نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص ۳۴۶-۳۳۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 2, May – Jun. 2010, p.336-346

اثر خاک‌ورزی، مدیریت پسمان گندم و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت

فرزین عبدالهی[۱]- حسین غدیری[۲*] - محمد جعفر بحرانی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۳۰

چکیده

روشهای خاک‌ورزی حفاظتی که با مدیریت مناسب پسمان زراعی همراه باشد یکی از راهکارهای جلوگیری از حذف یا سوزاندن پسمان در کشاورزی پایدار به شمار می‌رود. به منظور بررسی تاثیر مدیریت پسمان‌های گندم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت آزمایش مزرعه‌ای دو ساله در قالب طرح کرت های خرد شده سه فاکتوره که فاکتور اصلی روشهای مختلف خاک‌ورزی (گاوآهن برگردان دار، ۱ بار گاوآهن قلمی و ۲ بار گاوآهن قلمی) و فاکتورهای فرعی، شامل مقادیر مختلف پسمان گندم (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪) و مقادیر مختلف نیتروژن (۶۹، ۱۰۳/۵ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار) بود، انجام گردید. با افزایش مقادیر پسمان، کاهش نیتروژن و کاهش خاک‌ورزی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال به ویژه در سال اول کاهش یافت ولی وزن هزار دانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت. هرچند خاک‌ورزی اثری معنی‌دار بر شاخص سطح برگ نداشت، ولی افزایش مقادیر پسمان و کاهش نیتروژن موجب کاهش شاخص سطح برگ گردید. از آنجا که عملکرد دانه ذرت بین دو تیمار خاک‌ورزی با ۲بار گاوآهن قلمی در ۲۵٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، و خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار در شرایط بدون پسمان گندم و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت معنی داری وجود نداشت، می‌توان نتیجه‌گرفت که مقادیر کم پسمان گندم همراه با اجرای خاک‌ورزی متوسط به کاهش مصرف کود نیتروژن کمک می‌کند، که از اهداف اصلی سامانه‌های مدیریت پسمان در راستای کشاورزی پایدار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت پسمان، حفاظت خاک، کشت ذرت، نیتروژن

مقدمه

در سال های اخیر کاربرد پسمان‌های زراعی به عنوان منبع مهم ماده آلی، بهبود دهنده کیفیت و حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد گیاهان زراعی در کشاورزی پایدار، اهمیت یافته است (۲۸). هدف اصلی از اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، نگهداری مقادیر مناسب پسمان در سطح خاک جهت کنترل فرسایش آبی و خاکی مزارع، کاهش مصرف انرژی و حفاظت از منابع آب و خاک می‌باشد. مدیریت مناسب پسمان در مناطق خشک و نیمه خشک که حفاظت از آب و خاک اهمیت زیادی دارد، نقش به سزایی در افزایش تولید محصولات زراعی ایفا می‌کند (۲۸).

گزینه‌های قابل دسترس برای کشاورزان در رابطه با مدیریت پسمان‌های زراعی عبارت از سوزانیدن پسمان، جمع‌آوری و انتقال آن از سطح مزرعه جهت تغذیه دام، سوخت و یا سایر مصارف، کاشت مستقیم گیاه زراعی در پسمان بدون خاک‌ورزی و برگرداندن پسمان به درون خاک با استفاده از روشهای خاک‌ورزی کاهش یافته یا متداول می‌باشد (۲۸). در دهه‌های اخیر پژوهش‌های زیادی درباره تاثیر پسمان‌های زراعی بر عملکرد گیاهان زراعی انجام شده‌است. از آنجا که این مطالعات تحت تاثیر عواملی مانند کیفیت پسمان، مدیریت مزرعه، عوامل آب و هوایی و خاکی، گیاه زراعی قبلی و بر هم‌کنش بین این عوامل قرار گرفته‌اند، نتایج آنها با هم متفاوت بوده‌اند (۲۸).

ذرت (*Zea mays* L.) را می‌توان در مناطق معتدل و گرم ایران از جمله استان فارس، پس از برداشت غلات پاییزه کشت کرد. کشاورزان در این مناطق معمولا جهت آماده سازی سریعتر بستر خاک، اقدام به سوزانیدن پسمان گندم (*Triticum aestivum* L.) می‌کنند (۱۲). سوزاندن پسمان گندم، هرچند باعث آماده سازی سریع بستر و تاحدی کنترل آفات و بیماری‌ها می‌گردد (۱۴)، ولی اغلب، معایب حاصل از سوزاندن بسیار بیشتر از منافع آن است. مهمترین اثر منفی سوزانیدن و یا حذف کامل پسمان از سطح مزرعه، کاهش ماده

۱، ۲ و۳- به ترتیب دانشجوی دکتری زراعت و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(* - نویسنده مسئول: Email: ghadiri@shirazu.ac.ir)

آلی خاک در بلند مدت است (۲۸). باقی گذاشتن پسمان در سطح خاک، همراه با اجرای سامانه‌های بدون خاک‌ورزی در شرایط فصل رشد گرم و خشک، به دلیل کاهش تبخیر سطحی آب، افزایش رطوبت خاک، بهبود شرایط دمایی خاک و افزایش رشد ریشه و افزایش معدنی شدن نیتروژن خاک در مقایسه با حذف یا سوزاندن پسمان موجب افزایش عملکرد دانه ذرت می‌گردد (۳۳ و ۳۴). در مناطق سرد، سوزاندن، حذف و یا مخلوط کردن پسمان‌های گیاهی با خاک موجب افزایش عملکرد ذرت در مقایسه با سامانه‌های بدون خاک‌ورزی می‌شود، زیرا اجرای سامانه‌های بدون خاک‌ورزی در این مناطق و باقی ماندن پسمان‌های گیاهی، موجب کاهش دمای خاک ناحیه قرارگیری بذر می‌شوند که این موضوع موجب تاخیر یا عدم جوانه زنی بذر ذرت و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد (۱۳، ۱۷، ۲۴ و ۳۲). همچنین در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی حضور مقادیر زیاد پسمان در سطح خاک از طریق تداخل در کار دستگاههای کشت جهت برش مناسب خاک و همچنین قرار گرفتن مقادیر زیاد پسمان بر روی بذر (۱۷ و ۳۰) و جلوگیری از برقراری تماس مستقیم بذر با خاک (۲۴)، موجب کاهش رشد اولیه گیاهچه های ذرت در مقایسه با حذف یا سوزاندن پسمان می‌شوند. در شرایطی که احتمال تولید مواد آللوپاتیک از پسمان‌های زراعی وجود دارد، سوزاندن یا حذف پسمان موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی بعدی می شود (۲۸). باقی ماندن پسمان گندم در سطح خاک، از طریق اثر آللوپاتیک پسمان گندم، ممکن است موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی بعدی گردد (۲۰). امام و همکاران گزارش دادند که در شرایط آب و هوایی استان فارس پس از برداشت مزرعه گندم به دلیل کم بودن میزان رطوبت در لایه‌های سطحی خاک، امکان پوسیدن پسمان بسیار اندک است. در چنین شرایطی باقی گذاشتن پسمان در سطح خاک طی سال‌های متمادی موجب انباشته شدن آنها در سطح خاک خواهد شد، به‌نحوی‌که امکان استقرار بذر در بستر مناسب از دست می‌رود و به‌همین دلیل تراکم بوته در واحد سطح و درنتیجه عملکرد کاهش می‌یابد (۳).

در مناطق مختلف استان فارس بر اساس آزمایش‌های انجام شده در گیاه ذرت نشان داده شده‌است که کاهش مقادیر پسمان گندم، به میزان حدود نصف تا یک‌سوم (مابقی خرد و با خاک مخلوط شوند) در مقایسه با حالات سوزاندن و یا بدون پسمان نه تنها موجب کاهش عملکرد ذرت نمی‌گردد، بلکه در بلند مدت افزایش ماده آلی و بهبود حاصلخیزی خاک را به دنبال دارد (۴). در مطالعه‌ای ۲ ساله که به منظور ارزیابی اثر مدیریت پسمان گندم بر عملکرد ذرت توسط بحرانی و همکاران (۱۲) انجام شد، بیشترین عملکرد دانه ذرت هنگامی به دست آمد که ۲۵ تا ۵۰ ٪ پسمان گندم آبی توسط خاک‌ورزی کاهش یافته، با خاک مخلوط شد. در این مطالعه، عملکرد در تیماری که پسمان‌های گندم به طور کامل حذف شده بودند و خاک‌ورزی شامل گاوآهن قلمی و دیسک بود، بیشتر از تیمار سوزاندن پسمان و به دنبال آن شخم با گاوآهن برگردان دار بود (۱۲). از طرف دیگر مطالعات نشان می دهند که در اجرای خاک‌ورزی حفاظتی، ممکن است عملکرد ذرت تحت تاثیر برهمکنش نیتروژن با نوع خاک‌ورزی و مقادیر پسمان، قرار گیرد. در مطالعه‌ای ۴ ساله که توسط هالوورسون و همکاران (۲۳) انجام شد، نشان داده شد که در روش‌های مختلف خاک‌ورزی، با کاربرد کود نیتروژن، عملکرد دانه ذرت به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. به طوری‌که عملکرد دانه ذرت در خاک‌ورزی متداول، شامل گاوآهن برگردان دار، بیشتر از تیمار بدون خاک‌ورزی بود. در این مطالعه بیشترین عملکرد دانه ذرت در روش‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول در حالی به‌دست آمد که نیتروژن قابل استفاده خاک این دو روش به ترتیب ۲۶۸ و ۲۷۶کیلوگرم در هکتار بود (۲۳). در روش‌های خاک‌ورزی که پسمان کمتر با خاک مخلوط می‌شود، تجزیه پسمان و آزادسازی نیتروژن به کندی صورت می‌گیرد. این موضوع ممکن است موجب افزایش کاربرد نیتروژن برای حصول عملکرد مساوی با روشهای خاک‌ورزی متداول، در سالهای اول اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی گردد (۳۱). در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثرات پسمان‌های گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد گندم توسط مسکرباشی و همکاران (۷) انجام شد، نشان داده‌شد که برگرداندن پسمان‌های گیاهی به خاک قبل از کشت گندم به همراه کاربرد کود در مقادیر زیاد و متوسط اثر معنی دار بر کاهش عملکرد گندم ندارد. در این مطالعه برگرداندن یک سوم پسمان گندم به خاک همراه با کاربرد نیتروژن به میزان ۱۳۷ کیلوگرم در هکتار برای عملکرد بالا توصیه گردید. در آزمایشی دیگر اثر پسمان گندم و سودان‌گراس (*Surghum vulgare* var. sudenense) همراه با مصرف کود نیتروژن بر کمیت و کیفیت چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) مورد بررسی قرار گرفت (۱). این مطالعه نشان داد که مخلوط‌کردن کاه با خاک به‌همراه کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در زراعت چغندرقند سودمند است.

با توجه به اثرات نامطلوب سوزانیدن پسمان بر محیط زیست و خاک زراعی، در استان فارس ضروری است روش‌های مدیریت پسمان که در جهت اهداف کشاورزی پایدار هستند جایگزین سوزاندن پسمان گردد. بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف پسمان گندم، نیتروژن و روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژی ذرت و مدیریت مناسب پسمان گندم و اجرای روشهای خاک‌ورزی کاهش یافته جهت جلوگیری از سوزاندن پسمان گندم مزارع ذرت انجام شده‌است.

مواد و روش ها

این پژوهش در سالهای زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه پژوهشی کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه کوشکک استان

فارس، در ۸۰ کیلومتری شمال غرب شیراز، با ارتفاع ۱۶۵۰ متر بالاتر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ´۴۶، °۵۲ شرقی و طول جغرافیایی ´۵۰، °۲۹ شمالی انجام گردید. بافت خاک مزرعه رسی لومی، هدایت الکتریکی ۱ دسی زیمنس بر متر (dS/m) و pH خاک ۷/۳ بود. آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات سه فاکتوره که فاکتور اصلی روشهای مختلف خاک‌ورزی در سه سطح خاک‌ورزی حداقل (۱ بار گاوآهن قلمی)، خاک‌ورزی متوسط (۲ بار گاوآهن قلمی) و خاک‌ورزی متداول (۱ بار گاوآهن برگردان دار)، و فاکتورهای فرعی اول شامل مقادیر مختلف پسمان گندم آبی در چهار سطح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ پسمان و فاکتور فرعی دوم مقادیر مختلف کود اوره در سه سطح ۳۰۰، ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار که به ترتیب معادل ۱۳۸، ۱۰۳/۵ و ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود، به صورت فاکتوریل و در سه تکرار، انجام گردید.

پس از برداشت گندم در اوایل تیر ماه توسط کمباین غلات، قطعه آزمایشی جهت انجام پژوهش، در مزرعه برداشت شده گندم، انتخاب و واحدهای آزمایشی به ابعاد ۶×۳ متر و به تعداد ۱۰۸ واحد (۳ تکرار و در هر تکرار ۳۶ واحد آزمایش) در زمین طراحی‌شد. جهت برآورد تقریبی مقدار پسمان، به طور تصادفی پسمان موجود در چند واحد آزمایشی جداگانه وزن گردید و سپس میانگین اعداد به دست آمده محاسبه‌شد. عدد به دست آمده برآورد تقریبی از وزن پسمان‌های گندم در هر واحد آزمایشی بود. تیمارها با توجه به وزن پسمان در هر واحد آزمایشی، اعمال شدند. به عنوان مثال در سال اول که برآورد وزن پسمان گندم در هر واحد آزمایشی ۱۰ کیلوگرم (معادل ۵۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود، جهت اعمال تیمار ۲۵٪ پسمان، ۷/۵ کیلوگرم پسمان از واحد آزمایشی خارج شد.

پس از اعمال تیمارهای پسمان و خاک‌ورزی، زمین ۲ بار دیسک زده‌شد و رقم SC 704 ذرت در اواسط تیرماه (جدول۲) با استفاده از دستگاه ردیف‌کار پنوماتیک ذرت در عمق ۳ تا ۵ سانتیمتر با فاصله ردیفهای ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتیمتر کاشته‌شد. هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف ذرت به طول ۶ متر بود. واحدهای آزمایشی با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی هر ۷ تا ۱۰ روز توسط سیفون آبیاری شدند. نیتروژن در ۲ مرحله قبل از کاشت ذرت و در مرحله ۶ برگی، به‌صورت سرک به‌کار رفت.

در طول فصل رشد در هر نمونه‌برداری به طور تصادفی ۴ بوته ذرت از دو ردیف میانی هر کرت برداشت شد. تغییرات سطح برگ هر بوته و شاخص سطح برگ در زمان کاکل‌دهی توسط دستگاه اندازه‌گیری کننده سطح برگ مدل (Delta T Device, UK) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک وزن خشک اندام هوایی هر بوته با قرار دادن نمونه ها به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به دست آمد.

جدول۱- نتیجه تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص سطح برگ ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	شاخص سطح برگ
سال	۱	۱۶۴/۰۵**	۱۲۱/۸۹**	۵۷/۷۹**	۰/۱۶^{ns}	۱۴/۱۹**
تکرار × سال	۲	۰/۰۷**	۵/۶۶**	۳۶۷۸/۹*	۳۵۹^{ns}	۱/۸۴^{ns}
خاک‌ورزی	۲	۵۷/۲۶**	۴۲/۲۲**	۱۱/۱۰*	۱/۱۲^{ns}	۶/۲۰^{ns}
تکرار× خاک‌ورزی	۴	۷/۹۰^{ns}	۲۳/۰۲^{ns}	۶۶۴/۳^{ns}	۴۰۹/۹^{ns}	۲۳/۰۲^{ns}
سال × خاک‌ورزی	۲	۱۰/۶۶*	۱۵/۴۶**	۱۷/۱۸**	۱/۴۲^{ns}	۲/۱۶^{ns}
پسمان	۳	۸۸/۱۱**	۴۹/۱۷**	۲۵/۱۴**	۴/۲۹^{ns}	۱۰/۳۵*
سال × پسمان	۳	۲/۳۴^{ns}	۱/۸۹^{ns}	۱/۷۱^{ns}	۱/۵۹^{ns}	۱/۲۹^{ns}
نیتروژن	۲	۲۶/۷۰**	۱۴/۲۲**	۱۴/۶۲*	۲/۲۸^{ns}	۵/۶۰*
سال × نیتروژن	۲	۱/۳۴^{ns}	۱/۳۰^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۸۰^{ns}	۲/۹۸^{ns}
خاک‌ورزی × پسمان	۶	۳۶/۴۴**	۳۱/۲۶**	۳۲/۸۸*	۱۲/۰۰^{ns}	۹/۱۲^{ns}
خاک‌ورزی × نیتروژن	۴	۷/۵۲*	۵/۹۲*	۷/۴۴*	۳/۲۰^{ns}	۲/۱۲^{ns}
پسمان × نیتروژن	۶	۱۴/۱۶*	۱۶/۳۸*	۱۴/۰۸*	۸/۸۸^{ns}	۴/۹۸^{ns}
پسمان × نیتروژن × خاک‌ورزی	۱۲	۸/۲۸^{ns}	۱۰/۰۸^{ns}	۱۱/۴۰^{ns}	۱۹/۰۸^{ns}	۵/۷۶^{ns}
خطا	۱۳۲	۱۵۸/۸۵	۱۰۴۹/۳۴	۳۸۳۵۸۵/۰۰	۹۸/۴۱	۴۸۳۲۱/۰۰

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ ٪، معنی‌دار در سطح ۱٪ و غیر معنی دار

در زمان برداشت، گیاهان دو ردیف میانی هر واحد آزمایشی برداشت گردیدند و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه، محاسبه شد. تجزیه‌های آماری و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم افزار SAS و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس صفات عملکرد ، اجزای عملکرد و شاخص سطح برگ در زمان کاکل‌دهی ذرت در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

اثر سال در تمام صفات به‌جز وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول۱)، و میانگین صفات در سال دوم به طور معنی‌دار بیشتر از سال اول بود (جدول۲). این موضوع ممکن است به دلیل تفاوت تاریخ کاشت در دو سال آزمایش باشد (تاریخ کاشت ذرت در سال اول و دوم به ترتیب، ۲۰ و ۱۱ تیر ماه بود) (جدول ۳). به دلیل تاخیر در تاریخ کاشت و میانگین کمتر دما در سال اول، ذرت درجه- روز- رشد (GDD)[1] کمتری نسبت به سال دوم دریافت کرده‌است (دمای پایه ذرت ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته‌شد). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که با کاهش GDD دریافتی، عملکرد دانه ذرت کاهش می‌یابد (۲).

برهمکنش سال × خاک‌ورزی برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال معنی‌دار بود (جدول ۱). این موضوع بیانگر تاثیر غیر یکسان خاک‌ورزی روی این صفات در هر دو سال متوالی می‌باشد. وزن هزار دانه ذرت تحت تاثیر خاک‌ورزی، مقادیر پسمان و نیتروژن قرار نگرفت (جدول‌های ۱ و ۴ تا ۷). این موضوع مشابه با نتایج بحرانی و همکاران (۱۲) بود که گزارش کردند وزن هزار دانه ذرت تحت تاثیر تیمارهای مدیریت پسمان قرار نمی‌گیرند، زیرا وزن هزار دانه یک ویژگی ژنتیکی بوده و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد (۲۷). اثر خاک‌ورزی بر روی تمام صفات به جز وزن هزار دانه و شاخص سطح برگ در مرحله کاکل‌دهی معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۸). این موضوع مطابق با نتایج مطالعات قبلی است که نشان می‌دهند روشهای خاک‌ورزی تاثیر معنی‌دار بر عملکرد دانه (۵، ۸، ۱۲، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۹ و ۳۱)، عملکرد بیولوژیک (۵، ۸ و۱۲) و تعداد دانه در بلال (۱۲)، می‌گذارد. برخلاف نتایج میرلوحی و همکاران (۶) و بحرانی و همکاران (۱۲) که نشان دادند خاک‌ورزی اثر معنی‌دار بر سطح برگ دارد، در این مطالعه تاثیر خاک‌ورزی بر سطح برگ در مرحله کاکل دهی ذرت معنی‌دار نبود.

تفاوت بین میانگین‌ها در صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال در دو سال آزمایش معنی دار بود. در حالی‌که وزن هزار دانه تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت و تفاوت میانگین‌ها روند معنی‌داری را نشان ندادند (جدول‌های ۴ تا ۷). در سال اول بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک ذرت در تیمارهای خاک‌ورزی با گاوآهن‌های برگردان‌دار و ۲ بار قلمی در سطوح صفر و ۲۵٪ پسمان و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و گاوآهن برگردان‌دار در ۲۵٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در سال دوم، در تیمارهای۲ بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در ۲۵٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، خاک‌ورزی با گاوآهن‌های برگردان‌دار و ۲ بار قلمی در سطوح صفر٪ پسمان و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۲ بار گاوآهن قلمی در سطوح ۲۵ و ۵۰٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده‌گردید و میانگین سایر تیمارها به طور معنی‌دار کمتر از آنها بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). در سال اول با افزایش میزان پسمان، کاهش میزان نیتروژن و خاک‌ورزی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال کاهش یافت، در حالی‌که در سال دوم این روند مشاهده نشد و افزایش میزان پسمان تا ۲۵ و ۵۰ ٪ و تبدیل خاک‌ورزی برگردان دار به قلمی در اغلب موارد موجب افزایش عملکرد گردید. در سال اول کمترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال در تیمار ۱ بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در سطح ۷۵٪ پسمان گندم و کاربرد ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). در سال دوم کمترین عملکردها در تیمارهایی مشاهده شد که خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار و ۱ بار قلمی در سطوح زیاد پسمان و مقادیر کم نیتروژن انجام شده بود، به طوری‌که کمترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال در تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار در سطح ۷۵٪ پسمان و کاربرد ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد .

بر همکنش خاک‌ورزی × پسمان اثر معنی داری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال گذاشت (جدول ۱). در سال اول بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بلال و شاخص سطح برگ در زمان کاکل‌دهی در برهمکنش گاوآهن برگردان‌دار × مقادیرصفر و ۲۵٪ پسمان گندم و در سال دوم در ۲بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در ۲۵٪ پسمان گندم به دست‌آمد (جدول۴). این نتایج مشابه با نتایج بحرانی و همکاران (۱۲) بود که گزارش کردند بیشترین عملکرد دانه ذرت در شرایط مخلوط کردن ۲۵ تا ۵۰٪ پسمان گندم با خاک و به دنبال آن خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی به دست می‌آید (۱۲).

1- Growing Degree Days

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص سطح برگ ذرت در سالهای ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷

سال	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص سطح برگ
۱۳۸۶	۱۱/۱ b	۲۳/۰ b	۵۰۱ b	۲۵۴/۳ a	۷/۳۶ b
۱۳۸۷	۱۳/۰ a	۲۷/۲ a	۵۵۷ a	۲۵۷/۴ a	۷/۸۰ a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

جدول۳- میانگین دما در دوره‌های مختلف رشد و درجه روز رشد دریافتی در طول دوره رشد ذرت.

سال	میانگین دما (درجه سانتیگراد)				GDD (درجه سانتیگراد-روز)	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت
	کاشت تا برداشت دانه		گلدهی تا برداشت دانه				
	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه			
۱۳۸۶	۱۶/۳	۳۳/۱	۱۲/۶	۲۹/۲	۱۶۹۱/۵	۲۰تیر	۱۴آبان
۱۳۸۷	۱۷/۵	۳۳/۶	۱۴/۳	۳۰/۴	۱۹۰۶/۵	۱۱تیر	۱۰آبان

جدول٤- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش خاک‌ورزی و پسمان گندم بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص سطح برگ ذرت

خاک‌ورزی	پسمان گندم	عملکرد دانه (تن در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		تعداد دانه در بلال		وزن هزار دانه (گرم)		شاخص سطح برگ	
	(٪)	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷
گاوآهن	۰	۹/۸۳ ef	۱۱/۷۷ fg	۱۹/۹۲ fg	۲۴/۱۵ de	۴۶۵ de	۵۰۹ e	۲۵۶ ab	۲۶۷ a	۶/۹۸ c	۷/۲۹ bc
قلمی	۲۵	۱۰/۴۷ de	۱۳/۷۷ b	۲۲/۴۱ ed	۲۸/۹۲ ab	۵۰۳ bcd	۵۹۹ ab	۲۵۹ ab	۲۶۲ abc	۷/۲۹ abc	۸/۱۲ a
(۱بار)	۵۰	۱۰/۴۱ de	۱۲/۷۹ cde	۲۱/۳۷ ef	۲۶/۴۷ bcd	۴۹۲ b-e	۵۴۷ cde	۲۴۵ ab	۲۴۹ abc	۷/۱۰ bc	۷/۵۷ abc
	۷۵	۹/۵۲ f	۱۱/۷۹ fg	۱۸/۷۳ g	۲۴/۷۳ de	۴۶۳ de	۵۴۲ cde	۲۵۷ ab	۲۵۹ abc	۷/۵۳ abc	۷/۰۳ c
گاوآهن	۰	۱۲/۲۸ ab	۱۳/۶۴ bc	۲۳/۴۵ cd	۲۸/۱۳ abc	۵۰۹ bcd	۵۸۸ abc	۲۶۲ a	۲۶۴ ab	۷/۶۷ abc	۸/۰۴ ab
قلمی	۲۵	۱۲/۳۳ ab	۱۴/۷۴ a	۲۴/۵۹ bc	۳۰/۴۵ a	۵۳۵ ab	۶۳۴ a	۲۵۴ ab	۲۵۴ abc	۷/۵۹ abc	۸/۲۲ a
(۲بار)	۵۰	۱۱/۵۶ bc	۱۳/۷۶ bc	۲۳/۵۲ cd	۲۹/۳۴ a	۵۱۲ bc	۵۸۳ bcd	۲۵۲ ab	۲۵۶ abc	۷/۱۰ bc	۷/۸۱ abc
	۷۵	۱۰/۴۲ de	۱۲/۶۴ def	۲۲/۲۴ ed	۲۶/۴۲ bcd	۴۵۶ e	۵۴۳ cde	۲۵۱ ab	۲۴۶ bc	۷/۱۲ bc	۸/۰۴ ab
گاوآهن	۰	۱۲/۹۳ a	۱۳/۸۱ b	۲۶/۶۴ a	۳۰/۳۳ a	۵۸۰ a	۵۸۵ abc	۲۵۳ ab	۲۵۰ abc	۷/۸۶ a	۸/۱۹ a
برگردان‌دار	۲۵	۱۲/۵۰ a	۱۳/۵۳ bcd	۲۶/۵۰ ab	۲۷/۹۸ abc	۵۳۸ ab	۵۳۱ de	۲۵۶ ab	۲۵۱ abc	۷/۷۲ ab	۷/۸۹ ab
	۵۰	۱۰/۸۹ cd	۱۲/۴۳ ef	۲۳/۴۴ cd	۲۶/۰۰ c-e	۴۹۲ b-e	۴۹۸ e	۲۵۷ ab	۲۶۴ ab	۷/۱۹ abc	۷/۷۷ abc
	۷۵	۱۰/۰۴ ef	۱۱/۲۰ g	۲۱/۸۶ ed	۲۳/۶۹ e	۴۸۲ cde	۵۲۶ de	۲۵۱ ab	۲۴۳ c	۷/۱۶ abc	۷/۶۴ abc

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

در سال اول تفاوت عملکرد دانه بین سطوح پسمان ۲۵ و ۵۰٪ در خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی معنی‌دار نبود. ولی در سال دوم این تفاوت‌ها معنی‌دار بود. از آنجا که تغییر همزمان خاک‌ورزی از گاوآهن برگردان‌دار به ۲ بار گاوآهن قلمی و افزایش میزان پسمان گندم از صفر به ۲۵٪، در سال اول تغییری در عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال ذرت ایجاد نکرد ولی در سال دوم موجب افزایش معنی‌دار این صفات گردید (جدول۴)، می‌توان نتیجه‌گرفت که نگهداری مقادیر کم پسمان گندم (۲۵٪) و به دنبال آن انجام خاک‌ورزی با شدت کمتر از گاوآهن برگردان‌دار (۲ بار گاوآهن قلمی)، نه تنها موجب کاهش عملکرد دانه ذرت نسبت به شخم با گاوآهن برگردان دار در شرایط بدون پسمان نمی‌گردد، بلکه در بلند مدت ممکن است موجب افزایش عملکرد دانه ذرت شود. این موضوع نتایج مطالعات قبلی را که نشان می‌دهند سرعت تجزیه پسمان به نوع خاک‌ورزی بستگی دارد (۱۰، ۱۱، ۱۹، ۲۱، ۲۲ و ۲۹) تایید می‌کند، بطوری که با افزایش میزان اختلاط پسمان با خاک در اثر افزایش شدت خاک‌ورزی (گاوآهن برگردان‌دار)، در کوتاه مدت به دلیل افزایش میزان تهویه خاک (۲۹) و قرار گیری پسمان در شرایط رطوبتی مناسب‌تر اعماق خاک (۱۶) تجزیه پسمان تسریع می‌یابد و در اثر تسریع معدنی شدن، میزان فراهمی نیتروژن در خاک برای گیاه زراعی بعدی افزایش می‌یابد (۱۹). در حالی‌که در بلند مدت، آب‌شویی نیتروژن و هدرروی آن زیاد

می‌شود (۱۰ و ۲۱) و این موضوع ممکن است دلیل کاهش عملکرد در برهمکنش گاوآهن برگردان دار × ۲۵٪ پسمان گندم در سال دوم باشد (جدول ۴).

با افزایش مقدار پسمان گندم از ۲۵ به ۷۵٪، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال ذرت در هر سه روش خاک‌ورزی کاهش یافت (جدول ۴). این موضوع مشابه نتایج بحرانی و همکاران (۱۲) بود که نشان دادند در روش‌های مختلف خاک‌ورزی با افزایش میزان پسمان گندم از ۲۵ و ۵۰ ٪ به ۷۵ و ۱۰۰٪ عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال ذرت کاهش می‌یابد. هنگامی‌که مقادیر زیاد پسمان گندم با خاک مخلوط شوند، یا اثر آللوپاتیک آنها عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (۲۰ و ۲۵)، و یا ممکن است پسمان شرایط سردتر خاک برای رشد اولیه گیاهچه فراهم کند (۹) و یا به دلیل نسبت C/N بالا، نیتروژن به طور موقت غیر متحرک شده و برای حصول عملکرد بهینه، غیر قابل دسترس باشد (۱۸، ۲۱، ۲۶ و ۲۹) و یا اینکه حضور فیزیکی پسمان مانع جوانه زنی بذر و استقرار گیاهچه گردد (۱۷ و ۳۰).

برهمکنش خاک‌ورزی × نیتروژن و پسمان × نیتروژن بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بلال معنی‌دار بود (جدول۱). در هر دو سال، با افزایش میزان نیتروژن در هر روش خاک‌ورزی، میانگین صفات، افزایش یافت (جدول ۵). مشابه این نتایج، هالوورسون و همکاران (۲۳) نشان دادند که با افزایش نیتروژن، عملکرد دانه ذرت در هر نوع خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. در هر دو سال، بیشترین میانگین کلیه صفات به ترتیب در شرایط خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار همراه با کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، و ۲بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، و کمترین آن به ترتیب در ۱بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی همراه با کاربرد ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، و خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار همراه با کاربرد ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول۵).

مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن در سطوح مختلف پسمان نشان می‌دهند که با کاهش میزان نیتروژن در هر سطح پسمان، میانگین صفات به جز وزن هزار دانه، کاهش می‌یابد (جدول۶). در تمام سطوح نیتروژن، افزایش میزان پسمان از صفر به ۲۵٪ اغلب موجب افزایش میانگین صفات گردید؛ که این افزایش در مورد عملکرد دانه معنی‌داربود. ولی افزایش بیشتر از این میزان موجب کاهش معنی‌دار میانگین‌ها گردید. در هر دو سال، کمترین میانگین کلیه صفات، با کاربرد ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سطح ۷۵٪ پسمان گندم مشاهده‌گردید (جدول ۶). همچنین بدون در نظر گرفتن نوع خاک‌ورزی، بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک ذرت با نگهداری ۲۵٪ پسمان همراه با کاربرد ۱۳۸ یا ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. مشابه این نتایج، مسکرباشی و همکاران (۷) گزارش کردند که برگرداندن یک سوم پسمان گندم به خاک همراه با کاربرد نیتروژن به میزان ۱۳۷ کیلوگرم در هکتار برای عملکرد بالای گندم توصیه می‌گردد.

جدول۵- میانگین اثرات برهمکنش خاک‌ورزی و نیتروژن بر عملکرد دانه و بیولوژیک (تن در هکتار) و شاخص سطح برگ ذرت

خاک‌ورزی	کود	عملکرد دانه (تن در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		تعداد دانه در بلال		وزن هزار دانه (گرم)		شاخص سطح برگ	
		۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷
گاوآهن قلمی (۱بار)	۱۳۸	۱۰/۳۲^{ed}	۱۲/۸۳^{bc}	۲۱/۲۹^{cd}	۲۶/۷۸^{bc}	۵۰۴^{ab}	۵۶۳^{abc}	۲۵۴^{a}	۲۶۲^{a}	۷/۴۱^{a}	۷/۷۷^{abc}
	۱۰۳/۵	۱۰/۲۷^{ed}	۱۲/۵۴^{bc}	۲۰/۲۳^{d}	۲۶/۳۸^{bc}	۴۸۶^{bc}	۵۳۱^{dc}	۲۵۶^{a}	۲۶۰^{a}	۷/۳۷^{a}	۷/۵۸^{bc}
	۶۹	۹/۹۱^{e}	۱۲/۳۸^{bc}	۲۰/۲۱^{d}	۲۶/۳۵^{bc}	۴۵۲^{c}	۵۵۴^{bcd}	۲۵۲^{a}	۲۵۶^{a}	۷/۱۷^{a}	۷/۷۲^{bc}
گاوآهن قلمی (۲بار)	۱۳۸	۱۲/۱۸^{ab}	۱۴/۲۶^{a}	۲۴/۹۵^{ab}	۲۹/۷۵^{a}	۵۲۶^{ab}	۶۱۲^{a}	۲۶۰^{a}	۲۶۲^{a}	۷/۶۴^{a}	۸/۴۰^{a}
	۱۰۳/۵	۱۱/۴۹^{bc}	۱۳/۴۸^{ab}	۲۳/۱۴^{bc}	۲۸/۳۸^{ab}	۴۹۴^{abc}	۵۸۳^{ab}	۲۵۳^{a}	۲۵۵^{a}	۷/۳۰^{a}	۸/۰۶^{ab}
	۶۹	۱۰/۹۱^{cd}	۱۳/۳۶^{ab}	۲۲/۲۴^{c}	۲۷/۶۳^{abc}	۴۸۹^{abc}	۵۶۶^{abc}	۲۵۱^{a}	۲۴۸^{a}	۷/۲۸^{a}	۷/۶۳^{bc}
گاوآهن برگردان‌دار	۱۳۸	۱۲/۶۱^{a}	۱۳/۳۸^{ab}	۲۵/۸۳^{a}	۲۸/۱۳^{ab}	۵۳۳^{a}	۵۶۴^{abc}	۲۵۵^{a}	۲۴۹^{a}	۷/۶۴^{a}	۸/۱۱^{ab}
	۱۰۳/۵	۱۱/۶۸^{bc}	۱۲/۷۹^{bc}	۲۴/۹۸^{ab}	۲۶/۸۳^{bc}	۵۲۵^{ab}	۵۳۵^{bcd}	۲۵۴^{a}	۲۵۳^{a}	۷/۴۱^{a}	۷/۹۲^{abc}
	۶۹	۱۰/۱۸^{cd}	۱۲/۲۲^{c}	۲۰/۳۳^{bc}	۲۶/۰۴^{bc}	۵۰۲^{ab}	۵۰۷^{d}	۲۵۴^{a}	۲۵۳^{a}	۷/۲۷^{a}	۷/۱۵^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

جدول۶- میانگین اثرات برهمکنش نیتروژن و پسمان گندم بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص سطح برگ ذرت.

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	پسمان گندم (درصد)	عملکرد دانه (تن در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		تعداد دانه در بلال		وزن هزار دانه (گرم)		شاخص سطح برگ	
		۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷
۱۳۸	۰	۱۲/۲۶^{a}	۱۴/۱۷^{ab}	۲۴/۵۳^{abc}	۳۱/۲۳^{a}	۵۳۷^{ab}	۶۱۹^{a}	۲۵۹^{ab}	۲۶۳^{a}	۷/۶۴^{a}	۸/۲۷^{a}
	۲۵	۱۲/۳۸^{a}	۱۴/۵۹^{a}	۲۵/۴۲^{a}	۲۹/۳۴^{ab}	۵۴۷^{a}	۶۱۴^{a}	۲۵۵^{ab}	۲۶۰^{a}	۷/۵۲^{a}	۸/۲۰^{a}
	۵۰	۱۱/۴۶^{abc}	۱۲/۹۸^{cde}	۲۳/۶۸$^{a-d}$	۲۶/۹۸^{bcd}	۵۰۱$^{a-d}$	۵۵۸^{bc}	۲۵۸^{ab}	۲۵۹^{ab}	۷/۳۳^{a}	۷/۳۹^{bc}
	۷۵	۱۰/۷۳^{cde}	۱۲/۲۱^{ef}	۲۲/۴۶$^{b-e}$	۲۵/۳۴^{de}	۴۸۹^{bcd}	۵۴۳^{bc}	۲۵۴^{ab}	۲۵۲^{ab}	۷/۵۸^{a}	۸/۳۳^{a}
۱۰۳/۵	۰	۱۱/۵۳^{abc}	۱۳/۱۷$^{b-e}$	۲۲/۵۸$^{b-e}$	۲۷/۱۳^{bcd}	۵۱۰^{abc}	۶۰۴^{a}	۲۵۵^{ab}	۲۵۵^{ab}	۷/۴۹^{a}	۷/۷۱^{abc}
	۲۵	۱۱/۹۱^{ab}	۱۳/۸۲^{abc}	۲۴/۹۷^{ab}	۲۸/۷۹^{abc}	۵۲۱^{abc}	۵۶۶^{abc}	۲۵۸^{ab}	۲۵۸^{ab}	۷/۴۸^{a}	۷/۸۷^{abc}
	۵۰	۱۰/۷۸$^{b-e}$	۱۲/۶۸^{def}	۲۳/۰۸$^{a-e}$	۲۶/۲۰^{cde}	۴۸۷^{bce}	۵۳۶^{bc}	۲۵۲^{ab}	۲۵۶^{ab}	۷/۳۴^{a}	۸/۰۳^{ab}
	۷۵	۹/۹۰$^{d-e}$	۱۱/۷۸^{f}	۲۰/۵۴^{e}	۲۵/۰۰^{de}	۴۸۲^{cd}	۵۲۸^{bc}	۲۵۲^{ab}	۲۶۱^{a}	۷/۴۹^{a}	۷/۸۶^{abc}
۶۹	۰	۱۰/۹۷^{bcd}	۱۱/۹۰^{f}	۲۱/۷۲^{de}	۲۴/۸۴^{de}	۵۰۷^{abc}	۵۶۷^{abc}	۲۵۰^{ab}	۲۶۳^{a}	۷/۰۹^{a}	۷/۲۶^{bc}
	۲۵	۱۱/۰۳^{bcd}	۱۳/۵۷^{bcd}	۲۲/۰۷^{cde}	۲۹/۲۲^{ab}	۴۹۳^{bcd}	۵۵۲^{bc}	۲۶۱^{a}	۲۶۲^{a}	۷/۰۵^{a}	۷/۲۴^{abc}
	۵۰	۱۰/۷۸$^{b-e}$	۱۳/۳۱^{bcd}	۲۲/۶۲$^{b-e}$	۲۸/۶۲^{abc}	۴۸۳^{cd}	۵۴۹^{bc}	۲۵۳^{ab}	۲۴۸^{ab}	۷/۳۳^{a}	۷/۸۱^{abc}
	۷۵	۹/۶۶^{e}	۱۱/۶۴^{f}	۲۰/۰۲^{e}	۲۳/۹۲^{e}	۴۵۵^{d}	۵۲۶^{c}	۲۴۴^{b}	۲۳۹^{b}	۶/۹۶^{a}	۷/۱۷^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

همچنین در بلند مدت، نگهداری مقادیر کم پسمان گندم در سطح مزرعه و کاربرد کود نیتروژن، موجب افزایش عملکرد نسبت به حالتی می‌شود که نیتروژن در شرایط بدون پسمان مصرف می‌گردد. از آنجا که نگهداری مقادیر زیاد پسمان با نسبت C/N بالا منجر به غیر

متحرک شدن نیتروژن خاک می‌شود (۱۸، ۲۱، ۲۲ و ۲۹) در این شرایط کاربرد کود کم نیتروژن موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (۶، ۸، ۱۸ و ۲۱). با کاربرد نیتروژن بیشتر، می‌توان غیر متحرک‌سازی نیتروژن را در پسمان‌های با نسبت C/N بالا جبران کرد (۶، ۸، ۱۸، ۲۱ و ۲۲). بنابراین جهت افزایش عملکرد ذرت در شرایط شدت کم خاک‌ورزی در پسمان‌های با نسبت C/N بالا، باید نیتروژن بیشتری به کار رود (۱، ۶، ۱۸، ۲۱ و ۲۲).

بررسی میانگین سطوح مختلف خاک‌ورزی، پسمان گندم و نیتروژن در جدول ۷ نشان داده شده‌است. بیشترین میانگین صفات اندازه گیری شده در ۲ بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی و کمترین آن در ۱ بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی حاصل شد (جدول ۷). همچنین بین خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار و ۲ بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در اغلب موارد تفاوت معنی‌دار وجودنداشت. این موضوع نشان می‌دهد که در شرایط نگهداری پسمان، ۲ بار شخم توسط گاوآهن قلمی، می‌تواند جایگزین شخم با گاوآهن برگردان‌دار گردد و این کاهش شدت خاک‌ورزی برای مدیریت پسمان در کشاورزی پایدار اهمیت دارد. مقادیر پسمان اثری معنی دار بر صفات ارزیابی شده به جز وزن هزار دانه گذاشت (جدول‌های ۱و ۷). بیشترین میانگین‌ها به ترتیب در سطوح ۲۵ و صفر٪ پسمان گندم مشاهده‌گردید (جدول۷). از آنجا که تفاوت میانگین‌ها بین این دو مقدار پسمان معنی‌دار نبود و در شرایط ۲۵٪ پسمان بیشتر بود و مقادیر بیشتر پسمان گندم، میانگین‌ها به ویژه عملکرد دانه ذرت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد، می‌توان نتیجه گرفت که نگهداری پسمان گندم در مقادیر کم (۲۵٪) بدون این‌که موجب کاهش عملکرد دانه ذرت گردد، راهکار مناسبی برای جلوگیری از سوزانیدن پسمان ها است. واکنش ویژگی‌های ارزیابی شده به جز وزن هزار دانه به مقادیر مختلف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول های ۱ و ۷). با کاهش میزان نیتروژن میانگین‌های کلیه صفات به طور معنی‌دار کاهش یافتند. این موضوع واکنش زیاد عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیک ذرت به نیتروژن را نشان می‌دهد (۲).

نتایج این مطالعه نشان‌دادند که بیشترین عملکرد دانه ذرت در سال اول در تیمارهای خاک‌ورزی با گاوآهن‌های برگردان‌دار و ۲ بار قلمی در سطوح صفر و ۲۵٪ پسمان و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و گاوآهن برگردان‌دار در ۲۵٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در سال دوم، در تیمارهای۲ بار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در ۲۵٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار خاک‌ورزی با گاوآهن‌های برگردان‌دار و ۲ بار قلمی در سطوح صفر٪ پسمان و کاربرد ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۲ بار گاوآهن قلمی در سطوح ۲۵ و ۵۰٪ پسمان گندم و کاربرد ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست‌آمد (جدول۱). از آنجا که بدون در نظر گرفتن نوع خاک‌ورزی، بیشترین عملکرد دانه ذرت با نگهداری ۲۵٪ پسمان همراه با کاربرد ۱۳۸ یا ۱۰۳/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست می‌آید (جدول۶)، بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در شرایط آب و هوایی استان فارس با نگهداری ۲۵ تا ۵۰ درصد پسمان گندم در سطح خاک و به دنبال آن کشت ذرت با انجام خاک‌ورزی کاهش یافته (گاوآهن قلمی) و کاربرد کمتر کود نیتروژن، می‌توان از حذف کامل و یا سوزانیدن پسمان جلوگیری کرد. اگر کشاورزان بتوانند با موفقیت اقدام به کشت ذرت در پسمان گندم با کمک مدیریت صحیح پسمان و اجرای صحیح روش‌های خاک‌ورزی جایگزین کنند، منجر به جلوگیری از حذف کامل و یا سوزانیدن پسمان گندم و در بلند مدت موجب افزایش ماده آلی خاک، کاهش فرسایش خاک و کاهش آلودگی محیط می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کمک‌های بی‌دریغ دوستان گرامی آقایان مهندس فرهاد مهاجری و مهندس محسن عدالت در طول انجام این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌گردد.

جدول۷- اثر سطوح مختلف خاک‌ورزی، پسمان گندم (٪) و کود اوره (کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص سطح برگ ذرت

عامل	سطح	عملکرد دانه (تن در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		تعداد دانه در بلال		وزن هزار دانه (گرم)		شاخص سطح برگ	
		۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶
خاک‌ورزی	۱ بار قلمی	۱۲/۵۳^{b}	۱۰/۱۰^{b}	۲۶/۰۷^{b}	۲۰/۶۱^{b}	۵۴۹^{b}	۴۸۷^{b}	۲۵۶^{a}	۲۵۴^{a}	۷/۵^{a}	۷/۳^{a}
	۲ بار قلمی	۱۳/۷۰^{a}	۱۱/۶۵^{a}	۲۸/۵۹^{a}	۲۳/۴۵^{a}	۵۸۹^{a}	۵۲۳^{a}	۲۵۸^{a}	۲۵۶^{a}	۷/۹^{a}	۷/۴^{a}
	برگردان دار	۱۳/۲۵^{ab}	۱۱/۵۹^{a}	۲۷/۰۰^{b}	۲۴/۶۱^{a}	۵۳۵^{b}	۵۰۳^{a}	۲۵۱^{a}	۲۴۹^{a}	۸/۰^{a}	۷/۳^{a}
پسمان گندم	۰	۱۳/۵۲^{ab}	۱۱/۵۸^{a}	۲۷/۷۳^{ab}	۲۳/۹۴^{a}	۵۶۱^{ab}	۵۱۸^{a}	۲۶۰^{a}	۲۵۷^{a}	۷/۸^{ab}	۷/۴^{a}
	۲۵	۱۴/۰۱^{a}	۱۱/۷۷^{a}	۲۹/۱۳^{a}	۲۴/۱۵^{a}	۵۸۸^{a}	۵۲۰^{a}	۲۵۴^{ab}	۲۵۹^{a}	۸/۱^{a}	۷/۵^{a}
	۵۰	۱۳/۰۰^{b}	۱۰/۴۱^{b}	۲۷/۲۷^{b}	۲۳/۱۳^{a}	۵۴۳^{b}	۴۸۱^{b}	۲۵۷^{a}	۲۵۳^{a}	۷/۷^{ab}	۷/۳^{ab}
	۷۵	۱۱/۸۸^{c}	۱۰/۰۱^{b}	۲۴/۷۶^{c}	۲۱/۳۴^{b}	۵۲۷^{c}	۴۸۶^{b}	۲۴۹^{b}	۲۵۰^{a}	۷/۶^{b}	۷/۰^{b}
نیتروژن	۱۳۸	۱۳/۴۹^{a}	۱۱/۶۱^{a}	۲۸/۲۳^{a}	۲۴/۰۳^{a}	۵۸۰^{a}	۵۱۷^{a}	۲۵۸^{a}	۲۵۶^{a}	۸/۱^{a}	۷/۵^{a}
	۱۰۳/۵	۱۲/۸۳^{b}	۱۱/۱۲^{ab}	۲۶/۹۳^{b}	۲۲/۷۹^{ab}	۵۴۴^{b}	۴۹۳^{b}	۲۵۴^{a}	۲۵۳^{a}	۷/۸^{ab}	۷/۴^{a}
	۶۹	۱۲/۷۶^{b}	۱۰/۶۱^{b}	۲۶/۵۱^{b}	۲۱/۸۶^{b}	۵۴۸^{b}	۴۷۱^{c}	۲۵۶^{a}	۲۴۸^{a}	۷/۵^{b}	۷/۳^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪). میانگین‌های سطوح هر تیمار جداگانه مقایسه شده‌اند.

منابع

۱- ابراهیمیان، ج. ر. ۱۳۷۳. تأثیر بقایای گندم، سودان‌گراس و مقادیر ازت روی چغندرقند. مجله علمی و تحقیقاتی چغندرقند.۱۰: ۸-۱۵.

۲- اسمیت، د. ل و سی. همل. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی فیزیولوژی و فرآیندها (ترجمه ی. امـام و م. ج. ثقـه الاسـلامی). انتشـارات دانشـگاه

شیراز. ۵۹۳ صفحه.
۳- امام، ی.، م. خردنام، م. ج. بحرانی، م. ت. آساد، و ج. غدیری. ۱۳۷۹. تاثیر نحوه مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد دانه و اجزاء آن در کشت مداوم گندم آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۱:۸۳۹-۸۵۰.
۴- بحرانی، م. ج. ۱۳۷۵. مدیریت بقایای گیاهی در سیستم‌های کشت آبی: پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه اصلاح و تهیه نهال بذر، کرج. صفحه ۱.
۵- حاج عباسی، م. ع.، آ. ف. میرلوحی و م. صدر ارحامی. ۱۳۷۸. اثر روشهای خاک‌ورزی بر بعضی ویژگیهای فیزیکی خاک و عملکرد ذرت در مزرعه تحقیقاتی لورک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۳:۱۳-۲۳.
۶- میرلوحی، آ. ف.، م. ع. حاج‌عباسی، س. ج. رضوی و ا. قناعتی. ۱۳۸۰. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به سیستم شخم متداول و بدون شخم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۵: ۱۱۷-۱۲۵.
۷- مسکرباشی، م.، ع. بخشنده، م. نبی‌پور و ع. کاشانی. ۱۳۸۳. بررسی اثر بقایای گیاهی و کود شیمیایی بر جذب نیتروژن، عملکرد گندم و مواد آلی خاک در شرایط اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۶: ۲۳۹-۲۴۷.
۸- مسکرباشی، م.، ع. بخشنده، م. نبی‌پور و ع. کاشانی. ۱۳۸۵. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز. مجله علمی کشاورزی. ۲۹: ۵۳-۶۲.
9- Al-Darby, A.M., and B. Lowery. 1987. Seed zone soil temperature and early corn growth with three conservation systems. Soil Science Society of America Journal. 51: 768–774.
10- Al-Kaisi, M., and M. A. Licht. 2004. Effect of strip tillage on corn nitrogen uptake and residual soil nitrate accumulation compared with no-tillage and chisel plow. Agronomy Journal. 96: 1164–1171
11- Aulakh, M. S., D. T. Walters, J. W. Doran, D. D. Francis, and A. R. Mosier. 1991. Crop Residue type and placement effects on denitrification and mineralization Soil Science Society of America Journal. 55: 1020-1025.
12- Bahrani, M. J., M. H. Raufat, and H. Ghadiri. 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil & Tillage Research. 94: 305-309.
13- Bidlake, W. R., G. S. Campbell, R. I. Papendick, and R. F. Cullum. 1992. Seed zone temperature and moisture conditions under conventional and no-tillage in Alaska. Soil Science Society of America Journal. 56: 1904-1910.
14- Biederbeck, V. O., C. A. Campblee, K. E. M. Schitezer, and R. M. McIver. 1980. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yield in Saskatchewan. Soil Science Society of America Journal. 44: 103-111.
15- Blevins, R. L., G. W. Thomas, M. S. Smith, W. W. Frye, and P. L, Cornelus. 1983. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. Soil & Tillage Research, 3: 135-146.
16- Breland, T. A. 1994. Enhanced mineralization and denitrification as a result of heterogenous distribution of clover residues in soil. Plant Soil, 160:1-12.
17- Burgess, M. M., G. R. Mehuys, and C. A. Madramootoo. 1996. Tillage and crop residue effects on corn production in Quebec. Agronomy Journal, 88: 792-797.
18- Coulter, J, A., and E. D. Nafziger. 2008. Continuous corn response to residue management and nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 100:1774–1780
19- Dinnes, D.L., D.L. Karlen, D.B. Jaynes, T.C. Kaspar, J.L. Hatfield, T.S. Colvin, and C.A. Cambardella. 2002. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. Agronomy Journal, 94:153-171.
20- Einhelling, F. A. 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems. Agronomy Journal, 88:886-893.
21- Halvorson, A.D., B.J. Wienhold, and A.L. Black. 2001. Tillage and. nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. Agronomy Journal, 93:836–841.
22- Halvorson, A.D., F. Schweissing, M. Bartolo, and C.A. Reule. 2005. Corn response to nitrogen fertilization in a soil with high residual nitrogen. Agronomy Journal, 97:1222–1229.
23- Halvorson, A. D., A. R. Mosier, C. A. Reule, and W. C. Bausch. 2006. Nitrogen and tillage effects on irrigated continuous corn yields. Agronomy Journal, 98:63–71
24- Hayhoe, H. N., L. M. Dwyer, L. M. Balchin, and J. L. B. Culley. 1993. Tillage effects on corn emergence rates. Soil & Tillage Research. 26: 45-53.
25- Hicks, S. K., C. W. Wendt, J. R. Gannaway, and R. B. Baker.1989. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence, and yield. Crop Science. 29:1057-1061.
26- Jessop, R.S. and L.W. Stewart. 1983. Effects of crop residues, soil type and temperature on emergence and early growth of wheat. Plant Soil. 74: 101–110.
27- Kasper, T.C., D.C. Erback, and R.M. Cruse. 1990. Corn response to seed row residue removal. Soil Science Society of America Journal. 54: 1112–1117.
28- Kumar, K., and K. M. Goh. 2000. Crop residue and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield and nitrogen recovery. Advances in Agronomy. 68: 197-319.

29- McCarthy, G. W., J. J. Meisinger, and F. M. Jenniskens. 1995. Relationship between total-N, biomass-N and active-N under different tillage systems and N fertilizer treatments. Soil Biology & Biochemistry. 27:1245-1250.
30- Raoufat, M.H., and R.A., Mahmoodieh. 2005. Stand establishment responses of maize to seedbed residue, seed drill coulters and primary tillage systems. Biosystem Eng. 90: 261–269.
31- Sims, A.L., J.S. Schepers, R.A. Olson, and J.F. Power. 1998. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-till and conventional till: Tillage and surface-residue variables. Agronomy Journal. 90:630–637.
32- Swanson, S. P., and W. W. Wilhelm. 1996. Planting date and residue rate effects on growth, partitioning, and yield of corn. Agronomy Journal. 88: 205-210.
33- Tian, G., B. T. Kang, and L. Brussaard. 1993. Mulching effect of plant residue with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrients accumulation. Plant Soil. 153: 179-187.
34- Weaich, K., K. L. Bristow, and A. Cass. 1996. Simulating maize emergence using soil and climate data. Agronomy Journal. 88: 667-674.