بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به سیستم شخم متداول و بدون شخم در اصفهان

آقافخر میرلوحی[۱]، محمدعلی حاج‌عباسی[۲]، سیدجلیل رضوی[۳] و ابراهیم قناعتی[۱]

چکیده

روش‌های شخم حفاظتی به منظور جلوگیری از تخریب و فرسایش روزافزون خاک‌های زراعی و حفاظت هر چه بیشتر از منابع طبیعی، در جهان رو به گسترش است. عوامل متعددی، همچون ژنوتیپ‌های گیاهی در موفقیت استفاده از روش‌های شخم حفاظتی نقش دارند. هدف از تحقیق حاضر بررسی امکان استفاده از روش بدون شخم، و بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به این روش کشت در اصفهان بود. بدین منظور، در تابستان سال‌های ۷۴ و ۷۵، دو آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار انجام گرفت. دو روش شخم متداول و بدون شخم به عنوان فاکتورهای اصلی، و پنج هیبرید ذرت به عنوان فاکتورهای فرعی انتخاب شد.

جوانه‌زنی در همه تیمارها مشابه بود، و تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد سبز شدن، برای هیبریدهای مختلف و روش‌های متفاوت شخم شش روز به طول انجامید. نوع شخم اثر بسیار معنی‌داری بر وزن خشک گیاه در تمام دوران رشد گیاه گذاشت، و موجب کاهش آن در روش بدون شخم شد. هم چنین، تفاوت وزن خشک گیاه در ارقام مختلف در مرحله رسیدگی کامل بسیار معنی‌دار بود. شاخص سطح برگ از روند مشابهی پیروی کرد، و به صورت معنی‌داری در روش بدون شخم کاهش یافت. قطر ساقه در سال‌های مختلف آزمایش و نیز روش‌های مختلف شخم به طور معنی‌داری متفاوت بود. کمترین قطر ساقه در سال دوم آزمایش و در روش بدون شخم، با تبعیت از رشد رویشی گیاه به دست آمد. عملکرد نهایی دانه به صورت معنی‌داری تحت تأثیر سال آزمایش، روش شخم و ژنوتیپ گیاه قرار گرفت. بیشترین عملکرد دانه در سال اول و کمترین آن در سال دوم آزمایش حاصل شد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سال و شخم، مشخص شد که بیشترین کاهش عملکرد در سال دوم و در روش بدون شخم صورت گرفته است. اثر متقابل شخم و رقم از نظر آماری معنی‌دار نبود، که مبین عملکرد یکسان ژنوتیپ‌های مختلف در دو روش شخم می‌باشد، یعنی هیبریدهایی که عملکرد بهتری در روش شخم متداول داشتند، در روش بدون شخم دارای عملکرد بیشتری بودند. نتایج دو ساله این آزمایش نشان داد که تغییرات عملکرد ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در دو روش شخم یکسان است، و احتمالاً تولید ذرت در اصفهان به روش بدون شخم، با کاهش عملکرد دانه، خصوصاً در دراز مدت همراه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: *عملکرد ذرت، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، روش کاشت، خاک‌ورزی، حفاظت خاک*

۱. به ترتیب استادیار و کارشناس زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲ . دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. استادیار ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

مقدمه

سازگاری گونه‌های گیاهی با شرایط ویژه محیطی از جهات بسیاری، از جمله مصرف نهاده‌ها، استفاده بهینه از زمین‌های زراعی، آب قابل مصرف، و بازده اقتصادی مورد نظر است. ذرت یکی از گیاهان غیر بومی ایران است که به دلیل عملکرد زیاد و مصرف آن برای دام و انسان گسترش فراوان یافته است (۱). در سال‌های اخیر، با توجه به ازدیاد جمعیت و محدود بودن زمین‌های زراعی، بهره‌وری هر چه بیشتر از این زمین‌ها، و از جمله چندین کشت در یک سال، در اکثر نقاط دنیا روشی متداول شده است. هم چنین، داشتن یک کشاورزی پایدار، نیازمند حفاظت از منابع و اعمال روش‌های زراعی محافظه کارانه‌ایست که کمترین خسارت را به این منابع وارد کند. یکی از روش‌هایی که به سرعت در حال توسعه است، روش بدون شخم[1] و یا کم شخم[2] می‌باشد. طبق بررسی‌های به عمل آمده (۱۴)، استفاده از روش بدون شخم در سال‌های ۱۹۷۲-۱۹۸۲ در کشور آمریکا دو برابر شده، و در حال حاضر رو به گسترش است. از مزایای روش بدون شخم می‌توان به کاهش فرسایش بادی و آبی (۱۹)، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۳)، نگهداری بیشتر و جابه‌جایی آسان‌تر آب (۲)، تأثیر بر pH، توزیع بهتر و در دسترس بودن مواد غذایی (۶) اشاره کرد. هم چنین، با توجه به استفاده کمتر از ماشین آلات و نهاده‌های دیگر، انرژی مصرفی کاهش یافته و در نتیجه هزینه‌های تولید کم خواهد شد (۱۹).

البته استفاده از چنین روش‌هایی در بعضی از مناطق، نیازمند استفاده بیشتر از سموم برای دفع آفات و علف‌های هرز بوده و کاهش عملکرد را نیز در برداشته است (۱۴). از جمله عوامل مؤثری که در کاهش عملکرد ذرت در این روش ذکر شده است، عدم انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌باشد، زیرا ارقام هیبرید تجاری موجود اکثراً با استفاده از روش‌های متداول شخم انتخاب و تولید شده‌اند (۵ و ۱۷). البته نتایج آزمایش‌های بعضی از پژوهشگران (۱۳، ۱۵ و ۱۸) بیانگر این است که هیبریدهایی که دارای عملکرد بهتر در سیستم متداولند، در سیستم‌های کم شخم نیز عملکرد بیشتری دارند. از طرفی، بررسی‌های محققین دیگر (۵ و ۱۷) وجود اثر متقابل شخم و ژنوتیپ را نشان داده است. اقبال و همکاران (۹) با مطالعه در چغندر قند در سیستم جوی و پشته، گزارش نمودند که در بیشتر مناطق ایران، به دلیل کمبود مواد آلی در خاک، تشکیل سله باعث محدودیت‌هایی در قدرت جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه می‌شود.لیکن به دلیل وجود تنوع ژنتیکی بین هیبریدهای مختلف، احتمال یافتن ژنوتیپ‌هایی با قدرت جوانه‌زنی و سرعت رشد و نمو مساوی در سیستم کم شخم وجود دارد. لذا با در نظر گرفتن وضعیت آب و خاک ایران، بررسی امکان استفاده از چنین روش‌هایی کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، هدف این آزمایش بررسی امکان استفاده از روش بدون شخم، و با هیبریدهای مناسب ذرت در اصفهان بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو سال متوالی (تابستان ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵)، در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد انجام گرفت. میانگین دراز مدت بارندگی محل ۱۴۰ میلی‌متر و درجه حرارت سالیانه ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بافت خاک مزرعه، لومی رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی متر مکعب، و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دارای pH ۷/۸، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۱/۶ دسی زیمنس بر متر، ۳۲/۸ قسمت در میلیون فسفر و ۰/۰۶ درصد ازت بود. در هر دو سال، آزمایش‌ها در قطعه زمینی انجام گرفت که دو سال به صورت آیش و بدون هیچ شخمی رها شده بود. حجم باقی مانده از بقایای گیاهی محصول قبلی (ذرت) در زمان انجام آزمایش بسیار ناچیز، و در سطح مزرعه به طور یک‌نواخت پراکنده بود.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، و در چهار تکرار انجام گرفت. دو روش

1. No-tillage 2. Minimum-tillage

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

شخم متداول و بدون شخم به عنوان متغیرهای اصلی، و پنج هیبرید ذرت (SC-301 و SC-108 و SC-704 و DC-370 و KO_6) به عنوان متغیرهای فرعی انتخاب شدند. هیبریدهای مذکور به صورت متداول در منطقه کشت می‌گردند، و از نظر خصوصیات ژنتیکی با یکدیگر متفاوتند. تهیه زمین برای روش متداول، طبق عرف منطقه یعنی شخم برگردان، دیسک و تسطیح زمین و سپس ایجاد جوی و پشته به فاصله ۶۰ سانتی‌متر به کمک دستگاه شیار ساز صورت گرفت.

در روش بدون شخم، هیچ گونه عملیاتی که باعث به هم خوردن خاک شود انجام نگردید. کاشت روی ردیف‌هایی که از کشت قبلی باقی مانده و با فاصله ۶۰ سانتی متر از یکدیگر بودند انجام شد. در سال دوم، کرت‌های آزمایشی همانند سال اول خرد شده، و قسمت‌های بدون شخم برای دومین بار بدون شخم باقی ماند، لیکن هیبریدها با ترتیبی جدید به صورت تصادفی در بلوک‌ها قرار گرفتند. بذور در هفته سوم خرداد ماه هر سال روی ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته ۲۰ سانتی متر روی ردیف، توسط دقیق کار دستی که تا عمق پنج سانتی متری در زمین فرو می‌رفت و بذر را در زیر خاک قرار می‌داد، کاشته شد. هر هیبرید پنج ردیف به طول ۱۵ متر را به خود اختصاص داد.

کوددهی در هر دو روش، هم زمان با کاشت (۲۴ کیلوگرم در هر هکتار فسفر) و در مراحل بعدی (۹۰ کیلوگرم نیتروژن: $\frac{1}{3}$ در مرحله پنج برگی و $\frac{2}{3}$ در مرحله شروع گل‌دهی) به صورت سرک و مشابه انجام گرفت. فسفر از منبع کودی فسفات آمونیوم و نیتروژن از منبع کودی اوره (۷۹ کیلوگرم نیتروژن) و فسفات آمونیوم (۱۱ کیلوگرم نیتروژن) تأمین گشت.

کنترل علف‌های هرز با استفاده از وجین دستی، و در چندین مرحله در طول دوره رشد به اجرا درآمد. برای مبارزه با آفات، از سم اگامت در مرحله پنج برگی و مرحله اتمام گرده افشانی استفاده شد. اولین آبیاری یک روز پس از کاشت، و آبیاری‌های بعدی هر چهار الی پنج روز یک بار تا زمان استقرار گیاه، و پس از آن بر اساس ۴±۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A تنظیم گردید.

نمونه‌گیری‌ها در مراحل اولیه شامل شمارش جوانه‌ها و محاسبه درصد جوانه‌زنی و تعیین زمان کاشت تا ۵۰ درصد سبز شدن بود. در مراحل بعدی، در هر نمونه‌گیری، از کلیه تکرارها در فواصل زمانی دو هفته یک بار، به طور تصادفی از یک متر طولی با رعایت حاشیه گیاهان برداشت شده، و برای تعیین وزن خشک، در آون تهویه‌دار بادمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴۸ ساعت قرار می‌گرفتند.

شاخص سطح برگ و قطر ساقه نیز در کلیه تکرارها در زمان گرده افشانی اندازه‌گیری شد. برای تعیین شاخص سطح برگ، سطح تک‌تک برگ‌های پنج گیاه برداشت شده از یک متر طولی، با استفاده از رابطه $LA=0.75\times LW$ محاسبه گردید. در این رابطه LW سطح برگ، L طول برگ و W بزرگ‌ترین عرض برگ می‌باشد. قطر ساقه نیز در سه ناحیه (سطح خاک، زیر برگ پرچم و حد واسط بین این دو) اندازه‌گیری و میانگین آن محاسبه گردید.

به منظور تعیین عملکرد دانه، سطحی معادل ۹ متر مربع از دو ردیف میانی هر تکرار به طور کامل برداشت شد. قبل از خشک کردن نمونه، دانه با دست از بلال‌ها جدا گردید. عملکرد دانه بر اساس ۱۴ درصد رطوبت محاسبه شد. تجزیه واریانس نتایج حاصله با استفاده از برنامه کامپیوتری اس.آ.اس صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد سبز شدن، در هیبریدهای مختلف یکسان بود و شش روز به طول انجامید. هم چنین، تفاوتی در این مورد بین روش‌های شخم مشاهده نگردید. یکسان بودن فاصله زمانی این دوره برای هیبریدها و روش‌های شخم مورد بررسی، ممکن است به دلیل کم بودن رقابت برای عوامل محیطی، و یا نبودن عوامل محدود کننده در این مرحله از رشد باشد. وجود بقایای گیاهی در سطح خاک در روش‌های بدون شخم و کم شخم، از عواملی است که به طور مستقیم یا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

غیر مستقیم، از طریق اثرگذاری بر درجه حرارت خاک، می‌تواند در جوانه‌زنی و نایک‌نواختی درصد سبز شدن مؤثر باشد (۱۵). احتمالاً گیاه به دلیل عدم بقایای گیاهی در این آزمایش، و ایجاد حفره‌ای به قطر دو و عمق پنج سانتی متر در زمان کاشت، و سپس پوشانیدن بذر با خاک نرم و آبیاری یک‌نواخت، در این مرحله با عوامل محدودکننده‌ای برخورد نکرده است.

جدول ۱ تجزیه واریانس خصوصیات رشد رویشی بررسی شده در مراحل مختلف را نشان می‌دهد. وزن خشک بوته در هفته چهارم پس از کاشت، در سال‌های مختلف، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی در هفته ششم و دهم پس از کاشت، این روند تغییر کرده و تفاوت معنی‌داری بین وزن خشک در سال‌های مختلف مشاهده نشد. از عوامل مؤثر در ایجاد چنین روندی، می‌توان به رشد بهتر بعضی از ارقام در شرایط محیطی متفاوت (سال)، قبل از نزدیک شدن به مرحله زایشی اشاره نمود. همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در هفته چهارم پس از کاشت، در سال اول میانگین وزن خشک ۲/۷۳، و در سال دوم ۱/۷۲ تن در هکتار می‌باشد، ولی در هفته‌های بعدی با نزدیک شدن ارقام زودرس به مرحله زایشی و کاهش رشد رویشی، ارقام دیگر توانسته‌اند با ادامه رشد رویشی جبران این تفاوت را بنمایند.

نوع شخم اثر بسیار معنی‌داری بر وزن خشک گیاه در تمام طول دوران رشد داشت (جدول ۱). میانگین وزن خشک گیاه در روش بدون شخم همواره کمتر از روش با شخم بود. از طرفی، اثر متقابل شخم و سال برای این صفت معنی‌دار نبود. این موضوع مؤید روند یکسان وزن خشک کمتر در روش بدون شخم، در هر دو سال متوالی می‌باشد. این روند کاهشی در سال دوم از شدت بیشتری برخوردار بود.

وزن خشک ارقام مختلف در هفته‌های چهارم و ششم پس از کاشت اگر چه تفاوت داشت، ولی از نظر آماری معنی‌داری نبود. در صورتی که در هفته‌های هشتم و دهم، یعنی زمانی که گیاهان به حداکثر رشد رویشی خود رسیده بودند، این تفاوت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم KO_6 با ۱۶/۲۴ تن در هکتار بیشترین، و رقم SC-108 با ۱۰/۲۵ تن در هکتار در هفته دهم کمترین مقدار وزن خشک را داشتند. رقم KO_6 به دلیل تولید عملکرد بیولوژیک زیاد و عملکرد دانه کمتر (جدول ۴) معمولاً به عنوان ذرت علوفه‌ای کشت می‌گردد.

اثر متقابل رقم و سال برای وزن خشک ارقام معنی‌دار نبود (جدول ۱)، که این موضوع مبین روند یکسان این ارقام در سال‌های مختلف می‌باشد. اثر متقابل رقم و شخم در هفته‌های هشتم و دهم پس از کاشت معنی‌دار بود (جدول ۱). ولی این روند اثر چندانی در عملکرد دانه نداشت (جدول ۱). بیشترین کاهش وزن خشک در روش بدون شخم در این دو زمان نمونه‌گیری، مربوط به رقم KO_6 (ذرت علوفه‌ای) است، که می‌توان نتیجه گرفت این رقم مطلوب کاشت در روش بدون شخم نمی‌باشد. از طرفی، بجز رقم KO_6، در بقیه ارقام رابطه مستقیمی بین افزایش وزن خشک و عملکرد دانه مشاهده می‌گردد (جدول ۵).

اگر چه در سال اول، گیاهان سطح برگ زیادتری داشتند، ولی سطح برگ در سال‌های مختلف از تفاوت معنی‌داری برخوردار نبود. این روند، مشابه روند وزن خشک در سال‌های متفاوت بود.

شخم اثر معنی‌داری بر سطح برگ گیاهان داشت. بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۳۲) مربوط به روش با شخم متداول، و کمترین (۳/۶۴) آن مربوط به روش بدون شخم بود. این روند نیز از وزن خشک گیاهان پیروی می‌نمود.

همان گونه که انتظار می‌رفت، ارقام مختلف دارای شاخص سطح برگ متفاوت و معنی‌داری بودند. اثر متقابل سال و رقم برای این صفت معنی‌دار نبود، ولی اثر متقابل رقم و شخم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. چنانچه در جدول ۵ مشخص است، سطح برگ ارقام مختلف در دو روش شخم از روند خاصی پیروی نکرد، و اگر چه سطح برگ از عوامل تعیین کننده عملکرد نهایی دانه می‌باشد، ولی احتمالاً به دلیل وجود عوامل محدودکننده دیگر، از جمله عناصر غذایی قابل دسترس در دو روش شخم، و واکنش ارقام مختلف به این عوامل، رابطه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس وزن خشک گیاه در هفته‌های مختلف پس از کاشت، شاخص سطح برگ، قطر ساقه، و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک گیاه (هفته‌های پس از کاشت)				شاخص سطح برگ	قطر ساقه	عملکرد دانه
		چهارم	ششم	هشتم	دهم			
سال	۱	۱۹/۵۸**	۱۲/۲۹	۱/۴۶	۱/۲۰	۲۶۶۵۵	۰/۸۹۶**	۳۵/۳۸**
شخم	۱	۱۷/۵۱*	۱۴/۲۴	۳۱۳/۱۵	۱۵۷/۰۹*	۹۲۴۶۷**	۰/۲۹۶**	۴۱/۹۹**
سال×شخم	۱	۳/۴۵	۱۱/۷۳	۴۲/۴۱	۲/۶۵	۲۴۸۶	۰/۰۸۸	۲۶/۰۱**
رقم	۴	۰/۲۷	۱/۴۰	۷۵/۹۲**	۱۱۴/۳۶**	۱۳۲۵۶**	۰/۲۴۸**	۵۲/۵۵**
رقم×سال	۴	۰/۷	۵/۵۲	۷/۴۹	۲۲/۵۲	۶۲۳۵/۷	۰/۰۵۹	۷/۳۳**
رقم×شخم	۴	۰/۶۷	۲/۹۶	۲۱/۰۲*	۴۸/۲۵**	۱۲۸۳۱/۸*	۰/۰۲۷	۲/۰۵

*: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های وزن خشک گیاه در هفته‌های مختلف پس از کاشت، شاخص سطح برگ، قطر ساقه، و عملکرد ساقه

سال / شخم	وزن خشک گیاه (تن در هکتار) (هفته‌های پس از کاشت)				شاخص سطح برگ	قطر ساقه (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
	چهارم	ششم	هشتم	دهم			
سال اول	۲/۷۲^{a}	۵/۴۱^{a}	۱۱/۰۷^{a}	۱۳/۱۱^{a}	۴/۱۶^{a}	۱/۵۷^{a}	۷/۵۵^{a}
سال دوم	۱/۷۳^{b}	۴/۶۲^{a}	۱۰/۸۰^{a}	۱۲/۸۶^{a}	۳/۷۹^{a}	۱/۳۵^{b}	۶/۲۲^{b}
شخم متداول	۲/۶۹^{a}	۵/۴۳^{a}	۱۲/۹۲^{a}	۱۴/۳۸^{a}	۴/۳۲^{a}	۱/۵۲^{a}	۷/۶۱^{a}
بدون شخم	۱/۷۶^{b}	۴/۵۹^{b}	۸/۹۶^{b}	۱۱/۵۸^{b}	۳/۶۴^{b}	۱/۴۰^{b}	۶/۱۵^{b}

در هر ستون بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

مستقیمی بین سطح برگ و عملکرد دانه مشاهده نشد. در این جا نیز بیشترین سطح برگ مربوط به رقم علوفه‌ای KO_6 بود.

از آن جایی که درصد خوابیدگی (ورس) از عوامل مهم قابل اندازه‌گیری در مطالعهٔ آثار روش‌های خاک ورزی در کشت ذرت است (۵)، ولی به دلیل عدم خوابیدگی در مرحله گرده افشانی در این مطالعه، تصمیم به اندازه‌گیری قطر ساقه در این مرحله از رشد شد. این صفت تفاوت معنی‌داری در سال‌های مختلف داشت، و قطر ساقه در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود (جدول ۲). همین روند در مورد روش‌های شخم مشاهده گردید، و قطر ساقه به طور معنی‌داری در روش بدون شخم کاهش یافت. البته با توجه به میانگین قطر ساقه در جدول ۳، به نظر می‌رسد که بیشترین اثر را در معنی‌دار کردن تفاوت بین سال‌ها و روش‌های شخم، کاهش شدید قطر ساقه در سال دوم در روش بدون شخم داشته است. احتمالاً یکی از عوامل مؤثر در افزایش درصد خوابیدگی در روش‌های بدون شخم کاهش قطر ساقه در این روش می‌باشد. عدم وجود خوابیدگی در این مطالعه، خصوصاً با توجه به کاهش معنی‌دار قطر ساقه در روش بدون شخم سال دوم آزمایش، احتمالاً به علت فراهم بودن شرایط، از قبیل بادهای شدید، و یا کمتر بودن رشد رویشی گیاهان همراه با کاهش قطر ساقه بوده است (جدول ۲).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

عملکرد نهایی دانه، از اصلی‌ترین عوامل مؤثر در تعیین موفقیت یک ژنوتیپ ذرت در روش‌های متفاوت شخم است (۱۸). در این آزمایش، عملکرد دانه در سال‌های مختلف، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد با ۷/۵۵ تن در هکتار، مربوط به سال اول آزمایش، و کمترین آن با ۶/۲۲ تن در هکتار، مربوط به سال دوم می‌باشد. جدول ۲ مشخص می‌کند که وزن خشک، شاخص سطح برگ و قطر ساقه نیز دارای همین روند و دارای بیشترین مقدار در سال اول بودند. هم چنین، نوع شخم اثر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت، و روش بدون شخم باعث کاهش قابل توجه عملکرد دانه گشت.

با توجه به اثر متقابل و بسیار معنی‌دار شخم و سال، مشخص می‌گردد که بیشترین کاهش عملکرد در سال دوم و در روش بدون شخم صورت گرفته است. این کاهش با اثرگذاری بر میانگین عملکرد دانه در سال دوم، باعث معنی‌دار شدن عملکرد دانه در دو سال شده است (جدول ۲ و ۳). این در حالی است که میانگین عملکرد دانه در سال اول در دو روش، با عملکرد دانه در روش شخم سال دوم تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی هر سه (سال اول شخم، سال اول بدون شخم و سال دوم شخم) تفاوت معنی‌داری با عملکرد دانه در روش بدون شخم سال دوم داشته‌اند (جدول ۳).

گزارش‌هایی مبنی بر عملکرد مشابه یا حتی بیشتر، در روش بدون شخم تولید ذرت، در مقایسه با روش‌های شخم، در منابع علمی وجود دارد (۱۳). اما از طرف دیگر، منابع متعددی کاهش عملکرد در روش‌های بدون شخم را، به ویژه در مطالعات دراز مدت که بیشتر از یک سال تکرار شده باشد، گزارش کرده‌اند (۲، ۴، ۱۰ و ۱۴). از عوامل مؤثر ذکر شده در کاهش عملکرد در سیستم بدون شخم، می‌توان به بافت و ساختمان خاک (۳)، درجه حرارت خاک (۴ و ۷)، ژنوتیپ گیاه (۵ و ۹)، مدیریت زراعی (۱۲ و ۱۹) و کمبود عناصر غذایی (۸ و ۱۶) اشاره نمود.

در مطالعه حاضر، احتمالاً عامل اصلی کاهش عملکرد در روش بدون شخم، خصوصاً در سال دوم آزمایش، کمبود عناصر غذایی در محیط ریشه بوده است. فسفر از عناصر مهم و غیر متحرک است، که وقتی به سطح خاک اضافه می‌گردد، در روش بدون شخم به محیط ریشه نفوذ نمی‌کند، و در سطح خاک تجمع می‌یابد (۸). این در حالی است که در روش‌های شخم متداول، با مخلوط شدن خاک، گیاهان در هر سال دارای محیط ریشه جدید شده و عناصر تجمع یافته در سطح خاک در اثر شخم و مخلوط شدن با خاک، به محیط ریشه می‌رسند.

هم چنین، در خاک‌های فقیر از نظر مواد آلی، اعمال روش بدون شخم نیازمند مقدار بیشتری از کودهای ازته، در مقایسه با روش‌های شخم متداول است (۸ و ۱۶). از علل گزارش شده در این زمینه، نفوذ بیشتر آب در خاک‌های بدون شخم و آب‌شویی نیترات موجود در محیط ریشه می‌باشد. مشاهدات در این آزمایش نیز بیانگر سبزتر و شاداب‌تر بودن گیاهان در روش شخم متداول در سال دوم بود.

عملکرد دانه در ارقام مختلف نیز تفاوت بسیار معنی‌داری داشت، که مربوط به تفاوت‌های ژنوتیپی و عکس‌العمل متفاوت آنها با محیط است. این روند کاملاً طبیعی و مورد انتظار بود. هم چنین، تفاوت بسیار معنی‌دار اثر متقابل رقم و سال برای عملکرد دانه، به همین دلیل، یعنی عکس‌العمل متفاوت ژنوتیپ‌های مختلف در محیط های غیر یکسان (سال) می‌باشد.

از نتایج بسیار مهم و تعیین کننده در مطالعات مربوط به واکنش ارقام مختلف به روش‌های شخم، اثر متقابل رقم و شخم در زمینهٔ عملکرد دانه است، که در این آزمایش از نظر آماری معنی‌دار نشد. بنابراین، ارقام مختلف نسبت به عملکرد دانه در هر دو روش شخم از روند یکسانی پیروی نموده‌اند. همان گونه که در جدول ۵ دیده می‌شود، بیشترین عملکرد دانه با ۱۰/۵۵ تن در هکتار، در روش شخم مربوط به رقم SC-704، و کمترین آن با ۵/۵۲ تن در هکتار، در همین روش مربوط به رقم SC-108 است. این روند در سیستم بدون شخم کاملاً تکرار گردید، یعنی بیشترین و کمترین عملکرد دانه مربوط به دو رقم مذکور بود. هم‌چنین، بجز رقم KO_6، در بقیه ارقام رابطه مستقیمی بین عملکرد وزن خشک گیاه و عملکرد نهایی دانه قابل مشاهده است (جدول ۴).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های شاخص سطح برگ، قطر ساقه، و عملکرد دانه در دو سیستم شخم در سال‌های متفاوت

سال آزمایش	روش خاک‌ورزی	شاخص سطح برگ	قطر ساقه (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
اول	شخم متداول	۴/۴۴^{a}	۱/۵۹^{a}	۷/۷۰^{a}
اول	بدون شخم	۳/۸۷^{ab}	۱/۵۴^{a}	۷/۳۹^{a}
دوم	شخم متداول	۴/۱۹^{ab}	۱/۴۵^{a}	۷/۵۱^{a}
دوم	بدون شخم	۳/۴۰^{b}	۱/۲۶^{b}	۴/۹۲^{b}

در هر ستون بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های (دو سال) وزن خشک گیاه در هفته‌های مختلف پس از کاشت، شاخص سطح برگ، قطر ساقه، و عملکرد دانه در هیبریدهای مختلف ذرت

هیبرید ذرت	وزن خشک گیاه (تن در هکتار) (هفته‌های پس از کاشت)				شاخص سطح برگ	قطر ساقه (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
	چهارم	ششم	هشتم	دهم			
K06	۲/۲۱^{a}	۵/۱۴^{a}	۱۳/۱۳^{a}	۱۶/۲۴^{a}	۵/۳۳^{a}	۱/۶۴^{a}	۵/۰۲^{c}
SC-704	۲/۰۲^{a}	۵/۳۴^{a}	۱۳/۳۱^{a}	۱۵/۳۴^{a}	۴/۳۳^{b}	۱/۵۰^{b}	۹/۵۰^{a}
DC-370	۲/۳۶^{a}	۴/۵۳^{a}	۹/۶۲^{b}	۱۱/۶۴^{b}	۳/۳۹^{c}	۱/۳۱^{c}	۷/۴۸^{b}
SC-301	۲/۲۰^{a}	۵/۰۴^{a}	۹/۴۷^{b}	۱۱/۳۵^{b}	۳/۳۷^{c}	۱/۴۴^{b}	۷/۰۷^{b}
SC-108	۲/۳۱^{a}	۵/۰۳^{a}	۸/۹۹^{b}	۱۰/۲۵^{b}	۳/۰۵^{d}	۱/۴۰^{bc}	۵/۳۳^{c}

در هر ستون بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

هالوور و کولوین (۱۱)، با مطالعه روی چهارده سینگل کراس ذرت در پنج سال متوالی و در چهار روش شخم، نتیجه گرفتند که به دلیل عدم وجود اثر متقابل رقم و شخم، نیازی به آزمایش هیبریدهای ذرت در روش‌های مختلف نمی‌باشد. هم چنین، ماک و اربک (۱۵) با مطالعه روی شش ژنوتیپ مختلف در دو سال و با استفاده از چهار سیستم شخم، به نتیجه مشابهی رسیده و گزارش نموده‌اند که عدم وجود اثر متقابل رقم و شخم بیانگر این موضوع است که هیبریدهایی که دارای عملکرد بهتری در روش شخم متداول هستند، در روش‌های کم شخم نیز عملکرد بیشتری دارند، و در برنامه‌های اصلاحی ذرت نیازی به آزمایش ارقام در روش‌های مختلف شخم نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

۱. نتایج دو ساله آزمایش نشان داد که تولید ذرت در اصفهان به روش بدون شخم، با کاهش عملکرد دانه همراه است.

۲. واکنش ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به روش‌های شخم یکسان بوده، و احتمالاً ژنوتیپ‌هایی که در شرایط شخم متداول دارای عملکرد بیشتری هستند، در شرایط بدون شخم نیز از عملکرد زیادتری برخوردارند.

۳. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی در این زمینه، از روش‌های کم شخم، و قرار دادن عناصر غذایی همچون فسفردر محیط ریشه، و در صورت امکان ژنوتیپ‌های بیشتر استفاده گردد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های (دو سال) وزن خشک هشت و ده هفته پس از کاشت، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه با خاک‌ورزی و هیبریدهای مختلف

خاک‌ورزی	هیبرید ذرت	وزن خشک گیاه (تن در هکتار) (هفته‌های پس از کاشت)		شاخص سطح برگ	عملکرد دانه (تن در هکتار)
		هشتم	دهم		
شخم متداول	K06	۱۶/۹۴^{a}	۲۰/۴۸^{a}	۵/۷۷^{a}	۶/۰۱^{de}
شخم متداول	SC-704	۱۵/۸۱^{a}	۱۷/۲۲^{ab}	۵/۰۹^{ab}	۱۰/۵۵^{a}
شخم متداول	DC-370	۱۱/۵۴^{b}	۱۱/۶۰^{c}	۳/۶۷^{ab}	۸/۳۳^{b}
شخم متداول	SC-301	۱۰/۲۸^{bc}	۱۲/۱۸^{c}	۳/۷۸^{ab}	۷/۶۰^{bc}
شخم متداول	SC-108	۱۰/۰۲^{bc}	۱۰/۴۳^{c}	۳/۲۶^{ab}	۵/۵۲^{de}
بدون شخم	K06	۹/۶۸^{bc}	۱۲/۰۱^{c}	۴/۸۸^{ab}	۴/۰۳^{f}
بدون شخم	SC-704	۱۰/۸۱^{bc}	۱۳/۶۴^{bc}	۳/۵۷^{ab}	۸/۴۴^{b}
بدون شخم	DC-370	۷/۷۰^{c}	۱۱/۶۷^{c}	۳/۱۱^{b}	۶/۶۴^{cd}
بدون شخم	SC-301	۸/۶۶^{bc}	۱۰/۵۳^{c}	۳/۷۷^{ab}	۶/۵۳^{cd}
بدون شخم	SC-108	۷/۹۵^{bc}	۱۰/۰۵^{c}	۲/۸۴^{b}	۵/۱۴^{ef}

در هر ستون بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان، به خاطر تأمین هزینه‌های طرح، هم چنین از آقای دکتر عبدالمجید رضایی در راهنمایی طرح آزمایش، آقایان مهندس آقارخ و مهندس شهرام میراجاق در انجام خدمات رایانه‌ای، و آقای دکتر عباس همت برای نظریات مفیدشان سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. سرمدنیا، غ، ح. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. *فیزیولوژی گیاهان زراعی*. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

2. Barry, D. A. J. and M. H. Miller. 1986. Relevance to zero tillage. Can. J. Soil Sci. 66: 689-699.

3. Blevins, R. L., M. S. Smith, G. W. Thomas and W. W. Frye. 1983. Influence of conservation tillage on soil properties. J. Soil Water Conserv. 38: 301-305.

4. Borin, M. and L. Sartori. 1995. Soybean and maize production using ridge tillage, no-tillage and conventional tillage in north-east Italy. J. Agric. Eng. Res. 62: 229-236.

5. Brakke, J. P., C. A. Francis, L. A. Nelson and C. O. Gardner. 1983. Genotype by cropping system interactions in maize grown in a short season environment. Crop Sci. 23: 868-870.

6. Doran, J. W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 765-768.

7. Doran, J. W., W. W. Wilhelm and J. F. Power. 1984. Crop residue removal and soil productivity with

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]

no-till corn, sorghum and soybean. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 640-644.

8. Eckert, D. J. and J. W. Johnson. 1985. Phosphorus fertilization in no-tillage corn production. Agron. J. 77: 789-792.
9. Eghbal, M. K., M. A. Hajabbasi and H. Golsefidi. 1996. Mechanism of crust formation on a soil in Central Iran. Plant and Soil 180: 67-73.
10. Hakimi, A. H. and S. M. Chakerbart. 1976. The profitability of selected cultivations and their influence on grow and yield of silage corn. J. Agric. Eng. Res. 21: 15-19.
11. Hallauer, A. R. and T. S. Colvin. 1985. Corn hybrids response to four methods of tillage. Agron. J. 77: 547-550.
12. Hashemi-Dezfouli, A. and S. J. Herbert. 1996. Corn grain yield responses to tillage systems and plant densities. Iran Agric. Res. 15: 19-31.
13. Newell, R. L. and W. W. Wilhelm. 1987. Conservation tillage and irrigation effects on corn root development. Agron. J. 79: 160-165.
14. Hinkle, M. K. 1983. Problems with conservation tillage. J. Soil Water Conserv. 38: 201-206.
15. Mock, J. J. and D. C. Erbach. 1977. Influence of conservation tillage environments on growth and productivity of corn. Agron. J. 69: 337-340.
16. Moschler, W. W. and D. C. Martens. 1975. Nitrogen, phosphorus and potassium requirements in no-tillage and conventionally tilled corn. Soil Sci. Am. Proc. 39: 886-890.
17. Newhouse, K. E. and T. M. Crosbie. 1987. Genotype by tillage interaction of S1 lines from two maize synthetics. Crop Sci. 27: 440-445.
18. Newhouse, K. E. and T. M. Crosbie. 1986. Interactions of maize hybrids with tillage systems. Agron. J. 78: 951-954.
19. Phillips, R. E., R. L. Blevins, G. W. Thomas, W. W. Frye and S. H. Phillips. 1980. No-tillage agriculture. Science 208: 1108-1113.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.10.5]