

تأثیر شخم حفاظتی و مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد، مصرف انرژی و هزینه تولید گندم در خوزستان

رحیم نورآفتاب^۱، علی منصفی^{۲*}، افراسیاب راهنما قهفرخی^۳، امیر آینه‌بند^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۸

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲-استادیار و استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳-دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
*مسول مکاتبه: E-mail: a.monsefi@scu.ac.ir

چکیده

اهداف: این تحقیق با هدف بررسی اثرات شخم حفاظتی و مدیریت تلفیقی کنترل علف‌های هرز بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم و محاسبه میزان بهره‌وری از منابع و نهاده‌ها از قبیل انرژی و علفکش تحت تأثیر شخم حفاظتی و مدیریت تلفیقی کنترل علف‌های هرز، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به صورت کرت‌های یکبار خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. خاکورزی در سه سطح شامل شخم رایج (گاواهن برگردان + دیسک)، کم خاکورزی (دیسک + رتیواتور) و بی خاکورزی (کاشت مستقیم با خطی‌کار)، به عنوان کرت اصلی و کنترل علف‌های هرز در شش سطح (بدون کنترل، وجین دستی در بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت، علفکش بروموکسینیل + ام سی پی ای به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، بقایای گیاهی + آتلاتنیس به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، آتلاتنیس ۱/۵ لیتر و متریبیوزین ۱۵۰ گرم در هکتار) به صورت پس رویشی در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد که بر روی گندم رقم مهرگان (ویژه اقلیم گرم جنوب) اعمال شدند.

یافته‌ها: بین صفات مورد بررسی، عملکرد دانه تنها تحت تأثیر اثر اصلی کنترل علف‌های هرز قرار گرفت. کمترین عملکرد دانه تحت شرایط بدون کنترل با میانگین ۱/۹۳ تن در هکتار و بیشترین عملکرد دانه در شرایط کنترل با بروموکسینیل + ام سی پی ای با میانگین ۴/۱۴ تن در هکتار مشاهده شد. بین روش‌های کنترل، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. از نظر انرژی و مزایای اقتصادی نیز کمترین میزان هزینه کل در سیستم‌های خاکورزی رایج، حداقل و بدون شخم مربوط به تیمار عدم کنترل بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی در این پژوهش با توجه به نسبت بالاتر سود به هزینه حاصل از اجرای سیستم بی خاکورزی در قیاس با سیستم خاکورزی رایج، روش بی خاکورزی با توجه به مزایایی که به ویژه در استان خوزستان از نظر جلوگیری از هدررفت رطوبت و ممانعت از تخریب ساختمان خاک دارد، در صورت کنترل علف‌های هرز، سیستم خاکورزی مناسبی جهت زراعت گندم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی حفاظتی، عملکرد دانه، بازده انرژی، سود اقتصادی، گندم

Effect of Conservation Tillage and Integrated Weed Management on Yield, Energy Consumption and Profitability of Wheat in Khuzestan

Rahim NorAftab¹, Ali Monsefi², Afrasyab Rahnama Ghahfarokhi³, Amir Ayenehband²

Received: August 18, 2020 Accepted: November 30, 2020

1-Former MSc Student, Plant Production Engineering and Genetics Dept. Faculty of Agriculture. Shahid Chamran University of Ahvaz. Iran.

2- Assist. Prof., and Prof., Plant Production Engineering and Genetics Dept. Faculty of Agriculture. Shahid Chamran University of Ahvaz. Iran.

3-Assoc. Prof., Plant Production Engineering and Genetics Dept. Faculty of Agriculture. Shahid Chamran University of Ahvaz. Iran.

*Corresponding Author Email: a.monsefi@scu.ac.ir

Abstract

Background and Objective: The aim of this study was to investigate the effects of tillage and integrated weed management on growth, yield, yield components, resource use efficiency and inputs such as energy and herbicides in wheat.

Material and methods: This research was conducted in split plots and randomized complete block design with three replications in the research farm of the Faculty of Agriculture of Shahid Chamran University of Ahvaz in the 2018-19. The treatments included three tillage practices, viz. conventional tillage (disc plow + disc), low tillage (disc + the retractor) and zero-tillage (direct linear planting), as main plot and six weed management options, viz. (no control, manual weeding 30 days interval after sowing, bromoxynil + MCPA herbicide @ 1.5 liters per hectare, plant residue (mulch) + Atlantis @ 1.5 liters per hectare, Atlantis @ 1.5 liters and metribiosine @ 150 grams per hectare. Hectares) as post-emergence was considered as a sub-plot that was applied on wheat of Mehregan cultivar (especially in the semi-arid climate of the south).

Results: Among the studied traits, grain yield was only affected by the main effect of weed control. The lowest grain yield was observed under uncontrolled conditions with an average of 1.93 t.ha⁻¹ and the highest grain yield in weed management treatment was observed in bromoxynil + MCPA with an average of 4.14 t.ha⁻¹. There was no statistically significant difference between the weed control methods. In terms of energy and economic benefits, the lowest total cost in conventional tillage systems, minimum, and no-tillage was related to uncontrolled treatment.

Conclusion: In general, due to the higher ratio of profit to cost of the no-tillage system as compared to the conventional tillage system, it seems that this method is suitable tillage system to assess proper weed control in wheat cultivation, especially in order to prevent moisture lost and degradation of structure in soils of Khuzestan province.

Keywords: Conservation Tillage, Wheat, Grain Yield, Energy Efficiency, Economic Benefits

مقدمه

سال ۲۰۱۷ تولید جهانی گندم حدود ۷۷۲ میلیون تن بوده که سهم ایران حدود ۱۴ میلیون تن گزارش شده است. در این میان استان خوزستان با سطح زیرکشت حدود ۵۳۵ هزار هکتار (به ترتیب آبی و دیم برابر با ۳۸۴ و ۱۵۱) در رده اول استان‌های کشور قرار دارد (فائو، ۲۰۱۷).

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از محصولات استراتژیک است که از نظر سطح و ارزش غذایی دارای اهمیت بسیار بالایی بوده و به عنوان یکی از مهمترین و پرمصرف‌ترین گیاهان زراعی جهان شناخته شده است. براساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی (فائو)، در

بدیهی است که هرگونه تلاش در جهت افزایش تولید گندم در واحد سطح یا کاهش هزینه‌های تولید نقش مهمی را در اقتصاد کشاورزی این محصول ایفا خواهد کرد. در کشاورزی تأمین نهاده‌ها و درآمد محصول بهای ثابتی داشته، اما کاربرد مناسب امکانات زراعی و تلفیق مدیریت در پایین آوردن هزینه تولید و صرفه جویی در انرژی بسیار مهم و مؤثر خواهد بود (میسمی و جلالی ۲۰۲۰). در این رابطه استفاده بهینه از خاک به عنوان مهمترین منبع تأمین‌کننده نیازهای رشدی گیاهان می‌تواند بهره‌وری لازم از تولیدات زراعی را افزایش دهد (منصفی و همکاران ۲۰۱۶a). خاک‌ورزی عبارت است از عملیات مکانیکی برای بر هم زدن خاک که به منظور فراهم آوردن شرایط مناسب برای رشد گیاه انجام می‌گیرد. هدف خاک‌ورزی ایجاد محیطی مطلوب برای جوانه زدن بذر، رشد و توسعه ریشه، مدیریت علف‌های هرز، کنترل فرسایش و حفاظت رطوبت در خاک می‌باشد. از انواع خاک‌ورزی می‌توان به خاک‌ورزی رایج و خاک‌ورزی حفاظتی اشاره نمود، که مورد اخیر که خود به دو گروه کلی یعنی بدون خاک‌ورزی و شخم کاهش یافته قابل تفکیک است. اساس این تفکیک را می‌توان تعداد دفعات استفاده از ادواتی مانند گاواهن، دیسک، کولتیواتور، لولر و بذرکار و همچنین میزان باقی ماندن بقایای گیاه پس از انجام خاک‌ورزی (حداقل ۳۰ درصد) دانست. امروزه سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌توانند بخش مهمی از سامانه کشاورزی پایدار باشند که منافی را در رابطه با نیروی کار و کاهش مصرف سوخت و هزینه برای کشاورزان فراهم می‌کنند. نتایج حاصله از تحقیق روستا (۲۰۰۹) نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی و حداقل در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی رایج، باعث افزایش معنی‌دار مقدار ماده آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها و کاهش معنی‌دار میزان فرسایش خاک گردید. حفظ رطوبت، افزایش مواد آلی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش مصرف آب در مرحله تولید و همچنین کاهش تردد ماشین آلات کشاورزی که خود

عاملی برای فرسایش خاک و صرفه جویی در انرژی و هزینه‌های ورودی محسوب می‌شود از مهمترین اهداف خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد (منصفی و همکاران ۲۰۱۴؛ علیجانی و همکاران ۲۰۱۱). گومن و سور (۲۰۰۱) تأثیر سه روش خاک‌ورزی (حداقل خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی، حداقل خاک‌ورزی بدون حفظ بقایای گیاهی و خاک‌ورزی رایج) در کیفیت و عملکرد دانه ذرت و گندم را پنج سال بررسی کردند. این محققان نشان دادند کاهش خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی، عملکرد و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد. کشاورزی حفاظتی ترکیبی از شیوه‌های کشاورزی متعادل کننده است. این شیوه‌های کشاورزی، خاک را از طریق شخم کاهش یا بدون شخم و کشت مستقیم، کمتر به هم می‌زنند و پوشش خاک از طریق بقایای گیاهی یا مالچ حفظ می‌شود (درپش و همکاران ۲۰۱۰). باقی ماندن بقایای گیاهی در این روش بر روی زمین بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک که با محدودیت حجم آب در اختیار برای آبیاری و همچنین کمبود ماده آلی خاک به علت عدم پوشش گیاهی مواجه هستند، باعث افزایش راندمان بهره‌وری آب و تولید پایدار در عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردد و از طرف دیگر با کنترل جوانه زنی علف‌های هرز در ابتدای دوره رشد باعث کاهش رقابت اولیه می‌شود (صفاهانی و همکاران ۲۰۱۶).

علف‌های هرز یکی از مؤثرترین عوامل کاهش عملکرد محصولات زراعی مختلف هستند. در ایالات متحده آمریکا علف‌های هرز به تنهایی موجب کاهش ۱۲ درصدی عملکرد محصولات مختلف (معادل ۳۳ میلیارد دلار) می‌شوند (پیمنتال و همکاران ۲۰۰۱). براساس مطالعات زیمدال (۲۰۰۷) میزان خسارت ناشی از علف‌های هرز در کشورهای در حال توسعه ۲۵ درصد، کشورهای نیمه توسعه‌یافته ۱۰ درصد و در کشورهای توسعه‌یافته ۵ درصد برآورد شده است. به عبارت دیگر، بطور متوسط، ۱۱ درصد تولیدات جهان هر سال در اثر خسارت علف‌های هرز از بین می‌رود. علف‌های هرز در

ابتدای رشد گیاه به واسطه رقابت برای نهاده‌های کشاورزی از جمله نور، آب و مواد غذایی، باعث عدم جوانه‌زنی مناسب بذر و همچنین استقرار نامناسب گیاه زراعی جوان در مزرعه می‌گردد که افزایش این رقابت در صورت عدم کنترل صحیح بواسطه روش‌های متفاوت و در زمانهای نامناسب باعث کاهش چشمگیر عملکرد خواهد شد (منصفی و همکاران ۲۰۱۶b). میلبرگ و هالگرن (۲۰۰۴) خسارت علف‌های هرز به محصولات مختلف از جمله گندم در کشور سودان را ۳۱ درصد برآورد نمودند. نتایج تحقیقات در ایران نشان داده است که اگر مزارع گندم عاری از علف هرز گردد، حدود ۳۵ درصد به عملکرد آن افزوده می‌شود؛ کاهش عملکرد جهانی گندم بر اثر این گیاهان را ۱۳ درصد تخمین زدند (منتظری ۲۰۰۷). خسارت علف‌های هرز در گیاهان مختلف علاوه بر شرایط محیطی، حاصلخیزی خاک، گونه زراعی، زمان سبز شدن، تراکم بوته، زمان کنترل علف‌هرز، به تراکم و رقم محصول نیز بستگی دارد. منصفی و همکاران (۲۰۱۶b) اظهار داشتند که افزایش تراکم علف‌های هرز باریک برگ از طریق کاهش تعداد پنجه بارور و تعداد سنبله در متر مربع منجر به کاهش عملکرد گندم می‌گردد. کنترل شیمیایی نیز همانند سایر روش‌ها قرن‌هاست که برای حذف یا کاهش اثر علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد و به رغم برخی مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف این ترکیبات هنوز به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در جهان محسوب می‌شوند (زند و همکاران ۲۰۰۹).

متری بیوزین از مهمترین علفکش‌هایی است که در بسیاری از نقاط دنیا از جمله آرژانتین، برزیل، کانادا، ژاپن، مکزیک و آمریکا برای کنترل علف‌های هرز گندم به ثبت رسیده است (دهامو و همکاران ۲۰۰۳). این علفکش از بازدارنده های فتوسنتز در فتوسیستم II بوده و متعلق به گروه تریازینون‌ها می‌باشد و در ایران نیز از سال ۱۳۵۵ برای کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی سیب زمینی (*Solanum tuberosum*)، گوجه فرنگی ابتدای یکی از شاخص‌های مهم عملکرد محصول است و عملکرد گیاهان مختلف را می‌توان با بهینه‌سازی مصرف انرژی تا حدود ۳۰ درصد افزایش داد (تیپی و همکاران ۲۰۰۹؛ محمدی و همکاران ۲۰۱۶). با توجه به این مسئله بهره‌وری درست از سیستم‌های کشاورزی باعث افزایش محصول از یک سو و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی از سوی دیگر می‌گردد لذا تغییر رویکرد از کشاورزی متعارف به سمت کشاورزی حفاظتی یک امر ضروری و مهم می‌باشد. همانگونه که اشاره شد خاکورزی متعارف باعث از بین رفتن ساختمان فیزیکی خاک می‌شود و همین موضوع در مناطق خشک و نیمه خشک مانند خوزستان باعث هدررفت بیشتر رطوبت می‌گردد. علفکش‌ها همچنان به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی، نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز ایفا می‌کنند و به رغم مشکلات زیست محیطی که برای علفکش‌ها ذکر شده است، این ترکیبات هنوز هم از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بشمار می‌روند. یکی از راهکارهایی که جهت بهینه‌سازی مصرف علفکش‌ها مورد توجه می‌باشد، اختلاط علفکش‌ها و استفاده از اثرات هم‌افزایی آنها در اختلاط و همچنین علفکش‌های جدید نظیر متری بیوزین با میزان مصرف کمتر نسبت به انواع گذشته می‌باشد که سبب افزایش طیف کنترل علف‌های هرز، جلوگیری از توسعه مقاومت

ابتدای رشد گیاه به واسطه رقابت برای نهاده‌های کشاورزی از جمله نور، آب و مواد غذایی، باعث عدم جوانه‌زنی مناسب بذر و همچنین استقرار نامناسب گیاه زراعی جوان در مزرعه می‌گردد که افزایش این رقابت در صورت عدم کنترل صحیح بواسطه روش‌های متفاوت و در زمانهای نامناسب باعث کاهش چشمگیر عملکرد خواهد شد (منصفی و همکاران ۲۰۱۶b). میلبرگ و هالگرن (۲۰۰۴) خسارت علف‌های هرز به محصولات مختلف از جمله گندم در کشور سودان را ۳۱ درصد برآورد نمودند. نتایج تحقیقات در ایران نشان داده است که اگر مزارع گندم عاری از علف هرز گردد، حدود ۳۵ درصد به عملکرد آن افزوده می‌شود؛ کاهش عملکرد جهانی گندم بر اثر این گیاهان را ۱۳ درصد تخمین زدند (منتظری ۲۰۰۷). خسارت علف‌های هرز در گیاهان مختلف علاوه بر شرایط محیطی، حاصلخیزی خاک، گونه زراعی، زمان سبز شدن، تراکم بوته، زمان کنترل علف‌هرز، به تراکم و رقم محصول نیز بستگی دارد. منصفی و همکاران (۲۰۱۶b) اظهار داشتند که افزایش تراکم علف‌های هرز باریک برگ از طریق کاهش تعداد پنجه بارور و تعداد سنبله در متر مربع منجر به کاهش عملکرد گندم می‌گردد. کنترل شیمیایی نیز همانند سایر روش‌ها قرن‌هاست که برای حذف یا کاهش اثر علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد و به رغم برخی مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف این ترکیبات هنوز به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در جهان محسوب می‌شوند (زند و همکاران ۲۰۰۹).

متری بیوزین از مهمترین علفکش‌هایی است که در بسیاری از نقاط دنیا از جمله آرژانتین، برزیل، کانادا، ژاپن، مکزیک و آمریکا برای کنترل علف‌های هرز گندم به ثبت رسیده است (دهامو و همکاران ۲۰۰۳). این علفکش از بازدارنده های فتوسنتز در فتوسیستم II بوده و متعلق به گروه تریازینون‌ها می‌باشد و در ایران نیز از سال ۱۳۵۵ برای کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی سیب زمینی (*Solanum tuberosum*)، گوجه فرنگی

رود کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا اجرا گردید. شهر اهواز در جنوب استان خوزستان واقع شده و از نظر تقسیم‌بندی اقلیمی، جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. براساس آمار ۴۰ ساله هواشناسی، متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۱۹۹/۵ میلی‌متر است. متوسط حداکثر دما ۴۶/۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل دمای ماهیانه ۶/۶ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در تیرماه و دی‌ماه رخ می‌دهد (سازمان هواشناسی استان خوزستان). آمار هواشناسی در محدوده زمانی انجام آزمایش به صورت میانگین ماهانه در جدول ۱ ارائه شده است.

علف‌های هرز به علفکش‌ها، کاهش هزینه‌ها، کاهش دفعات سم‌پاشی که به واسطه آن کاهش تردد تراکتور و صرفه جویی در انرژی و نهایتاً کاهش ورود مواد شیمیایی به محیط زیست می‌شود. لذا باتوجه به تحقیقات اندک بر موضوع شخم حفاظتی با محوریت کنترل علف‌های هرز بصورت تلفیقی و معرفی علف‌کش ترکیبی جدید و اثر آن بر عملکرد و تغییرات هزینه تولید در استان خوزستان، مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در جنوب غربی اهواز و حاشیه غربی

جدول ۱ - میانگین ماهانه شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد (۹۸-۹۷)

ماه	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
دمای حداکثر (°C)	۲۱/۲	۱۷/۶	۲۰/۲	۲۳/۱	۲۹/۲	۳۶/۳
دمای حداقل (°C)	۱۲/۱	۹/۷۰	۹/۴۰	۱۰/۳	۱۶/۲	۲۰/۷
میانگین دمای روزانه (°C)	۱۶/۷	۱۳/۶	۱۵/۰	۱۶/۶	۲۲/۸	۲۸/۶
بارندگی (mm)	۳/۷۴	۰/۹۵	۱/۰۶	۰/۳۸	۱/۴۰	۰/۰۶
ساعات آفتابی (hours/day)	۵/۳۴	۴/۱۴	۵/۸۱	۸/۰۶	۷/۰۶	۱۰/۱
میانگین رطوبت نسبی (%)	۷۸/۳	۷۶/۲	۶۹/۷	۵۵/۲	۵۲/۰	۳۳/۷
تبخیر (mm day ⁻¹)	۱/۴۸	۱/۳۱	۱/۸۳	۲/۸۸	۴/۲۲	۷/۴۱

با ۱۳/۷ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم؛ نیتروژن کل برابر با ۰/۲۱ درصد، فسفر قابل جذب برابر با ۶/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم قابل جذب برابر با ۱۵۹/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) مقادیر ۳۰۰ کیلوگرم اوره در سه قسط (یک سوم هنگام کاشت، یک سوم اوایل پنجه‌زنی و یک سوم ابتدای ساقه رفتن)، ۳۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۳۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به صورت پایه به خاک اضافه شد. این طرح در قالب کرت‌های خرد شده در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل خاکورزی در کرت‌های اصلی (شخم رایج^۱) بدون خاکورزی یا بدون شخم^۲ و کم

تهیه و آماده‌سازی زمین در اوایل آبان ماه انجام شد. قبل از کشت، نمونه‌برداری از خاک جهت انجام آزمون خاک (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی) صورت گرفت و نیاز کودی خاک برآورد شد. براساس نتایج آزمون خاک (خاک آزمایشی دارای بافت لومی رسی (۲۱/۵ درصد شن (۲-۰/۰۵ میلی‌متر)، ۵۳/۲ درصد سیلت (۰/۰۰۲-۰/۰۵ میلی‌متر)، ۲۵/۳ درصد رس (کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر))؛ پ-هش برابر با ۷/۳۷؛ شوری ۲/۴۷ دسی‌زیمنس بر متر، درصد مواد آلی برابر با ۰/۵۱؛ کربنات کلسیم ۲۹/۲ درصد؛ ظرفیت تبادل کاتیونی برابر

² No-Tillage

¹ Conventional Tillage

زمانی ۶۰ روز پس از کشت و اطمینان از استقرار کامل گیاه اصلی با اعمال سمپاشی با پاراکوات (شرکت مهان) فاصله ۷۰ سانتی‌متری بین کرت‌های فرعی جهت جداسازی کرت‌های فرعی از هم و ایجاد راهرو جهت عبور و مرور بین کرت‌ها انجام گرفت. به طوری که کرت‌های فرعی بعد از اعمال فاصله برای جداسازی آن‌ها از هم و ایجاد مسیر رفت و آمد بین کرت‌ها و حذف خطوط کاشت اضافی حاشیه، ابعادشان ۴×۳ (۱۲ مترمربع) شد.

صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش به همراه روش اندازه‌گیری عبارت است از:

اندازه‌گیری اجزای عملکرد گندم

جهت تعیین اجزای عملکرد گندم نیز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، از هر کرت تعداد ۵ بوته انتخاب و تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور و تعداد سنبله در هر بوته مشخص و شمارش شد. سپس ۵ ساقه‌ی اصلی از هر کرت برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد و تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه گندم (با استفاده از دستگاه شمارشگر دیجیتال بذر) محاسبه شد.

عملکرد دانه، گاه و کلش، بیولوژیک و شاخص برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با استفاده از کوادرات ۲×۳ مترمربع محصول موجود در ۶ مترمربع، کفبر و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از خشک کردن نمونه‌های گیاهی در آون (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد)، نمونه‌های گیاهی توزین و عملکرد زیست توده محاسبه شد. عملکرد دانه نیز پس از کوبیدن بوته‌های گندم به دست آمد. با اندازه‌گیری مقدار دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، شاخص برداشت نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

عملکرد بیولوژیک/عملکرد دانه = شاخص برداشت

برآورد نیاز انرژی

خاکورزی^۳؛ تیمار کنترل علف‌های هرز در کرت‌های فرعی (بدون کنترل^۴، و جین دستی علف‌های هرز در دو بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت، علفکش بروموکسینیل + ام سی پی ای به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار ۳۰ روز بعد از کاشت به صورت پس‌رویشی^۵، بقایای گیاه زراعی بعد از کاشت به میزان ۵ تن در هکتار + آتلانتیس به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار ۳۰ روز بعد از کاشت به صورت پس‌رویشی، آتلانتیس ۱/۵ لیتر در هکتار ۳۰ روز بعد از کاشت به صورت پس‌رویشی و متریبوزین ۱۵۰ گرم در هکتار ۲۰ روز بعد از کاشت بصورت پس‌رویشی. لازم به ذکر است که از علفکش پاراکوات قبل از کاشت در تیمارهای بی خاکورزی جهت از بین بردن علف‌های هرز موجود در مزرعه استفاده شد. رقم گندم مورد مطالعه در این پژوهش رقم مهرگان بود که ویژه اقلیم گرم، از خزانه بین‌المللی مربوط به مرکز تحقیقات بین‌المللی ذرت و گندم (CIMMYT) انتخاب شد. با توجه به متفاوت بودن عملیات خاکورزی، آماده-سازی زمین برای هر تیمار بر اساس خاکورزی‌های رایج (گاواهن برگردان‌دار + دیسک)، کم‌خاکورزی (دیسک + رتیواتور) و بی‌خاکورزی (کاشت مستقیم با خطی کار) صورت گرفت. در ابتدا، کاشت در کرت‌های اصلی (خاکورزی) به طول ۲۲ متر انجام پذیرفت و پس از عملیات کاشت، با مشخص نمودن ابعاد کرت‌های فرعی، بقایای ذرت به میزان ۵ تن در هکتار به واحدهای آزمایشی مورد نظر (تیمار بقایای گیاه زراعی بعد از کاشت به میزان ۵ تن در هکتار + آتلانتیس (محصول شرکت بایر کراپ) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار ۳۰ روز بعد از کاشت) اضافه گردید. سبز شدن مزرعه بدون انجام آبیاری و با توجه به بارش باران صورت گرفت. تیمار متریبوزین (وارداتی غزال شیمی)، ۲۰ روز پس از سبز شدن مزرعه در تاریخ ۲۲ آذرماه و سایر تیمارهای سموم در تاریخ دوم دی‌ماه اعمال شدند. در فاصله

⁵ Post emergence

³ Reduced tillage

⁴ Un-weeded control

انرژی ورودی به انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید تفکیک می‌شود. انرژی‌های تجدید پذیر به صورت دستی، حیوانی/ گاو، بذر، کود و غیره تقسیم‌بندی می‌شوند، در حالی که انرژی‌های غیرتجدیدپذیر شامل کود شیمیایی (NPK)، تراکتور، دیزل، برق، روان کننده‌ها، ماشین آلات و مواد شیمیایی و غیره است. کل بازده خروجی هم به عملکرد دانه و هم به محصول جانبی اشاره دارد. در این پژوهش، میزان تولید انرژی حاصل

انرژی ورودی به انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید تفکیک می‌شود. انرژی‌های تجدید پذیر به صورت دستی، حیوانی/ گاو، بذر، کود و غیره تقسیم‌بندی می‌شوند، در حالی که انرژی‌های غیرتجدیدپذیر شامل کود شیمیایی (NPK)، تراکتور، دیزل، برق، روان کننده‌ها، ماشین آلات و مواد شیمیایی و غیره است. کل بازده خروجی هم به عملکرد دانه و هم به محصول جانبی اشاره دارد. در این پژوهش، میزان تولید انرژی حاصل

$$\text{بازده تبدیل انرژی} = \frac{\left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{هکتار}}\right) \text{ انرژی خروجی}}{\left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{هکتار}}\right) \text{ انرژی ورودی}}$$

$$\text{انرژی خالص (هکتار/مگاژول)} = \text{انرژی خروجی (هکتار/مگاژول)} - \text{انرژی ورودی (هکتار/مگاژول)}$$

$$\left(\frac{\text{کیلوگرم}}{\text{مگاژول}}\right) \text{ بازده انرژی ورودی به خروجی} = \frac{\text{کلش و کاه (دانه) خروجی (کیلوگرم برهکتار)}}{\text{انرژی ورودی (هکتار/مگاژول)}}$$

$$\left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{کیلوگرم}}\right) \text{ راندمان انرژی (از دید فیزیکی)} = \frac{\text{انرژی خروجی (هکتار/مگاژول)}}{\text{کلش و کاه (دانه) خروجی (کیلوگرم برهکتار)}}$$

$$\left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{واحد پولی}}\right) \text{ راندمان انرژی (از دید اقتصادی)} = \frac{\text{انرژی خروجی (هکتار/مگاژول)}}{\text{هزینه کاشت (ریال درهکتار)}}$$

تحلیل اقتصادی

تجزیه و تحلیل اقتصادی از نظر بازده و سود ناخالص و خالص: نسبت هزینه (بازده هر ریال سرمایه گذاری شده) بر اساس نرخ موجود ورودی و خروجی. کل هزینه متغیر شامل هزینه ورودی مانند بذر، کود، آبیاری و فعالیت‌های زراعی مختلف از قبیل شخم، کاشت، کنترل علف‌های هرز، برداشت، خرمن کوبی و غیره. ارزش اجاره زمین نیز در هزینه کشت در نظر گرفته شده است. بازده با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (صوفی جنوا و همکاران ۲۰۱۲).

$$\text{مقدار کاه و کلش} + \text{مقدار دانه تولیدی} = \text{بازده ناخالص}$$

$$\text{کل هزینه‌های متغیر} - \text{بازده ناخالص} = \text{بازده خالص}$$

$$\text{بازده ناخالص} / \text{کل هزینه‌های متغیر} = \text{نسبت سود به هزینه}$$

محاسبات آماری

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اجزای عملکرد گندم در جدول ۲ نشان داده شده است. در بین اجزای عملکرد تنها صفت وزن هزار دانه تحت تأثیر برهمکنش فاکتورهای خاکورزی و کنترل علف‌هرز قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین صفت وزن هزار دانه نشان داد که به جزء در دو سطح تیماری شخم حداقل و بدون شخم در

مقابل در شرایط بدون کنترل، کمترین تعداد دانه در سنبله و طول سنبله به ترتیب با میانگین ۳۵/۲ دانه و ۸/۸ سانتی‌متر به دست آمد. کنترل علف‌های هرز منجر به افزایش تعداد سنبله در مترمربع شد. کمترین تعداد دانه در سنبله در شرایط بدون کنترل با میانگین ۱۹۹/۲ سنبله مشاهده و ثبت شد، در مقابل سطح تیماری بقایا + آتلانتیس با میانگین ۲۷۵/۷ سنبله بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح را داشت که البته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح کنترل علف‌های هرز نداشت (جدول ۳).

شرایط بدون کنترل علف هرز که کمترین وزن هزار دانه به ترتیب با میانگین ۲۷/۸ و ۳۵/۷ گرم را داشتند، بین سایر سطوح تیماری از لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). در مقابل سایر صفات اجزای عملکرد دانه گندم (تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله) بروموکسینیل+ام سی پی آ با میانگین ۵۵/۱ دانه و ۱۰/۵ سانتی‌متر، به ترتیب دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله و طول سنبله بود تنها تحت تأثیر اثر اصلی کنترل علف هرز قرار گرفتند (جدول ۲). در بین سطوح مختلف کنترل علف‌هرز، سطح تیماری. در

جدول ۲- تجزیه واریانس اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر سیستم خاکورزی و مدیریت تلفیقی علف‌های هرز

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۱۰۳۵۸/۶	۴۷/۷	۱/۵۸	۱۲/۲۹
خاکورزی	۲	۳۰۱۵/۶ ^{ns}	۷۲/۹ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۱۲۵/۵ ^{ns}
خطای اصلی	۴	۴۵۸۲/۹	۶۸/۳	۰/۳۸	۲۵/۰
کنترل علف هرز	۵	۷۱۷۴/۳ ^{**}	۴۱۴/۱ ^{**}	۳/۲ ^{**}	۱۹۷/۴ ^{**}
کنترل علف هرز × خاکورزی	۱۰	۱۹۴۹/۱ ^{ns}	۳۱/۶ ^{ns}	۰/۴۰ ^{ns}	۴۰/۷ ^{**}
خطای فرعی	۳۰	۱۴۴۶/۰	۱۶/۴	۰/۵۰	۱۳/۶
ضریب تغییرات (%)		۱۴/۹	۸/۴	۷/۲	۸/۰

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

بررسی تأثیر علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد دانه گندم گزارش دادند که تیمارهای علفکش دز افزوده توتال با میانگین ۴۴۵ بیشترین و تیمار شاهد (حضور علف هرز) با میانگین ۳۱۳ کمترین تعداد سنبله در متر مربع را تولید نمود. نتایج حاصل از تحقیق علیجانی و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که روش‌های خاکورزی، بر تعداد سنبله در مترمربع و بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، و ارتفاع بوته در هر دو سال تأثیر معنی‌داری نداشت.

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، کاه و کلش، بیولوژیک و شاخص برداشت در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات متقابل تیمارهای خاکورزی و کنترل

به نظر می‌رسد که جمعیت بالای علف‌های هرز با افزایش سایه‌اندازی، رقابت شدید بر سرمنابع غذایی و در نهایت کاهش طول دوره رشد گیاه، موجب کاهش پنجه‌زنی، بلوغ و تولید سنبله می‌شوند (عطاریان و راشد محصل ۲۰۰۲). در این راستا محمد دوست و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تأثیر تداخل علف‌های هرز بر برخی عملکرد و اجزاء عملکرد پنج رقم گندم گزارش دادند که تداخل علف‌های هرز بر وزن هزار دانه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم معنی‌دار بود و منجر به کاهش هر یک از فاکتورهای مورد مطالعه شد، به طوری که حضور علف‌های هرز عملکرد دانه گندم را ۵۰ درصد کاهش داد. غفارپور و همکاران (۲۰۱۸) در

علف‌های هرز در صفات عملکرد کاه و کلش و عملکرد بیولوژیک به صورت معنی دار مشاهده شد. در مقابل، عملکرد دانه تنها تحت تأثیر اثر اصلی کنترل علف‌های هرز قرار گرفت (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر کنترل علف هرز بر اجزای عملکرد گندم

کنترل علف هرز	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (cm)	وزن هزار دانه (g)
بدون کنترل	۱۹۳/۳b	۳۵/۲c	۸/۸c	۳۶/۷c
آتالانتیس	۲۷۱a	۴۸b	۹/۹ab	۴۳/۸b
بقایا + آتالانتیس	۲۷۵/۷a	۵۰/۳b	۱۰/۳ab	۴۶/۷ab
متریوزین	۲۶۸/۴a	۴۹/۲b	۹/۶۸b	۴۸/۶a
بروموکسینیل + ام سی پی آ	۲۵۵/۴a	۵۵/۱a	۱۰/۴a	۴۸/۹a
وجین	۲۵۸/۳a	۵۰/۸b	۱۰/۱ab	۴۸/۱a

تیمارهایی با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد دانه، کاه و کلش و بیولوژیک گندم تحت تأثیر شخم حفاظتی و مدیریت تلفیقی

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	۰/۴۵	۱/۴۳	۲/۴۴	۱۵/۶
خاکورزی	۲	۰/۱۸ ^{ns}	۵/۲ ^{ns}	۶/۷ ^{ns}	۲۴/۱ ^{ns}
خطای اصلی	۴	۰/۰۷۲	۰/۸۱	۱/۰۰	۸/۹۶
کنترل علف هرز	۵	۵/۶ ^{**}	۳/۹ ^{**}	۱۸/۱ ^{**}	۱۳۹/۲ ^{**}
کنترل علف هرز × خاکورزی	۱۰	۰/۲۳ ^{ns}	۲/۶ ^{**}	۳/۱ ^{**}	۱۷/۱ ^{ns}
خطای فرعی	۳۰	۰/۲۱	۰/۷۰	۰/۹۷	۱۰/۸
ضریب تغییرات (%)		۱۳/۱	۱۰/۴	۸/۵	۱۱/۰

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

آتالانتیس (۳/۸ تن در هکتار)، متریوزین (۳/۸ تن در هکتار) و وجین (۳/۷ تن در هکتار) نداشت (جدول ۵). رقابت گیاه زراعی - علف هرز یکی از موانع مهم در تولید موفق گیاهان زراعی از جمله گندم می‌باشد. کاهش عملکرد گیاهان زراعی بر اثر تداخل علف‌های هرز تا ۹۶ درصد نیز گزارش شده است. این موضوع، گویای اهمیت مدیریت علف‌های هرز در محصولات زراعی است البته میزان کاهش عملکرد بسته به گونه، تراکم و زمان رویش

مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه نشان داد که در شرایط بدون کنترل کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۱/۹۳ (تن در هکتار) مشاهده شد (جدول ۵). روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز منجر به بهبود عملکرد دانه گندم نسبت شرایط بدون کنترل شد؛ به گونه‌ای که بیشترین عملکرد دانه در شرایط کنترل با بروموکسینیل + ام سی پی آ با میانگین ۴/۱۴ تن در هکتار مشاهده شد که البته اختلاف آماری معنی‌داری با روش‌های کنترل بقایا +

علف‌هرز، متفاوت است (آمادورامیرز و همکاران ۲۰۰۱).
علف‌های هرز نه تنها برای جذب نور، آب و مواد غذایی با گندم رقابت می‌کنند بلکه در ع
ملیات برداشت مشکل ایجاد کرده و کیفیت محصول را کاهش می‌دهند (امینی و همکاران ۲۰۱۴). پربین‌چی و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر نظام‌های مختلف زراعی و کنترل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم گزارش دادند که بین تیمارهای مبارزه و بدون مبارزه به روش شیمیایی (علفکش‌های تاپیک و بروماید ام.آ) با علف هرز از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بیشترین عملکرد دانه از تیمار مبارزه با

علف هرز (۵۴۰۲ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. در این پژوهش، تیمار کنترل علف هرز به دلیل استفاده از علفکش با کاهش جمعیت علف‌های هرز سبب افزایش عملکرد دانه شد. ویسی و همکاران (۲۰۱۸) نیز در بررسی تأثیر اختلاط علفکش‌های دومانظوره و پهن برگکش بر کنترل علف‌های هرز در گندم‌زار گزارش دادند که آتلانتیس ۱/۲۵ + بروماید ام آ ۰/۲۵ لیتر در هکتار، آتلانتیس ۱/۲۵ + بروماید ام آ ۰/۵ لیتر در هکتار و وجین دستی به ترتیب با ۱۵۵، ۱۵۸ و ۱۵۹ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون سمپاشی در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر کنترل علف هرز بر عملکرد دانه و شاخص برداشت

شاخص برداشت	عملکرد دانه ($t \cdot ha^{-1}$)	کنترل علف هرز
۲۲/۰۱b	۱/۹۳c	بدون کنترل
۲۱/۸۶a	۳/۶۵b	آتلانتیس
۳۰/۶۹a	۳/۸۳ab	بقایا + آتلانتیس
۳۱/۲۰a	۳/۷۶ab	متریوزین
۳۲/۷۷a	۴/۱۴a	بروموکسینیل+ام سی پی آ
۳۰/۷۵a	۳/۶۶ab	وجین

تیمارهایی با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

نتایج مقایسه میانگین دو صفت عملکرد کاه و کلش و عملکرد بیولوژیک نشان داد که در هر سه سیستم خاکورزی (شخم رایج، شخم حداقل و بدون شخم)، عملکرد کاه و کلش و بیولوژیک در شرایط بدون کنترل نسبت به روش‌های کنترل علف‌های هرز (آتلانتیس، بقایا + آتلانتیس)، متریوزین، بروموکسینیل+ام سی پی آ و وجین)، دارای میزان کمتری (۲۵ درصد) بود و از این نظر اختلاف آماری معنی‌داری داشتند. در مقابل، بین روش‌های مختلف کنترل، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

از نظر صفت شاخص برداشت نیز، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها کنترل علف‌هرز در سطح یک درصد بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری را داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین این صفت نشان داد که در بین سطوح مختلف کنترل علف‌هرز، کمترین شاخص برداشت در شرایط عدم کنترل علف‌هرز با میانگین ۲۲ درصد مشاهده شد و از این نظر اختلاف معنی‌داری با سطوح کنترل علف‌هرز داشت. در مقابل، سطوح کنترل علف‌های هرز اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند، که این امر مؤید آن است با مصرف کمتر علفکش افت محصول به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش نمی‌یابد.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل عملکرد کاه و کلش و بیولوژیک گیاه

خاکورزی	کنترل علف هرز	عملکرد کاه و کلش ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک ($t.ha^{-1}$)
شخم رایج	بدون کنترل	۹/۰۲a	۱۱/۱۹b
	آتانتیس	۸/۴۰a	۱۱/۹۲ab
	بقایا + آتانتیس	۸/۸۶a	۱۳a
	متریبوزین	۸/۵۸a	۱۲/۱۳ab
	بروموکسینیل+ام سی پی آ	۷/۹۴a	۱۲/۴۶ab
	وجین	۹/۲۴a	۱۲/۹۹a
شخم حداقل	بدون کنترل	۶/۵۰b	۸/۷۲b
	آتانتیس	۷/۴۴ab	۱۱/۰۲a
	بقایا + آتانتیس	۷/۹۹a	۱۱/۶۸a
	متریبوزین	۷/۹۰a	۱۱/۸۰a
	بروموکسینیل+ام سی پی آ	۸/۲۲a	۱۲/۱۳a
	وجین	۷/۵۹ab	۱۱/۲۴a
بدون شخم	بدون کنترل	۵/۲۱b	۶/۶۲b
	آتانتیس	۷/۶۳a	۱۱/۴۹a
	بقایا + آتانتیس	۹/۲۹a	۱۲/۹۷a
	متریبوزین	۸/۳۹a	۱۲/۲۴a
	بروموکسینیل+ام سی پی آ	۹/۵۴a	۱۳/۵۶a
	وجین	۸/۰۴a	۱۱/۶۴a

تیمارهایی با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

سودآوری و انرژی

در هر سه روش خاکورزی رایج، حداقل و بدون شخم نیز بیشترین درآمد ناخالص (به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۴۸۷۴، ۹۵۳۶۱ و ۱۰۱۷۳۵×۱۰^۳ ریال در هکتار)، درآمد خالص (به ترتیب با میانگین‌های ۸۲۷۱۴، ۷۳۹۰۱ و ۸۰۳۷۵×۱۰^۳ ریال در هکتار) و نسبت سود به هزینه (به ترتیب با میانگین‌های ۳/۷۳، ۳/۴۴ و ۳/۷۶) مربوط به تیمار وجین دستی و کمترین مقادیر درآمد ناخالص (به ترتیب با میانگین‌های ۶۷۹۷۳، ۶۰۴۶۴ و ۴۲۱۰۵×۱۰^۳ ریال در هکتار)، درآمد خالص (به ترتیب با میانگین‌های ۴۶۶۱۳، ۳۹۸۰۴ و ۲۱۵۴۵×۱۰^۳ ریال در هکتار) و نسبت سود به هزینه (به ترتیب با میانگین‌های ۲/۱۸، ۱/۹۳ و

$۱/۰۵$) مربوط به تیمار عدم کنترل بود (جدول ۸). طبق اطلاعات حاصل از جدول ۷ مشخص گردید که از بین سیستم‌های خاکورزی، شخم رایج بیشترین میزان انرژی ورودی و خروجی را نسبت به شخم حداقل و بدون شخم در اکثر تیمارهای کنترل داشت. در بین تیمارهای کنترل علف‌هرز نیز بقایا + آتانتیس در سیستم شخم رایج (با میانگین $۱۱/۷۹ \times ۱۰^۳$ مگاژول در هکتار)، شخم حداقل ($۱۰/۴۴ \times ۱۰^۳$ مگاژول در هکتار) و بدون شخم (با میانگین $۹/۴۴ \times ۱۰^۳$ مگاژول در هکتار) بیشترین و تیمار بدون کنترل در سیستم شخم رایج (با میانگین $۱۱/۵۵ \times ۱۰^۳$ مگاژول در هکتار)، شخم حداقل ($۱۰/۲۵ \times ۱۰^۳$ مگاژول در هکتار) و بدون شخم (با میانگین $۹/۲۵ \times ۱۰^۳$ مگاژول در هکتار) و بدون شخم (با میانگین

مگاژول در هکتار) کمترین میزان انرژی ورودی را داشتند. بیشترین و کمترین انرژی خالص خروجی و بازده تبدیل انرژی نیز به ترتیب مربوط به تیمار تلفیقی بدون شخم و وجین دستی (به ترتیب با میانگین ۱۷۳/۱ مگاژول در هکتار و ۱۹/۷) و تیمار تلفیقی بدون شخم و عدم کنترل علف هرز (به ترتیب با میانگین ۷۸/۱ مگاژول در هکتار و ۹/۴) بود (جدول ۷). تیمارهای کنترل علف-های هرز گندم به ویژه تیمار متریپوزین نیز تأثیری بسزایی در درآمد خالص حاصل از اجرای عملیات خاکورزی رایج، حداقل و بدون خاکورزی داشته‌اند که در نقطه مقابل این تیمار باعث کاهش عملکرد نیز نشده است. با توجه به اینکه نسبت سود به هزینه حاصل از اجرای سیستم خاکورزی حداقل با سیستم خاکورزی متداول تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند، به نظر می‌رسد روش خاکورزی حداقل، با وجود کنترل علف‌های هرز، سیستم خاکورزی مناسبی جهت زراعت گندم باشد که با نتایج دانشورراد و همکاران (۲۰۰۸) و منصفی و همکاران (۲۰۱۶a) همخوانی دارد.

مقادیر هزینه‌های کشت، درآمد حاصل، درآمد خالص و نسبت سود به هزینه جهت تولید محصول گندم در هکتار در هر یک از روش‌های خاکورزی با توجه به

نحوه کنترل علف‌های هرز در جدول ۸ نشان داده شده است. به منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی تیمارهای آزمایشی، ابتدا هزینه‌های عمومی زراعت گندم محاسبه و برای تمامی تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج مشخص گردید که در هر سه سیستم خاکورزی رایج، حداقل و بدون شخم بیشترین میزان هزینه‌های کشت مربوط به تیمار کنترل بقایا + آتلانتیس (به ترتیب با میانگین‌های ۲۷۵۶۰، ۲۶۸۶۰ و ۱۰۲×۲۶۷۶۰ ریال در هکتار) بود. کمترین میزان هزینه نیز در سیستم‌های خاکورزی رایج، حداقل و بدون شخم مربوط به تیمار عدم کنترل (به ترتیب با میانگین‌های ۲۱۳۶۰، ۲۰۶۶۰ و ۱۰۲×۲۰۵۶۰ ریال در هکتار) بود. در بین سیستم‌های خاکورزی نیز تیمار شخم رایج برای تمام شیوه‌های کنترل هزینه بیشتری نسبت به تیمار شخم حداقل و بدون شخم داشت. مصرف سوخت و ساعت کار بیشتر در روش خاکورزی متداول به دلیل عملیات سنگین شخم و تعداد عملیات بیشتر در مقایسه با دو سیستم دیگر خاکورزی موجب افزایش هزینه در این روش گردیده است که با نتایج امیدمهر (۲۰۱۶) در مقایسه دو روش خاکورزی رایج و کم‌خاکورزی مطابقت دارد.

جدول ۷- میانگین انرژی کشت گندم با توجه به انواع خاکورزی حفاظتی و مدیریت تلفیقی علفهای هرز

بازده تبدیل انرژی	انرژی خالص خروجی (MJ.ha ⁻¹)	انرژی خروجی (MJ.ha ⁻¹)			انرژی ورودی (10 ³ MJ.ha ⁻¹)			تیمار	خاکورزی
		مجموع	کاه و کلش	گندم	مجموع انرژی	انرژی اختصاصی	انرژی عمومی		
۱۲/۷	۱۳۵/۳	۱۴۶/۸	۱۱۲/۹	۳۳/۹	۱۱/۵۵	۲/۴۶	۹/۰۹	بدون کنترل	شخم رایج
۱۳/۶	۱۴۸/۶	۱۶۰/۳	۱۰۵/۰	۵۵/۳	۱۱/۷۴	۲/۶۵	۹/۰۹	آتالانتیس	
۱۳/۸	۱۵۱/۲	۱۶۳/۰	۱۰۷/۳	۵۵/۷	۱۱/۷۹	۲/۶۵	۹/۰۹	بقایا + آتالانتیس	
۱۵/۲	۱۶۴/۳	۱۷۵/۹	۱۱۰/۸	۶۵/۱	۱۱/۵۸	۲/۴۹	۹/۰۹	متریبوزین	
۱۴/۸	۱۶۲/۷	۱۷۴/۴	۱۱۵/۵	۵۸/۸	۱۱/۷۴	۲/۶۵	۹/۰۹	بروموکسینیل+ام سی پی	
۱۴/۷	۱۵۸/۶	۱۷۰/۲	۹۹/۳	۷۰/۹	۱۱/۵۶	۲/۴۷	۹/۰۹	وجین دستی	
۱۱/۳	۱۰۵/۹	۱۱۶/۲	۸۱/۳	۳۴/۹	۱۰/۲۵	۱/۱۶	۹/۰۹	بدون کنترل	شخم حداقل
۱۴/۳	۱۳۸/۸	۱۴۹/۲	۹۳/۱	۵۶/۱	۱۰/۴۴	۱/۳۵	۹/۰۹	آتالانتیس	
۱۵/۳	۱۴۹/۶	۱۶۰/۰	۹۸/۸	۶۱/۲	۱۰/۴۴	۱/۳۵	۹/۰۹	بقایا + آتالانتیس	
۱۵/۳	۱۴۷/۵	۱۵۷/۸	۹۹/۹	۵۷/۹	۱۰/۲۸	۱/۱۹	۹/۰۹	متریبوزین	
۱۴/۶	۱۴۱/۹	۱۵۲/۳	۹۴/۹	۵۷/۴	۱۰/۴۴	۱/۳۵	۹/۰۹	بروموکسینیل+ام سی پی	
۱۶/۰	۱۵۳/۸	۱۶۴/۱	۱۰۲/۸	۶۱/۳	۱۰/۲۶	۱/۱۷	۹/۰۹	وجین دستی	
۹/۴	۷۸/۱	۸۷/۴	۶۵/۲	۲۲/۲	۹/۲۵	۰/۱۶	۹/۰۹	بدون کنترل	بدون شخم
۱۶/۵	۱۴۶/۶	۱۵۶/۰	۹۵/۴	۶۰/۶	۹/۴۳	۰/۳۴	۹/۰۹	آتالانتیس	
۱۷/۵	۱۵۵/۹	۱۶۵/۳	۱۰۵/۰	۶۰/۳	۹/۴۴	۰/۳۵	۹/۰۹	بقایا + آتالانتیس	
۱۸/۸	۱۶۴/۷	۱۷۴/۰	۱۱۶/۲	۵۷/۸	۹/۲۷	۰/۱۸	۹/۰۹	متریبوزین	
۱۶/۷	۱۴۷/۷	۱۵۷/۱	۱۰۰/۶	۵۶/۵	۹/۴۳	۰/۳۴	۹/۰۹	بروموکسینیل+ام سی پی	
۱۹/۷	۱۷۳/۱	۱۸۲/۴	۱۱۹/۳	۶۳/۱	۹/۲۵	۰/۱۶	۹/۰۹	وجین دستی	

هزینه‌های عمومی شامل تهیه زمین، آبیاری، کود، بذر و ...

هزینه‌های اختصاصی شامل عملیات خاکورزی، سموم مورد استفاده، هزینه کارگری و ...

جدول ۸- آنالیز اقتصادی کشت گندم با توجه به انواع خاکورزی حفاظتی و مدیریت تلفیقی علف‌های هرز

نسبت سود به هزینه	درآمد خالص (۱۰ ^۳ X) ریال در هکتار)	درآمد حاصل (۱۰ ^۳ X) ریال در هکتار)			هزینه‌های کشت (۱۰ ^۳ X) ریال در هکتار)			تیمار	خاکورزی
		مجموع	کاه و کلش	گندم	مجموع هزینه‌ها	هزینه اختصاصی	هزینه عمومی		
۲/۱۸	۴۶۶۱۳	۶۷۹۷۳	۳۰۷۱۳	۳۷۲۶۰	۲۱۳۶۰	۲۲۰۰	۱۹۱۶۰	بدون کنترل	
۲/۶۸	۶۵۰۸۹	۸۹۳۴۹	۲۸۵۷۱	۶۰۷۷۸	۲۴۲۶۰	۵۱۰۰	۱۹۱۶۰	آتلانٹیس	
۲/۲۸	۶۲۸۱۵	۹۰۳۷۵	۲۹۱۹۵	۶۱۱۸۰	۲۷۵۶۰	۸۴۰۰	۱۹۱۶۰	بقایا + آتلانٹیس	شخم رایج
۳/۵۱	۷۹۱۱۴	۱۰۱۶۵۴	۳۰۱۲۴	۷۱۵۳۰	۲۲۵۴۰	۳۳۸۰	۱۹۱۶۰	متریوزین	
۳/۰۶	۷۲۳۹۷	۹۶۰۵۷	۳۱۴۲۷	۶۴۶۳۰	۲۳۶۶۰	۴۵۰۰	۱۹۱۶۰	بروموکسینیل+ام سی پی آ	
۳/۷۳	۸۲۷۱۴	۱۰۴۸۷۴	۲۷۰۱۹	۷۷۸۵۵	۲۲۱۶۰	۳۰۰۰	۱۹۱۶۰	وجین دستی	
۱/۹۳	۳۹۸۰۴	۶۰۴۶۴	۲۲۱۱۱	۳۸۳۵۳	۲۰۶۶۰	۱۵۰۰	۱۹۱۶۰	بدون کنترل	
۲/۶۹	۶۳۳۹۹	۸۶۹۵۹	۲۵۳۱۹	۶۱۶۴۰	۲۳۵۶۰	۴۴۰۰	۱۹۱۶۰	آتلانٹیس	
۲/۵۰	۶۷۲۲۹	۹۴۰۸۹	۲۶۸۷۱	۶۷۲۱۸	۲۶۸۶۰	۷۷۰۰	۱۹۱۶۰	بقایا + آتلانٹیس	شخم حداقل
۳/۱۶	۶۸۹۳۲	۹۰۷۷۲	۲۷۱۷۷	۶۳۵۹۵	۲۱۸۴۰	۲۶۸۰	۱۹۱۶۰	متریوزین	
۲/۸۷	۶۵۸۱۷	۸۸۸۳۷	۲۵۸۱۷	۶۳۰۲۰	۲۲۹۶۰	۳۸۰۰	۱۹۱۶۰	بروموکسینیل+ام سی پی آ	
۳/۴۴	۷۳۹۰۱	۹۵۳۶۱	۲۷۹۷۱	۶۷۳۹۰	۲۱۴۶۰	۲۳۰۰	۱۹۱۶۰	وجین دستی	
۱/۰۵	۲۱۵۴۵	۴۲۱۰۵	۱۷۷۲۵	۲۴۳۸۰	۲۰۵۶۰	۱۴۰۰	۱۹۱۶۰	بدون کنترل	
۲/۹۴	۶۹۰۷۸	۹۲۵۳۸	۲۵۹۵۳	۶۶۵۸۵	۲۳۴۶۰	۴۳۰۰	۱۹۱۶۰	آتلانٹیس	
۲/۵۴	۶۸۰۸۶	۹۴۸۴۶	۲۸۵۴۹	۶۶۲۹۸	۲۶۷۶۰	۷۶۰۰	۱۹۱۶۰	بقایا + آتلانٹیس	بدون شخم
۳/۳۷	۷۳۳۳۷	۹۵۰۷۷	۳۱۵۹۷	۶۳۴۸۰	۲۱۷۴۰	۲۵۸۰	۱۹۱۶۰	متریوزین	
۲/۹۱	۶۶۵۹۹	۸۹۴۵۹	۲۷۳۵۹	۶۲۱۰۰	۲۲۸۶۰	۳۷۰۰	۱۹۱۶۰	بروموکسینیل+ام سی پی آ	
۳/۷۶	۸۰۳۷۵	۱۰۱۷۳۵	۳۲۴۴۷	۶۹۲۸۸	۲۱۳۶۰	۲۲۰۰	۱۹۱۶۰	وجین دستی	

هزینه‌های عمومی شامل تهیه زمین، آبیاری، کود، بذر و ...

هزینه‌های اختصاصی شامل عملیات خاکورزی، سموم مورد استفاده، هزینه کارگری و ...

نتیجه‌گیری

مختلف خاکورزی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد

(درصد مواد آلی برابر با ۰/۵۱) که این امر سبب شد تا

با توجه به هزینه بیشتر سیستم خاکورزی رایج، نسبت

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که از نظر

عملکرد دانه، کاه و کلش و بیولوژیک بین سیستم‌های

در منطقه اقلیمی نیمه خشک) از نظر جلوگیری از هدررفت رطوبت و ممانعت از تخریب ساختمان خاک، در صورت کنترل علف‌های هرز، سیستم خاکورزی مناسبی جهت زراعت گندم باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به جهت تأمین هزینه مورد نیاز این تحقیق که قسمتی از قرارداد پژوهانه به شماره ۹۸/۳/۰۵/۱۴۹۰۹ می‌باشد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سود به هزینه در روش خاکورزی بدون شخم دارای بیشترین میزان نسبت به دو سیستم خاکورزی دیگر باشد. در هر سه روش خاکورزی رایج، حداقل و بدون شخم نیز بیشترین درآمد ناخالص، درآمد خالص و نسبت سود به هزینه مربوط به تیمار وجین‌دستی و در ادامه کنترل علف‌های هرز به واسطه مصرف علفکش متری بیوزین در مقدار کم و کمترین این صفات مربوط به شرایط بدون کنترل بود. به طور کلی با توجه به نسبت بالاتر سود به هزینه حاصل از اجرای سیستم بی‌خاکورزی در قیاس با سیستم خاکورزی رایج، به نظر می‌رسد روش بی‌خاکورزی با توجه به مزایایی که به ویژه در استان خوزستان (براساس تقسیم بندی کوپن

منابع مورد استفاده

- Alijani Kh, Bahrani M, and Kazemian S. 2011. The effect of tillage methods and amounts of corn residues on growth, yield and yield components of wheat. Iranian Journal of Crop Research, 9 (3): 483-493. (In Persian).
- Amador-Ramirez MD, Wilson RG, and Martin AR. 2001. Weed control and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) response to in-row cultivation, rotary hoeing, and herbicides. Weed Technology, 15(3): 429-436.
- Amini A, Rajaii M, and Farsinazhad K. 2014. The effect of different tillage methods on yield and yield components of wheat. Journal of Plant Ecophysiology, 6 (16): 27-38. (In Persian).
- Atarian A, and Rashedmohasel A, 2002. Competitive effects of wild oats on yield and yield components of three winter wheat cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology, 2: 25-32. (In Persian).
- Baishya A. and Sharma GL. 1990. Energy budgeting of rice-wheat cropping system. Indian Journal of Agronomy, 35(1): 167-177.
- Daneshvarrad Z, Esfahani M, Peyman MH, Rabiei M, and Samiezadeh H. 2008. Investigation of the effect of seedbed preparation methods on initial yield, yield components and some indicators of canola growth as a second crop in paddy lands. Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 12 (46): 189-202. (In Persian).
- Derpsch R, Friedrich T, Kassam A, and Li H. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 3(1):1-25.
- Dhima K, and Eleftherohorinos I. 2003. Nitrogen effect on competition between winter cereals and littleseed canarygrass, *Phytolacca*, 31: 252-264.
- FAO. 2017. Land and Plant Nutrition Management Service, 31, 860-865. Rome, Italy.
- General Meteorological Department of Khuzestan Province, <http://khuzestanmet.ir/rha/>.
- Ghafarpour S, Kazemian SA, Zarghani HA, and Hashemi ZA. 2018. The effect of sulfonylurea herbicides and crop residues on weed control and wheat grain yield. Plant Protection Studies, 32 (1): 29-38. (In Persian).

- Ghuman BS, and Sur HS, 2001. Tillage and residue management effects on soil properties in a direct drill tillage system. *Soil and Tillage Research*, 42: 209-219.
- Maysami M and Jalali A. 2020. Evaluation of Energy Input-Output in Wheat Crop Cultivation in Agro-industry Company of Mazare Novin Iranian (Agh Ghalla). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(2): 333-346. (In Persian).
- Milberg P, and Hallgren E. 2004. Yield loss due to weeds in cereals and its large-scale variability in Sweden. *Field Crops Research*, 89: 199-209.
- Mohamad-dost H, Asghari A, and Mikhalovitch A. 2009. The effect of weed-crop interference on weed canopy structure and spring barley grain yield under the influence of chemical fertilizers. *Crop Production Technology*, 9 (1): 1-10. (In Persian).
- Mohammadi S, Maysami MA, and Ajabshirchi Y, 2016. Energy consumption patterns of irrigated wheat production in Iran. *Journal of Agricultural Mechanization*, 3(2), 33-41. (In Persian).
- Monsefi A and Behera UK. 2014. Effect of tillage and weed-management options on productivity, energy-use efficiency and economics of soybean (*Glycine max*). *Indian Journal of Agronomy*, 59(3): 481-484.
- Monsefi A, Sharma A R, and Rang Zan N. 2016a. Weed management and conservation tillage for improving productivity, nutrient uptake and profitability of wheat in soybean (*Glycine max*)-wheat (*Triticum aestivum*) cropping system. *International Journal of Plant Production*, 10(1): 1-12.
- Monsefi A, Sharma A R, and Rang Zan N. 2016b. Tillage, Crop Establishment, and Weed Management for Improving Productivity, Nutrient Uptake, and Soil Physicochemical Properties in Soybean-wheat Cropping System. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18: 411-421.
- Montazeri M. 2007. The effect of wild oats (*Avena ludoviciana*), *Phalaris minor* and wild mustard (*Sinapis arvensis*) with different densities on yield and yield components of wheat. *Research and Construction*, 20(1):72-86. (In Persian).
- Omidmehr Z. 2016. Investigation of energy flow and greenhouse gases in rain fed wheat production. *Journal of Cereal Research*, 6 (3): 353-366. (In Persian).
- Parpinchi S, Biyabani A, Falahi H, and Haghighi A. 2013. Effect of different cropping systems and weed control on yield and yield components of wheat. *Applied Research on Plant Ecophysiology*, 1 (1): 71-81. (In Persian).
- Pimentel D, McNair S, Janecka J, Wightman J, Simmonds C, Connell CO, Wong E, Russel L, Zern J, Aquino T and Tsomondo T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84: 1-20.
- Rosta M J. 2009. The effect of different tillage methods on the amount of organic matter and stability of aggregates. *Journal of Soil Research*, 23(1): 61-67. (In Persian).
- Safahani AR, Dadgar T, Pasandi R, and Alaviyan M. 2016. Effect of long-term residue management, tillage and nitrogen fertilizer application on corn grain yield and soil properties. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 18 (1): 32-48. (In Persian).
- Singh MK, Pal SK, Thakur R, and Verma VN. 1997. Energy input-output relationship of cropping systems. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 67(6): 262-264.
- Sofijanovska E, Kletnikoski P, Dimovska V, and Dimitrovski Z. 2012. Comparative economic analysis of wheat production using Certified and uncertified seed: the case of ovcepole Region in republic of Macedonia. *Scientific works of uft volume lix- food science, engineering and technologies*, 922-926.
- Tarkalson, D.D., Brown, B., Kok, H., Bjorneberg, D., 2009. Irrigated small grain residue management effects on soil chemical and physical properties and nutrient cycling. *Soil Science*. 174, 303-311.
- Tipi T, Çetin B and Vardar A, 2009. An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2), 352-356.

- Veysi M, Baghestani M, and Minbashi M. 2018. Investigation of the effect of mixing dual-purpose and broadleaf herbicides on weed control in wheat fields. *Iranian Crop Science*, 49 (2): 171-183. (In Persian).
- Zand A, Baghestani M, Nezamabadi N, Moini M, and Hadizadeh M. 2009. A review of the latest list of important herbicides and weeds in Iran. *Weed Research*, 1 (2): 83-100. (In Persian).
- Zimdahl RL. 2007. *Fundamentals of weed science: A review*, Corvallis: Oregon State University.