اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان انرژی مصرفی و عملکرد آفتابگردان

محسن سیدی[1]، جواد حمزه‌ئی*[2]

[1]دانش آموخته دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

[2]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا؛ j.hamzei@basu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان انرژی مصرفی و عملکرد آفتابگردان، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمار خاک‌ورزی شامل سه سطح خاک‌ورزی مرسوم (خاک‌ورزی کامل) و خاک‌ورزی حفاظتی (خاک‌ورزی کاهش یافته با چیزل و خاک‌ورزی کاهش یافته با دیسک) بود. نتایج آزمایش نشان داد بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک آفتابگردان (به‌ترتیب ۲۷۶ و ۹۴۰ گرم در متر مربع) بدون اختلاف معنی‌دار با خاک‌ورزی چیزل در تیمار خاک‌ورزی مرسوم به‌دست آمد. در بین تمام تیمارهای آزمایشی، خاک‌ورزی با چیزل بیشترین کارایی مصرف انرژی و کارایی مصرف انرژی خالص (به‌ترتیب ۴/۸۱ و ۳/۸۱) را داشت. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که در شرایط مشابه، کاربرد خاک‌ورزی حفاظتی در زراعت آفتابگردان می‌تواند مصرف انرژی را کاهش داده و عملکرد اقتصادی مناسبی داشته باشد.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، خاک ورزی حفاظتی، کارایی انرژی مصرفی، عملکرد

Effect of different tillage systems on energy consumption, and sunflower yield

M. Seyedi[1], J. Hamzei*[2]

[2] Former PhD Student, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

[1]Associate Professor, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran, Corresponding author Email: j.hamzei@basu.ac.ir

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of different tillage systems on energy consumption, and sunflower yield, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, during growing seasons of 2013 and 2014. Experiment was carried out as a randomized complete block design with three replications. conventional tillage (complete tillage) and conservation tillage (reduced tillage by chisel and reduced tillage by disc) were the experimental treatments. Results showed that among tillage treatment, the highest grain and biological yields of sunflower (276 and 940 g m^{-2}, respectively) without significant difference with reduced tillage by chisel, were achieved at conventional tillage. Among all experimental treatments, the reduced tillage by chisel had the highest energy use efficiency and net energy use efficiency (4.81 and 3.81). In conclusion, results suggest that under similar conditions, applying of conservation tillage to sunflower cultivation can decrease energy consumption and had a convenient economical yield.

Keywords: Conventional tillage, Energy use efficiency, Sunflower, Yield

۱- نویسنده مسئول: ج. حمزه‌ئی، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

۱- مقدمه

کشاورزی از جمله کهن‌ترین فعالیت‌های جوامع بشری با گستره جهانی است که از کشت و زرع بسیار ساده و ابتدایی تا الگوهای پیچیده و علمی تولید محصولات غذایی تکامل یافته است. کشاورزی حفاظتی چارچوبی مفهومی و جامع است که مدیریت منابع و نهاده‌ها در اجرای آن نقش اساسی داشته و هدف اصلی آن حفظ منابع و نهاده‌ها و افزایش بهره‌وری نظام کشاورزی است. عدم اجرای تناوب زراعی، سوزاندن بقایای محصول، شخم بی‌رویه، فقر مواد آلی خاک و مصرف ناآگاهانه کودهای شیمیایی باعث تخریب فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد. توجه به راهبردهای مدیریتی مختلف می‌تواند ضمن افزایش حاصلخیزی پایدار خاک، به افزایش تولید در واحد سطح منجر گردد. کاربرد روش‌های کم خاک‌ورزی به منظور پایداری منابع و حفظ مواد آلی خاک‌ها از اهداف اصلی پژوهش‌های کشاورزی در زمینه پایداری خاک می‌باشد. یکی دیگر از مشکلات عمده در ساختار کشاورزی مدرن امروزی، مصرف بیش از حد انرژی می‌باشد که شامل مواردی مانند سوخت ماشین آلات، کود و سم است (باروت و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش مصرف انرژی از جمله موارد عمده در مبحث کشاورزی پایدار است که یکی از راه‌های تحقق این امر استفاده از سیستم خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد (اوزتورک و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از خاک‌ورزی مرسوم در کلیه زراعت‌ها سبب صرف هزینه‌های اضافی، خاک‌ورزی بیش از حد و در نهایت به خاطر یکنواختی عمق شخم در طی سالیان متمادی سبب تشکیل لایه‌های سخت در خاک می‌گردد. از این‌رو، استفاده از سایر سیستم‌های خاک‌ورزی مشکل‌گشا خواهد بود (گیاکومینی و همکاران، ۲۰۱۰؛ سالم و همکاران، ۲۰۱۵). سیستم خاک‌ورزی حداقل با هدف حفظ محتوای رطوبت خاک، کاهش زمان لازم برای خاک‌ورزی و صرفه‌جویی در مصرف سوخت، جایگزین عملیات خاک‌ورزی مرسوم شده است. به علاوه، بقایای گیاهی در سطح مزرعه می‌تواند افزایش محتوای رطوبت خاک و سرعت نفوذپذیری آن را بهبود ببخشد (عثمان و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به این نکات و به منظور بررسی اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان انرژی مصرفی و عملکرد آفتابگردان این مطالعه انجام شد.

۲- بخش مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا واقع در روستای دستجرد در فاصله ۳۷ کیلومتری از شهر همدان انجام گرفت. نتایج آزمون خاک، بافت خاک را لوم رسی و pH آن را ۷/۴۹ نشان داد. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمار خاک‌ورزی شامل سه سطح خاک‌ورزی مرسوم (خاک‌ورزی کامل) و خاک‌ورزی حفاظتی (خاک‌ورزی کاهش یافته با چیزل و خاک‌ورزی کاهش یافته با دیسک) بود. بذر رقم یوروفلور آفتابگردان، از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. در خاک‌ورزی مرسوم زمین محل آزمایش در اوایل خرداد ۱۳۹۲ و ۹۳ تا عمق ۳۰ سانتی متری توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و همزمان در خاک‌ورزی‌های کاهش یافته نیز از ادوات چیزل و دیسک برای خاک‌ورزی استفاده گردید. عملیات کاشت گونه‌های زراعی در تاریخ ۱۰ خرداد ۱۳۹۲ و ۸ خرداد ۱۳۹۳ به‌طور همزمان با دست انجام گرفت. کاشت آفتابگردان در کرت‌هایی با ۵ ردیف کاشت به‌طول ۴/۵ متر و با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ای حدود ۲۰ سانتی‌متر و با تراکم نهایی ۹ بوته در متر مربع انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. درطول فصل رشد چندین مرتبه علف‌های‌هرز تا پایان فصل رشد و به صورت دستی وجین شدند. عملیات برداشت در اوایل مهر ماه هر سال و با توجه به زمان رسیدگی محصول در کرت‌های مختلف آزمایشی انجام گرفت. بدین صورت که بعد از حذف دو ردیف از هرطرف و حدود نیم متر از ابتدا و انتهای تمام ردیف‌ها به عنوان حاشیه، نمونه برداری از واحدهای آزمایشی به عمل آمد. عملکرد دانه آفتابگردان با ۱۲ درصد رطوبت محاسبه شد. برای تعیین عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیک ۲ متر مربع از هر کرت برداشت شد.

برای ارزیابی جریان انرژی در تیمارهای مختلف آزمایشی از شاخص کارآیی مصرف انرژی و کارایی مصرف انرژی خالص (دمیرکان و همکاران، ۲۰۰۶) استفاده گردید. این شاخص‌ها بر اساس فرمول‌های ذیل محاسبه شدند:

کارایی مصرف انرژی (Energy use efficiency)= انرژی خروجی (مگاژول) /انرژی ورودی (مگاژول)

کارایی مصرف انرژی خالص (Net energy use efficiency)= انرژی خالص (مگاژول) / انرژی ورودی (مگاژول)

۳- نتایج و بحث

اثر تیمار خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک آفتابگردان معنی دار بود. در بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی، بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک (۹۴۰ گرم در متر مربع) به خاک‌ورزی مرسوم تعلق گرفت که با خاک‌ورزی چیزل اختلاف معنی دار نداشت ولی مقدار عملکرد بیولوژیک در تیمار خاک‌ورزی با دیسک به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار خاک‌ورزی مرسوم بود (جدول ۱). برح و همکاران (۲۰۱۲) و مالتاس و همکاران (۲۰۱۳) اختلاف بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی را از نظر عملکرد بیولوژیک در گیاهانی مثل ذرت، گندم و کلزا معنی‌دار

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

ندانستند.

عملکرد دانه نیز تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی قرار گرفت. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه (به‌ترتیب ۲۷۶ و ۲۵۰ گرم در متر مربع) به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی با دیسک تعلق گرفت. خاک‌ورزی مرسوم توانست میزان عملکرد دانه را نسبت به خاک‌ورزی دیسک در حدود ۱۰ درصد افزایش داد. البته، خاک‌ورزی مرسوم با خاک‌ورزی چیزل از نظر عملکرد دانه آفتابگردان اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۱)، که شاید دلیل آن عمق بیشتر خاک‌ورزی در چیزل باشد که احتمالاً باعث توسعه بیشتر ریشه و جذب مناسب مواد غذایی می‌گردد. سالم و همکاران (۲۰۱۵) نیز در تحقیق خود اظهار داشتند که اختلاف عملکرد دانه ذرت در خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی با چیزل معنی‌دار نبود. مالتاس و همکاران (۲۰۱۳) نیز اختلاف بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی را معنی‌دار ندانستند.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک و دانه آفتابگردان

Table 1. Mean comparison of the effect of tillage on sunflower grain and biological yields

Grain yield (g m^{-2})	Biological yield (g m^{-2})	Tillage
270 a	899 ab	Chisel
250 b	859 b	Disc
276 a	940 a	Conventional

ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی در خاک‌ورزی‌های مختلف در جداول ۲ و ۳ ارئه شده است. در بین خاک‌ورزی‌های مختلف بیشترین ورودی کل انرژی مربوط به خاک‌ورزی مرسوم بود که با توجه به مصرف بالاتر سوخت و ماشین آلات، منطقی به نظر می‌رسد. هرنانز و همکاران (۲۰۱۴) و طباطبایی فر و همکاران (۲۰۰۹) نیز مصرف بالای انرژی در خاک‌ورزی مرسوم را تأیید کرده‌اند. بیشترین انرژی خروجی دانه و نیز بیشترین انرژی خروجی کاه مربوط به خاک‌ورزی مرسوم بود (جدول ۳). همچنین، در بین خاک‌ورزی‌های مختلف، بیشترین انرژی خروجی کل را خاک‌ورزی مرسوم داشت (۱۵۲۰۰۰ مگاژول). دلیل این امر را باید در عملکرد بالای دانه و کاه تیمار خاک‌ورزی مرسوم دانست. یافته‌های باروت و همکاران (۲۰۱۱) و سینگ و همکاران (۲۰۰۲) نیز مطابق با یافته‌های مطالعه حاضر است. یکی از شاخص‌های بسیار مهم در بررسی روند ورود و خروج انرژی در سامانه‌های کشاورزی، محاسبه کارایی مصرف انرژی می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق بیشترین کارایی مصرف انرژی و کارایی مصرف انرژی خالص در خاک‌ورزی چیزل بدست آمد (جدول ۴). همچنین کمترین کارایی مصرف انرژی و کارایی مصرف انرژی خالص مربوط به خاک‌ورزی مرسوم بود. مصرف انرژی کمتر و عملکرد نسبتاً مناسب در تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی سبب افزایش کارایی مصرف انرژی شده‌است. این در حالیست که کارایی مصرف انرژی خالص ارتباط تنگاتنگی با کارایی مصرف انرژی دارد. اوزتورک و همکاران (۲۰۰۶) و طباطبایی فر و همکاران (۲۰۰۹) نیز کارایی مصرف انرژی را در خاک‌ورزی حفاظتی بالاتر از خاک‌ورزی مرسوم دانستند.

جدول ۲- انرژی مصرف شده در روش‌های مختلف خاک‌ورزی (مگا ژول در هکتار)

Table 2. Energy consumed at different tillage methods treatments (MJ ha^{-1})

Energy consumed	Tillage
30398	Chisel
29984	Disc
33942	Conventional

جدول ۳- انرژی تولید شده در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی (مگا ژول در هکتار)

Table 3. Output energy (MJ ha^{-1}) by different tillage treatments

Total	Grain	Straw	Tillage
146125	67500	78625	Chisel
138625	62500	76125	Disc
152000	69000	83000	Conventional

جدول۴- نسبت‌های انرژی مصرفی و تولیدی در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

Table 4. Energy input-output ratio at different tillage treatments

Net energy use efficiency	Energy use efficiency	Tillage
3.81	4.81	Chisel
3.62	4.62	Disc
3.47	4.47	Conventional

۴- نتیجه‌گیری

عملکرد بیولوژیک و دانه آفتابگردان در خاک‌ورزی‌های حفاظتی نسبت به تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم کاهش یافتند. البته، خاک‌ورزی مرسوم با خاک‌ورزی چیزل از نظر این صفات اختلاف معنی‌دار نداشت. نتایج بررسی جریان انرژی تیمارهای آزمایشی نشان داد کارایی مصرف انرژی در خاک‌ورزی‌های حفاظتی بیش از خاک‌ورزی مرسوم بود. هرچند، انرژی خالص در خاک‌ورزی مرسوم به‌سبب تولید بیشتر نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی افزایش نشان داد. به این ترتیب نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در شرایط مشابه، کاربرد خاک‌ورزی حفاظتی با چیزل در زراعت آفتابگردان می‌تواند مصرف انرژی را کاهش داده و عملکرد اقتصادی مناسبی داشته باشد.

۵- مراجع

Castellini, M and Ventrella, D. (2012). Impact of conventional and minimum tillage on soil hydraulic conductivity in typical cropping system in Southern Italy. *Soil Till. Res. 124: 47–56.*

Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H.M., Akbolat, D & Ekinci, C. (2006). Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. *Energy Conversion Manage. 47, 1761–1769.*

Giacomini, S.J., Machet, J.M., Boizard H. & Recous, S. (2010). Dynamics and recovery of fertilizer 15 N in soil and winter wheat crop under minimum versus conventional tillage. *Soil Till. Res. 108: 51–58.*

Gundogmus, E. (2006). Energy use on organic farming: A comparative analysis on organic versus conventional apricot production on smallholding in Turkey. *Energy Conversion Manag. 47: 3351-335.*

Hernanz, J.L., Sánchez-Girón, V., Navarrete, L & Sánchez, M.J. (2014). Long-term (1983–2012) assessment of three tillage systems on the energy use efficiency, crop production and seeding emergence in a rain fed cereal monoculture in semiarid conditions in central Spain. *Field Crop Res. 166, 26–37.*

Imaz, M.J., Virto, I., Bescansa, P., Enrique, A., Fernandez-Ugalde O. & Karlen, D.L. (2010). Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. *Soil Till. Res. 107: 17–25.*

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران