ترجمه). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج و آموزش کشاورزی.

الماسی مرتضی، کیانی شهرام، لویمی نعیم. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی (چاپ چهارم). انتشارات جنگل. تهران. ایران.

بختیاری، محمدرضا. ۱۳۸۳. بررسی امکان کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی جهت کاشت گندم در تناوب با سیب زمینی. گزارش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.

رزاقی محمدحسین، خادم‌الحسینی نصرت‌الله، جوکار لادن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر کاهش عملیات خاک‌ورزی بر انرژی مصرفی در تولید ذرت علوفه‌ای. دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران.

عباسی فاطمه، آسودار محمد امین، سعادت‌فرد محمد، عالمی سعید. ۱۳۸۷. اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات فیزیکی خاک. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. مشهد.

- محمودی احمد، محمدی نشلی یاسر. ۱۳۸۵. بررسی تاثیرات استفاده از ادوات خاک ورزی اولیه روی خصوصیات فیزیکی خاک. سومین کنفرنی دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. شیراز.
- Afzalnia S, Dehghanian E, Talati MH. 2009. Effect of conservation tillage on soil physical properties, fuel consumption, and wheat yield. In Proceedings of Fourth Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering. October 1-3, 2009, Rousse, Bulgaria.
- Anonymous. 1995. RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Bangkok.
- Bayhan Y, Kayisoglu B, Gonulol E, Yalcin H, Sungur N. 2006. Possibilities of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soil Tillage Res.* 88: 1-7.
- Chen Y, Monero FV, Lobb D, Tessier S, Cavers C. 2004. Effects of six tillage methods on residue incorporation and crop performance in a heavy clay soil. *Trans. ASAE.* 47 (4): 1003-1010.
- De Vita P, Di Paolo E, Fecondo G, Di Fonzo N, Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*, 92 :69-78.
- Eawad S. 2004. On-farm evaluation of current wheat tillage systems on irrigated vertisols in New Halfa scheme, Sudan. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America.* Vol. 35 (2): 9-20.
- Fabrizzi KP, Garcia FO, Costa JL, Picone LI. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in southeastern pampas of Argentina. *Soil Tillage res.* 81: 57-69.
- Freebairn D, Silburn M. 2004. Soil conservation in Austrians semi arid tropics: Pathways to success, and new challenges. 13th international soil conservation organization conference. Brisbane, July. *Conserving Soil and Water for Society.*
- Gencsoylu I, Yalcin I. 2007. Advantages of different tillage systems and their effects on the economically important pest, Thrip tabaci Lind. and Aphis gossypii Glov. in cotton fields. *J. Agronomy and crop science.* 190: 381-388.
- Hatfield JL, Allmaras RR, Rehn GW, Lowery B. 1998. Ridge tillage for corn and soybean production: Environmental quality impacts. *Soil Tillage Res.* 48: 145-154.
- Kamil Bayhan A, Isildar A, Akgul M. 2005. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a loam soil of a dryland in Turkey. *Acta Agriculture Scandinavia, Section B-Plant soil science.* 55 (3): 214-220.
- Lipiec J, Kus J, Slowinska-Hurkiwicz A, Nosalewicz A. 2006. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil Tillage Res.* 89: 210-220.
- Lopez MV, Moret D, Gracia R, Arrue JL. 2003. Tillage effects on barley residue cover during follow in semiarid Aragon. *Soil Tillage Res.* 72: 53-64.
- Murillo JM, Moreno F, Pelegrin F, Fernandez JE. 1998. Responses of sunflower to traditional and conservation tillage under rainfed conditions in southern Spain. *Soil & Tillage Research.* Vol. 49 (3): pp. 233-241.
- Robert C, Schwartz J, Bell M, Louis R. 2006. Tillage Effects on Surface Soil Properties, Crusting, and Sorghum Emergence. *Conservation and Production Res. Lab. Experiment Station Rd., Bushland.*

- Sessiz A, Sogut T, Alp A, Esgici R. 2008. Tillage effects on sunflower (*Helianthus annuus*) emergence, yield, quality and fuel consumption in double cropping system. 9 (4): 697–709.
- Sharma P, Abrol V, Sharma RK. 2011. Impact of tillage and mulch management on economics, energy requirement and crop performance in maize-wheat rotation in rainfed subhumid inceptisols, India. European Journal of Agronomy. Vol. 34 (1): 46-51.
- Yalcin H, Cakir E. 2006. Tillage effects and energy efficiencies of sub-soiling and direct seeding in light soil on yield of second crop corn for silage in western Turkey. Soil Tillage Res. 90: 250-255

The effect of conservation tillage on fuel consumption productivity and rainfed wheat yield

Z. Shamabadi*

Agricultural Engineering Research Department, Agricultural Research Center of Semnan, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Shahrood, Iran

Abstract

In order to study the effect of conservation tillage on fuel consumption productivity and soil moisture conservation, this research was conducted in wheat-sunflower rotation in Shahrood region for 4 years. Four different tillage systems (no-till planting (NT), reduced tillage (RT), conventional sowing with and without residue removal (CT1 and CT2) were randomized in RCBD with 5 replications. Results showed that there was significant difference among the treatments on plant residue maintenance, and the maximum and minimum of plant residue were observed in CT and NT treatments, respectively. In the first year, soil moisture content was not affected by tillage treatments. Maximum and minimum of grain yields were observed in CT and NT treatments, respectively. In the 4th year, soil moisture content (in 5-20 cm depth) differed among the treatments, and maximum and minimum soil moisture were observed in NT and CT, respectively. Grain yield did not significantly differ among the treatments, but maximum and minimum yield obtained from RT and CT, respectively. Maximum and minimum fuel consumption and operation time were observed in CT and NT treatments, respectively. In other words, NT treatments had the maximum fuel consumption productivity. It can be concluded that, in comparison with conventional tillage (moldboard plough), conservation tillage methods (reduced tillage & direct seeding) could improve fuel consumption productivity and soil water conservation in rainfed areas.

Keywords: Fuel consumption productivity, Soil moisture content, Tillage methods, Wheat yield

* Corresponding author: zshamabadi@gmail.com Received: 2015/02/21 Accepted: 2015/07/01