واکنش صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای به روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر

محمد طهماسبی[۱]، محمدحسین قرینه[۲]، علی مشتطی[۳*] و آیدین خدایی جوقان[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر روش کاشت و کمپوست بقایای نیشکر بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در تابستان ۱۳۹۷ در منطقه میان‌آب شوشتر اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل چهار روش کاشت (نوک پشته، داغ آب، کف جوی و مسطح) در کرت‌های اصلی و چهار سطح کمپوست بقایای نیشکر (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر روش کاشت، سطوح کمپوست بقایای نیشکر و برهم‌کنش آنها بر شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، طول بلال، عدد اسپد، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که حداکثر مقدار صفات فوق در روش کاشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر و کمترین میزان آنها در روش کاشت نوک پشته و عدم مصرف کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد. به‌طوری که مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت برهم‌کنش روش کاشت و کمپوست بقایای نیشکر نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۶۴۹۷ کیلوگرم در هکتار) در روش کاشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر و کمترین مقدار آن (۳۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) در روش کاشت نوک پشته و عدم مصرف کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد. به‌طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که کشت کف جوی با تامین شرایط رشدی بهتر و مصرف کود کمپوست بقایای نیشکر با فراهمی عناصر غذایی و ذخیره رطوبت در خاک، باعث افزایش رشد و عملکرد دانه ذرت در منطقه شوشتر شده است.

واژه‌های کلیدی: الگوی کاشت، کود آلی، ارتفاع گیاه، کلروفیل، خوزستان

۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: A.moshatati@asnrukh.ac.ir و Alimoshatati@gmail.com

مقدمه

ذرت پس از گندم و برنج، مهم‌ترین ماده غذایی دنیا است که با دامنه سازگاری گسترده به اقلیم‌های مختلف، عملکرد زیادی دارد و در تغذیه انسان، دام و طیور و صنعت استفاده می‌شود (۸). بر اساس آمارنامه کشاورزی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، استان خوزستان با سطح زیر کشت حدود ۶۰ هزار هکتار و تولید حدود ۴۶۰ هزار تن ذرت دانه‌ای، مقام اول کشور را داشت (۱۸). زراعت و تولید ذرت در استان خوزستان با مشکلاتی مثل کمبود منابع آبی در تابستان، پایین بودن درصد ماده آلی خاک، سنگین بودن بافت خاک، شوری اراضی و غیره مواجه است که می‌توان با مدیریت زراعی بهینه و استفاده از راه‌کارهای به‌زراعی و به‌نژادی بعضی از این مشکلات را کاهش داد.

از عوامل زراعی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان زراعی، روش و الگوی کاشت است که بر توزیع گیاهان در سطح مزرعه، فواصل بین بوته‌ها، میزان استفاده از منابع رشدی مثل نور، آب و عناصر غذایی خاک، رقابت بین گیاهان و غیره اثر دارد که در نهایت این عوامل بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی مؤثر هستند (۱۷). در استان خوزستان و در شرایط کمبود آب و اراضی شور، کاشت ذرت روی پشته باعث افزایش میزان آب مصرفی و مقدار تبخیر از سطح خاک، افزایش تجمع شوری در نوک پشته، افزایش رشد علف‌های هرز و غیره می‌شود که بر رشد و عملکرد ذرت اثر منفی دارد. کشت در کف جوی باعث کاهش میزان آب مصرفی، کاهش مقدار تبخیر، افزایش کارایی مصرف آب، کاهش تجمع نمک در نوک پشته، کاهش رشد علف‌های هرز و غیره می‌شود که می‌تواند باعث افزایش رشد و عملکرد ذرت شود (۵ و ۲۰).

در این خصوص نصراله الحسینی و همکاران (۲۳) با ارزیابی اثر روش کاشت بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت شیرین بیان کردند که روش کاشت کف جوی باعث بهبود ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد دانه شد به‌طوری که عملکرد دانه در این روش (۸/۹۱ تن در هکتار) نسبت به روش کاشت روی پشته (۶/۱۸ تن در هکتار) بیشتر بود. یزدی‌مطلق و همکاران (۳۱) در بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد ذرت علوفه‌ای گزارش کردند که روش کاشت کف جوی باعث افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال، قطر بلال و عملکرد علوفه شد، به‌طوری که عملکرد علوفه آن (۵۰/۵ تن در هکتار) نسبت به روش کاشت روی پشته (۴۴/۰ تن در هکتار) بیشتر بود. فریدی و همکاران (۱۱) طی مطالعه اثر روش کاشت بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد ذرت شیرین نشان دادند که روش کشت کف جوی باعث افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد دانه شد به‌طوری که عملکرد دانه در این روش (۸/۵۹ تن در هکتار) نسبت به روش کاشت روی پشته (۶/۸۲ تن در هکتار) افزایش یافت. هوشمند و همکاران (۱۵) با ارزیابی اثر آرایش کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای بیان کردند که روش کاشت کف جوی باعث افزایش ارتفاع بوته، طول بلال و عملکرد دانه شد به‌طوری که عملکرد دانه در این روش (۵۹۴/۷ گرم در متر مربع) نسبت به روش کاشت روی پشته (۵۲۲/۲ گرم در متر مربع) بیشتر بود. همچنین دوانی و همکاران (۷) در بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش کردند که روش کاشت کف جوی باعث افزایش کلروفیل a، کلروفیل b و عملکرد دانه شد به‌طوری که عملکرد دانه در روش کاشت کف جوی (۷/۱۴ تن در هکتار) نسبت به روش کاشت روی پشته (۴/۰۴ تن در هکتار) افزایش یافت.

یکی از راهکارهای افزایش میزان ماده آلی خاک، استفاده از مواد طبیعی مثل کودهای آلی در خاک است که باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش ماده آلی و تعادل pH خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مثل نیتروژن، اصلاح ساختمان خاک، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها، ایجاد بستر مناسب برای رشد ریشه، افزایش فتوسنتز، رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و بهبود عملکرد گیاه می‌شوند. همچنین این مواد نسبت به کودهای شیمیایی آلودگی کمتری در محیط زیست ایجاد می‌کنند (۲۷). در بین کودهای آلی، کودهای کمپوست به‌دلیل اینکه باعث پایداری خاکدانه‌های خاک، افزایش تخلخل خاک، افزایش ظرفیت

نگهداری آب خاک، حاصلخیزی و باروری خاک، افزایش نیتروژن در دسترس خاک و بهبود ریزوسفر خاک می‌شوند، نقش مهمی در کشاورزی پایدار و بهبود بوم نظام‌های زراعی دارند (۳۰). یکی از کودهای کمپوست مهم که اخیرا در استان خوزستان مورد توجه قرار گرفته است و به مقدار زیادی تولید می‌شود، کود کمپوست بقایای نیشکر است. از جمله پسماندهای با ارزش کارخانجات نیشکر می‌توان به باگاس، فیلتر کیک (گل کربنات کلسیم) و تراش اشاره کرد. باگاس و فیلتر کیک با توجه به ترکیباتی که دارند، می‌توانند در تولید کمپوست و ورمی کمپوست استفاده شوند. علاوه بر باگاس، فیلترکیک محصول جانبی صنعت نیشکر است که در طی فرایند رسوب‌گذاری و تصفیهٔ شربت به‌دست می‌آید و کیفیت آن به فرایندی که برای رسوب‌گذاری ناخالصی استفاده می‌شود، بستگی دارد. مادهٔ آلی موجود در فیلترکیک حدود ۶۴ درصد وزن خشک آن است و منبع غنی عناصر غذایی است. فیلتر کیک در کارخانجات نیشکر حاوی ذرات ریز فیبر نیشکر، آهک، ذرات خاک، فسفات، واکس چربی و پروتئین به‌همراه سایر مواد غیرقندی است (۱۹). کمپوست تولید شده از باگاس و فیلتر کیک نیشکر حاوی کلیه مواد مغذی خاک نظیر عناصر ماکرو نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، عناصر میکرو و سایر مواد آلی مورد نیاز گیاهان است (۶).

در مورد اثر کود کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، حبیبی و مجیدیان (۱۴) با ارزیابی اثر مصرف کود ورمی کمپوست بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که با مصرف کود ورمی کمپوست، طول و قطر بلال و عملکرد دانه افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه (۹۲۶۷ کیلوگرم در هکتار) در مصرف ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. در آزمایشی کرملاچعب و همکاران (۱۶) در بررسی اثر مقادیر مختلف فیلتر کیک نیشکر بر عملکرد بلال ذرت شیرین گزارش کردند که با افزایش مصرف فیلترکیک نیشکر، شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن تر بلال و عملکرد بیولوژیک ذرت شیرین افزایش یافت به‌طوری که بیشترین وزن بلال تر (۲۵۰۷۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف ۳۰ تن در هکتار فیلترکیک نیشکر به‌دست آمد. در پژوهشی فتحی و همکاران (۱۲) طی مطالعه اثر کود آلی، شیمیایی و زیستی بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای نشان دادند که مصرف کود ورمی کمپوست، باعث افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد دانه شد و بیشترین عملکرد دانه (۹/۱ تن در هکتار) در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکارا حاصل شد. در آزمایشی فریدونی و همکاران (۱۳) با ارزیابی اثر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن، کود مرغی و کمپوست زباله شهری بر عملکرد ذرت شیرین بیان کردند که با افزایش مصرف کمپوست زباله شهری، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال، قطر بلال و عملکرد دانه افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه کنسروی در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن+ ۴ تن در هکتار کود مرغی و تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن+ ۱۲ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به‌دست آمد. همچنین در پژوهش دیگری فایضی‌زاده و شکوه‌فر (۹) در بررسی اثر سطوح فیلترکیک نیشکر بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش کردند که با افزایش مصرف فیلترکیک نیشکر، ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال و عملکرد دانه افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه (۶۱۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف ۵۰ تن در هکتار فیلترکیک نیشکر حاصل شد.

با توجه به نتایج تحقیقات مختلف، روش کاشت کف جوی باعث افزایش رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای می‌شود، همچنین کاربرد کود کمپوست اثرات مطلوبی بر حفظ رطوبت خاک، فراهمی عناصر غذایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش رشد و عملکرد ذرت دارد، لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر روش کاشت و کاربرد مقادیر مختلف کود کمپوست بقایای نیشکر بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۷ در منطقه میان‌آب در جنوب غربی

شوشتر با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه، ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا و آب و هوای گرم و خشک (متوسط درجه حرارت ۲۷ درجه سلسیوس و متوسط حداقل و حداکثر درجه حرارت به‌ترتیب ۱۰ و ۴۰ درجه سلسیوس با میانگین بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر) اجرا شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل چهار روش کاشت (نوک پشته، داغ آب، کف جوی و مسطح) به‌عنوان عامل اصلی در کرت‌های اصلی و چهار سطح کمپوست بقایای نیشکر (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی در کرت‌های فرعی بودند. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و کود کمپوست بقایای نیشکر مورد استفاده با رطوبت حدود ۲۰ درصد (تهیه شده از شرکت کشت و صنعت نیشکر کارون در شوشتر) در جدول ۱ آمده است.

پس از آماده‌سازی فیزیکی زمین (شامل شخم، دیسک و جوی و پشته سازی) و قبل از کاشت، مقدار کود کمپوست بقایای نیشکر بر اساس تیمار توزین و توسط دستگاه کولتیواتور با خاک مخلوط شد. هر کرت آزمایشی فرعی ۶ ردیف کاشت به طول ۳ متر و عرض ۴/۵ متر (به مساحت ۱۳/۵ متر مربع) داشت. بذر ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۳ در تاریخ ۱۱ مرداد ۱۳۹۷ با تراکم ۶۶ هزار بوته در هکتار (فاصله بین جوی و پشته ۷۵ سانتی متر و فاصله بین بوته ۱۸ سانتی متر) به صورت دستی در عمق ۳ سانتی‌متر کشت شد. در مرحله داشت، آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی، وضعیت ظاهری رطوبت خاک و نیاز گیاه به صورت نشتی انجام شد. در مورد کوددهی، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به صورت ۳۳ درصد در زمان کاشت، ۳۳ درصد در مرحله ۶ تا ۷ برگی و ۳۳ درصد در مرحله قبل از ظهور گل تاجی) از منبع اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در زمان قبل از کاشت استفاده شد. علف های هرز داخل و بین کرت‌ها به‌صورت دستی وجین شدند.

شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی و به روش نمونه‌گیری تخریبی انجام و سطح برگ نمونه توسط دستگاه سطح سنج (مدل WINAREA-UT-11 محصول شرکت دانش بنیان فن آوران البرز اندیشه) اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت و در مرحله رسیدگی کامل در اواخر آبان ۱۳۹۷، دو خط اول و آخر و همچنین نیم متر از اول و آخر کرت به‌عنوان حاشیه حذف و سطح باقی‌مانده برداشت شد. جهت تعیین صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول بلال و قطر بلال، تعداد ۱۰ نمونه به‌طور تصادفی انتخاب و این صفات بر حسب سانتی‌متر به‌وسیله متر پارچه‌ای و کولیس اندازه‌گیری شدند. تعداد دانه در بلال بر اساس متوسط تعداد دانه در ۲۰ بلال تصادفی، وزن هزار دانه با شمارش و توزین دو نمونه تصادفی ۵۰۰ دانه‌ای و عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. عدد اسپد به روش رینولدز و همکاران (۲۵) و با دستگاه SPAD مدل ۵۰۲ plus شرکت Konica Minolta ژاپن و میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به روش آرنون (۴) و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Spkol شرکت Analytic jena آلمان اندازه‌گیری شدند. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) با سیستم تجزیه آماری (SAS) نسخه ۹/۴ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر روش کشت بر شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، طول بلال، عدد اسپد، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اثر سطوح مختلف کمپوست بقایای نیشکر بر تمام صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و برهم‌کنش روش کشت و سطوح مختلف کمپوست بقایای نیشکر بر ارتفاع بوته، طول بلال، عدد اسپد، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲).

شاخص سطح برگ

سطح برگ از طریق اثر بر جذب تشعشع خورشیدی، اثر مهمی بر مقدار ماده خشک تولیدی گیاه دارد. نتایج نشان داد که اثر

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) و کود کمپوست بقایای نیشکر

مشخصات فیزیکی و شیمیایی	خاک	کود کمپوست بقایای نیشکر
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۱/۲	۲/۲
pH	۷/۰	۷/۶
ماده آلی (درصد)	۰/۷	۵۷/۶
نیتروژن (درصد)	۰/۰۳	۰/۳
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۵	۷۶
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۹۰	۵۰۰۰
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۲	
بافت	رسی سیلتی	–

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت دانه‌ای تحت اثر روش کاشت و میزان کمپوست بقایای نیشکر

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	طول بلال	عدد اسپد	کلروفیلa	کلروفیلb	کلروفیل کل	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار	۳	۰/۰۳	۸۳/۶	۱/۶	۳۲/۱	۰/۸	۰/۱۲	۰/۱	۴۵۸۵۲	۱۲۴	۱۲۰۴۳۸۲
روش کشت	۳	۱۱/۸۱**	۲۹۰۵/۱**	۲۲/۶**	۵۶۸/۹**	۲۰/۵**	۱/۵۴**	۱۱/۰**	۱۲۹۱^{ns}	۳۳۰۷**	۶۳۴۲۷۰۵**
خطای اصلی	۹	۰/۵۰	۵۲/۱	۱/۴	۹/۹	۰/۵	۰/۱۷	۰/۶	۷۰۵	۳۵۹	۳۳۸۰۳۳
کمپوست	۳	۳/۰۰**	۷۲۱/۵**	۹/۵**	۱۰۰/۶**	۴/۸**	۰/۸۸**	۳/۴**	۱۸۴۲۴**	۵۳۹۸**	۱۷۶۷۹۰۳**
روش کشت* کمپوست	۹	۰/۱۶^{ns}	۹۵/۲*	۱/۰*	۲۲/۱*	۰/۳*	۰/۱۱*	۰/۴*	۱۰۶۷^{ns}	۱۱۷^{ns}	۴۰۷۱۱۸*
خطای فرعی	۳۶	۰/۵۶	۴۴/۸	۰/۵	۱۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۲	۹۴۹	۵۰۵	۱۸۸۳۸۷
ضریب تغییرات (درصد)		۲۵/۰	۳/۷	۴/۲	۵/۸	۱۳/۴	۱۴/۸	۱۰/۱	۷/۷	۸/۶	۸/۶

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی برهم‌کنش این دو عامل بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت اثر روش کشت (جدول ۳) نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۹۰) در روش کشت کف جوی بود که با روش کشت مسطح اختلاف معنی‌دار نداشت و کمترین شاخص سطح برگ (۳/۰۱) در روش کشت نوک پشته بود. در آزمایشی گزارش شد که در روش کشت کف جوی به‌دلیل باقی ماندن رطوبت به مدت زمان بیشتر در پای بوته، رشد گیاه بیشتر شده و باعث افزایش شاخص سطح برگ ذرت شد (۲۹). از طرف دیگر مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت اثر میزان کمپوست بقایای نیشکر نشان داد که با افزایش میزان مصرف کمپوست بقایای نیشکر، مقدار شاخص سطح برگ افزایش یافت به‌طوری که بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۶۰) در شرایط مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کمترین شاخص سطح برگ (۳/۵۶) در شرایط عدم مصرف کود کمپوست حاصل شد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که کود کمپوست بقایای نیشکر با ذخیره رطوبت و داشتن درصد نیتروژن قابل توجه (جدول ۱)، باعث افزایش شاخص‌های رشدی مثل شاخص سطح برگ می‌شود. در پژوهشی مشابه، با بررسی اثر

جدول ۳. مقایسه میانگین صفت شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه ذرت تحت اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر

عوامل آزمایشی	شاخص سطح برگ	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)
روش کشت			
نوک پشته	۳/۰۱^{c}	۳۸۵/۶^{a}	۲۴۴/۶^{c}
داغ‌آب	۳/۶۰^{b}	۴۰۲/۳^{a}	۲۵۴/۳^{bc}
کف جوی	۴/۹۰^{a}	۴۰۶/۴^{a}	۲۷۸/۰^{a}
مسطح	۴/۵۲^{a}	۳۹۹/۱^{a}	۲۶۴/۱^{ab}
میزان کود کمپوست بقایای نیشکر (تن در هکتار)			
۰	۳/۵۶^{b}	۳۶۳/۵^{c}	۲۴۹/۴^{b}
۱۰	۳/۹۲^{b}	۳۸۱/۵^{c}	۲۴۶/۳^{b}
۲۰	۳/۹۴^{b}	۴۰۶/۸^{b}	۲۵۹/۰^{b}
۳۰	۴/۶۰^{a}	۴۴۱/۷^{a}	۲۸۶/۷^{a}

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

مقادیر مختلف فیلترکیک نیشکر بر رشد و عملکرد ذرت شیرین گزارش شد که با افزایش میزان مصرف فیلترکیک نیشکر، شاخص سطح برگ ذرت شیرین افزایش یافت (۱۶).

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته یکی از اجزای ریخت شناسی گیاه است که به‌عنوان شاخصی برای تعیین میزان دسترسی به منابع محیطی رشد گیاه، مثل نور، است. بر اساس نتایج، اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت برهم-کنش روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۴) نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۲۱۱/۶ سانتی‌متر) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین ارتفاع بوته (۱۶۰/۵ سانتی‌متر) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست به‌دست آمد که با عدم مصرف کود کمپوست در روش کشت نوک پشته اختلاف معنی‌دار نداشت. نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نشان دادند که در تمام روش‌های کاشت، با افزایش میزان مصرف کمپوست بقایای نیشکر، مقدار ارتفاع بوته افزایش یافت و در روش کاشت کف جوی میزان ارتفاع بوته در تمامی سطوح کمپوست بقایای نیشکر نسبت به سایر روش‌های کاشت بالاتر بود. رشد طولی ساقه نتیجه فعالیت مریستم میان‌بافتی میان گره‌ها است. طول میان‌گره‌ها به علت افزایش تعداد سلول‌ها و عمدتاً اندازه سلول‌ها افزایش می‌یابد و به نظر می رسد که بوته‌های کف فارو برای اینکه به تشعشع بیشتری دست یابند، افزایش ارتفاع داشته‌اند (۲۹). از طرف دیگر کاربرد کودهای کمپوست شده منجر به تأمین بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و همچنین بهبود جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و عناصر کم‌مصرف شده که این امر سبب تدوام بافت سبز فتوسنتز کننده، افزایش تولید مواد فتوسنتزی، توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای گیاه جهت جذب عناصر غذایی و همچنین اصلاح حاصلخیزی خاک و افزایش رشد و ارتفاع بوته می‌شود (۶). در پژوهشی با مطالعه اثر مقادیر مختلف کود ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش مصرف کود ورمی کمپوست، صفت ارتفاع بوته ذرت افزایش یافت (۲۲).

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت دانه‌ای تحت برهم‌کنش روش کاشت و میزان بقایای کمپوست نیشکر

روش کشت	مقدار کمپوست بقایای نیشکر	ارتفاع بوته	طول بلال	عدد اسپد	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	عملکرد دانه
	(تن در هکتار)	(سانتی‌متر)			(میلی‌گرم بر گرم وزن تر)			(کیلوگرم در هکتار)
نوک پشته	۰	۱۶۳/۵^{h}	۱۴/۹^{h}	۴۸/۱^{hi}	۱/۵۹^{gh}	۰/۸۷^{h}	۳/۷۹^{ghi}	۳۸۷۰^{j}
	۱۰	۱۶۰/۵^{h}	۱۴/۳^{h}	۴۷/۰^{hi}	۱/۴۳^{h}	۱/۱۴^{fgh}	۳/۴۳^{i}	۴۱۴۵^{ij}
	۲۰	۱۶۵/۲^{hg}	۱۴/۶^{h}	۴۶/۹^{i}	۲/۰۷^{fg}	۱/۲۳^{efg}	۳/۶۳^{hi}	۴۲۵۵^{hij}
	۳۰	۱۷۳/۱^{fg}	۱۵/۷^{efg}	۴۸/۴^{hi}	۲/۳۳^{f}	۱/۴۶^{def}	۴/۴۳^{efg}	۴۹۲۲^{efg}
داغ آب	۰	۱۷۵/۱^{ef}	۱۵/۶^{fg}	۴۹/۸^{ghi}	۱/۶۳^{gh}	۱/۲۰^{efg}	۳/۶۳^{hi}	۴۷۷۶^{fgh}
	۱۰	۱۶۱/۸^{h}	۱۶/۰^{cdef}	۵۳/۱^{fg}	۲/۰۹^{fg}	۱/۰۷^{gh}	۴/۱۶^{fgh}	۵۱۵۳$^{c-g}$
	۲۰	۱۷۶/۳^{ef}	۱۶/۰^{def}	۵۵/۵^{def}	۲/۴۹^{e}	۱/۴۸^{de}	۳/۸۶^{ghi}	۴۶۲۲^{ghi}
	۳۰	۱۸۶/۴^{d}	۱۶/۵^{cdef}	۵۹/۰$^{b-e}$	۳/۰۸^{d}	۱/۸۴^{bc}	۵/۰۲^{cde}	۵۱۷۰$^{c-g}$
کف جوی	۰	۱۸۶/۸^{bcd}	۱۷/۰^{b}	۶۱/۹^{abc}	۴/۰۸^{bc}	۱/۹۰^{abc}	۴/۷۴^{def}	۵۵۴۵^{bcd}
	۱۰	۱۹۴/۱^{bc}	۱۶/۷^{bcde}	۶۱/۳^{abc}	۴/۳۲^{ab}	۱/۵۸^{cd}	۵/۴۸^{abc}	۵۲۶۹$^{c-f}$
	۲۰	۱۹۶/۲^{b}	۱۷/۶^{b}	۵۹/۹^{bcd}	۴/۴۱^{ab}	۱/۹۱^{ab}	۵/۹۷^{a}	۵۹۵۲^{ab}
	۳۰	۲۱۱/۶^{a}	۱۹/۱^{a}	۶۴/۶^{a}	۴/۸۸^{a}	۲/۱۶^{a}	۶/۱۴^{a}	۶۴۹۷^{a}
مسطح	۰	۱۸۳/۶^{de}	۱۵/۸^{efg}	۵۱/۶^{fgh}	۲/۱۵^{fg}	۱/۲۵^{efg}	۵/۲^{bcd}	۵۴۵۸$^{b-e}$
	۱۰	۱۸۲/۷^{def}	۱۶/۵^{cdef}	۵۵/۳^{ef}	۳/۰۵^{de}	۱/۷۳^{bcd}	۴/۷۲^{def}	۵۰۰۵$^{d-g}$
	۲۰	۱۸۱/۰^{def}	۱۶/۹^{bcd}	۵۷/۸^{cde}	۳/۶۱^{cd}	۱/۷۸^{bcd}	۴/۸۸^{cde}	۴۶۹۳$^{f-i}$
	۳۰	۱۸۹/۱^{bcd}	۱۸/۷^{a}	۶۲/۸^{abc}	۴/۲۴^{b}	۱/۸۵^{abc}	۵/۸۳^{ab}	۵۶۴۹^{bc}

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

طول بلال

بر اساس نتایج، اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر طول بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین طول بلال تحت برهم‌کنش روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳)، در تمام روش‌های کاشت، با افزایش مصرف کمپوست بقایای نیشکر، طول بلال افزایش یافت همچنین بیشترین طول بلال (۱۹/۱ سانتی‌متر) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین طول بلال (۱۴/۳ سانتی‌متر) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست به‌دست آمد که با عدم مصرف کود کمپوست در روش کشت نوک پشته اختلاف معنی‌دار نداشت. در روش کشت کف جوی به‌دلیل بهره‌مندی بیشتر گیاه از منابع آب و مواد غذایی و تجمع کمتر املاح، صفات رشدی گیاه مثل اندازه و طول بلال افزایش یافت (۱۱). با افزایش مصرف کود کمپوست بقایای نیشکر، میزان فراهمی رطوبت و عناصر غذایی افزایش یافته و لذا رشد گیاه و طول بلال افزایش می یابد. در پژوهشی با مطالعه اثر مقادیر مختلف فیلترکیک نیشکر بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش مصرف فیلترکیک نیشکر، طول بلال ذرت افزایش یافت (۹).

عدد اسپد

صفت عدد اسپد یا شاخص سبزینگی، شاخصی از سبز بودن برگ است که به روش قابل حمل، سریع، ساده و غیر تخریبی، میزان غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و وضعیت نیتروژن برگ گیاهان زراعی در مزرعه را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر عدد اسپد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین عدد اسپد تحت برهم‌کنش روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳)، بیشترین عدد اسپد (۶۴/۶) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین عدد اسپد (۴۶/۹) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۲۰ تن در هکتار کود کمپوست به‌دست آمد که با سایر سطوح مصرف کود کمپوست در روش کشت نوک پشته اختلاف معنی‌دار نداشت. نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نشان دادند که در تمام روش‌های کاشت، با افزایش میزان مصرف کمپوست بقایای نیشکر، مقدار عدد اسپد افزایش یافت. در روش کشت کف جوی به‌دلیل برخورداری بیشتر گیاه از آب و عناصر غذایی، شستشوی املاح از اطراف ریشه ذرت و بهبود خواص زیستی خاک (مانند فعالیت میکروبی)، اثرات ناشی از تنش شوری کاهش یافته و رشد و توسعه برگ، ساخت سبزینه و شاخص سبزینگی برگ افزایش می‌یابد (۱۰). همچنین با توجه به نقش عناصر غذایی نیتروژن، منیزیم، آهن و منگنز در ساخت سبزینه و افزایش شاخص سبزینگی، کودهای کمپوست از طریق افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی باعث افزایش شاخص سبزینگی گیاه می‌شوند (۳). در پژوهشی با مطالعه اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش میزان مصرف کود ورمی کمپوست، صفت شاخص سبزینگی ذرت افزایش یافت (۲۴).

کلروفیل a

در بین رنگیزه‌های فتوسنتزی، کلروفیل a به‌عنوان رنگیزه مهم فتوسنتزی، نقش زیادی در میزان فتوسنتز گیاه دارد. نتایج نشان داد که اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین کلروفیل a تحت برهم‌کنش روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳) نشان داد که بیشترین کلروفیل a (۴/۸۸ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین کلروفیل a (۱/۴۳ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست به‌دست آمد که با سطح عدم مصرف کود کمپوست تفاوت آماری معنی‌دار نداشت. در کشت روی پشته به دلیل تجمع نمک در خاک روی پشته و افزایش میزان شوری، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی به علت تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، تخریب کلروفیل‌ها به‌دلیل گونه‌های اکسیژن فعال، تخریب پیش‌ماده‌های سنتز کلروفیل و جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات تنظیم کننده‌های رشد ناشی از افزایش میزان یون‌های کلر و سدیم، کاهش می‌یابند (۱۰). در آزمایشی با بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف فارو باعث افزایش کلروفیل a ذرت شد (۷). یکی از دلایل افزایش غلظت کلروفیل برگ در اثر کاربرد کود کمپوست، فراهمی عناصر معدنی مانند نیتروژن، آهن، منیزیم و منگنز در اثر کاربرد کودهای کمپوست است، زیرا با توجه به نقش کلیدی این عناصر در ساختمان کلروفیل به‌نظر می‌رسد که تأمین این عناصر دلیل اصلی افزایش کلروفیل برگ باشد (۳). در پژوهشی عبدالمجید و همکاران (۱) با بررسی اثر کمپوست بر رشد و عملکرد سورگوم گزارش کردند که با افزایش میزان مصرف کمپوست، کلروفیل a سورگوم افزایش یافت.

کلروفیل b

یکی از رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان عالی، کلروفیل b است

که در فتوسنتز گیاهان نقش دارد. بر اساس نتایج، اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین کلروفیل b تحت برهم‌کنش روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳)، بیشترین کلروفیل b (۲/۱۶ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین کلروفیل b (۰/۸۷ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در روش کشت نوک پشته و عدم مصرف کود کمپوست به‌دست آمد. در روش کشت کف جوی، به‌دلیل بهره‌مندی گیاه از منابع آب و مواد غذایی بیشتر، عملکرد دستگاه فتوسنتزی و میزان کلروفیل b ذرت افزایش یافت (۳۲). در آزمایشی با بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف جوی باعث افزایش کلروفیل b ذرت شد (۷). بالا بودن و تأمین بهتر عناصر غذایی پرمصرف توسط کود کمپوست سبب افزایش سطح فعال فتوسنتزی برگ گیاه و رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ می‌شود (۲۶). در پژوهشی عبدالمجید و همکاران (۱) با بررسی اثر کمپوست بر رشد و عملکرد سورگوم گزارش کردند که با افزایش میزان مصرف کمپوست، کلروفیل b سورگوم افزایش یافت.

کلروفیل کل

میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی بر مقدار فتوسنتز و رشد گیاه اثر دارد. نتایج نشان داد که اثر روش کشت و کمپوست بقایای نیشکر بر کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت برهم‌کنش روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر (جدول ۳) نشان داد که بیشترین کلروفیل کل (۶/۱۴ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست و کمترین کلروفیل کل (۳/۴۳ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در روش کشت نوک پشته و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست بدست آمد که با سطح عدم مصرف کود کمپوست تفاوت آماری معنی‌دار نداشت. در کشت روی پشته به‌دلیل تجمع نمک در خاک و افزایش میزان شوری، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی به علت تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، تخریب کلروفیل‌ها به‌دلیل گونه‌های اکسیژن فعال، تخریب پیش‌ماده‌های سنتز کلروفیل و جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات تنظیم کننده‌های رشد ناشی از افزایش میزان یون‌های کلر و سدیم، کاهش می‌یابند (۱۰). در آزمایشی با بررسی اثر الگوی کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کشت کف فارو باعث افزایش کلروفیل کل ذرت شد (۷). بالا بودن و تأمین بهتر عناصر غذایی پرمصرف توسط کود کمپوست سبب افزایش سطح فعال فتوسنتزی، میزان فتوسنتز برگ گیاه و رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ می‌شود (۳). در آزمایشی بیان شد که افزایش میزان کمپوست در خاک منجر به افزایش عناصر غذایی مانند نیتروژن، آهن و منیزیم می‌شود که این عناصر نقش اساسی در میزان کلروفیل دارند (۲).

تعداد دانه در بلال

از اجزای اصلی برآورد عملکرد دانه در واحد سطح، تعداد دانه در بلال است که داشتن تعداد بیشتر دانه در بلال می‌تواند در نیل به عملکرد دانه مطلوب مؤثر باشد. نتایج نشان داد که اثر کمپوست بقایای نیشکر در سطح احتمال یک درصد بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار شد ولی اثر روش کاشت و برهم‌کنش روش کاشت و کمپوست بقایای نیشکر بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال تحت اثر میزان کمپوست بقایای نیشکر نشان داد که با افزایش میزان مصرف کمپوست بقایای نیشکر، تعداد دانه در بلال افزایش یافت به‌طوری که بیشترین تعداد دانه در بلال (۴۴۱/۷) در شرایط مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کمترین تعداد دانه در بلال (۳۶۳/۵) در شرایط عدم مصرف کود کمپوست حاصل شد که با تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست اختلاف

معنی‌دار نداشت (جدول ۳). آزادسازی عناصر غذایی موجود در کودهای کمپوستی در طی دوره کاکل‌دهی و تشکیل دانه ذرت که حساس‌ترین مرحله در تشکیل مواد فتوسنتزی است، منجر به افزایش تعداد دانه در بلال ذرت شد (۲۲). در پژوهشی، با بررسی اثر مقادیر مختلف کمپوست نیشکر بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که با افزایش میزان مصرف کمپوست نیشکر، تعداد ردیف در بلال ذرت افزایش یافت (۳۲).

وزن هزار دانه

این صفت در مرحله پرشدن دانه مشخص شده و تابع طول دوره و سرعت پرشدن دانه است. در این آزمایش، اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی برهم‌کنش آنها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت اثر روش کشت (جدول ۳) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۲۷۸/۳ گرم) در روش کشت کف جوی و کمترین مقدار این صفت (۲۴۴/۶ گرم) در روش کشت نوک پشته بود. در روش کشت کف جوی، شرایط تغذیه‌ای و رشدی برای انجام فرایندهای حیاتی گیاه مانند جذب و انتقال عناصر غذایی و میزان فتوسنتز و تخصیص آن مساعدتر شده و منجر به افزایش وزن هزار دانه ذرت می‌شود (۱۵). در آزمایشی با بررسی اثر الگوی کشت بر رشد و عملکرد ذرت گزارش شد که روش کشت کف جوی، باعث افزایش وزن هزار دانه ذرت شد (۲۹). از طرف دیگر مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت اثر میزان کمپوست بقایای نیشکر نشان داد که با افزایش میزان مصرف کمپوست بقایای نیشکر، وزن هزار دانه ذرت افزایش یافت به‌طوری که بیشترین وزن هزار دانه (۲۸۶/۷ گرم) در شرایط مصرف ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر و کمترین وزن هزار دانه (۲۴۶/۳ گرم) در شرایط مصرف ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست حاصل شد که با سطح عدم مصرف کود کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۳). با مصرف کود کمپوست، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک بهبود یافته و موجب رشد بهتر گیاه شده و مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شده و به سمت دانه‌ها منتقل می‌شود. همچنین با توجه به فراهمی بیشتر رطوبت خاک، طول دوره پرشدن دانه افزایش یافته و در نتیجه وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. در آزمایشی طی ارزیابی اثر مقادیر کمپوست نیشکر و نیتروژن بر عملکرد ذرت دانه‌ای بیان شد که با افزایش مصرف کمپوست نیشکر، وزن هزار دانه ذرت افزایش یافت (۳۲).

عملکرد دانه

مهم‌ترین صفت در تحقیقات به‌زراعی و به‌نژادی گیاهان زراعی دانه‌ای، عملکرد دانه است که تحت تاثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی، عوامل زراعی و برهم‌کنش بین آنها است. بر اساس نتایج، اثر روش کشت و کود کمپوست بقایای نیشکر بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت برهم‌کنش روش کاشت و کود کمپوست (جدول ۳)، در تمام سطوح روش کشت، با افزایش مصرف کود کمپوست، عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه (۶۴۹۷ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر حاصل شد که با سطح مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست بقایای نیشکر در روش کشت کف جوی اختلاف معنی‌دار نداشت و کمترین عملکرد دانه (۳۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت روی پشته و عدم کاربرد کمپوست بقایای نیشکر به‌دست آمد. بنابراین کشت در کف جوی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست نیشکر نسبت به کشت در نوک پشته و عدم مصرف کود کمپوست، عملکرد دانه ذرت را حدود ۶۸ درصد افزایش داد. البته بر اساس نتایج حاصله در شرایط کشت در کف جوی جهت بازدهی اقتصادی بهتر می‌توان از سطح کمتر یعنی ۲۰ تن در هکتار بجای ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست برای دستیابی به عملکرد دانه مطلوب نیز استفاده کرد. در روش کاشت ذرت در کف جوی احتمالاً به‌دلیل تجمع کمتر نمک و کاهش خسارت به

جدول ۵. ضرایب همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده (n=۶۴)

	شاخص سطح برگ	ارتفاع گیاه	طول بلال	عدد اسپد	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه
ارتفاع گیاه	۰/۶۵**								
طول بلال	۰/۶۹**	۰/۶۲**							
عدد اسپد	۰/۷۲**	۰/۷۶**	۰/۷۲**						
کلروفیل a	۰/۷۳**	۰/۷۴**	۰/۷۷**	۰/۷۹**					
کلروفیل b	۰/۵۶**	۰/۶۵**	۰/۶۱**	۰/۶۵**	۰/۶۹**				
کلروفیل کل	۰/۷۱**	۰/۷۵**	۰/۶۳**	۰/۷۰**	۰/۷۲**	۰/۶۲**			
تعداد دانه در بلال	۰/۲۸*	۰/۲۹*	۰/۲۱ns	۰/۳۱*	۰/۳۲**	۰/۳۶**	۰/۳۳**		
وزن هزار دانه	۰/۵۰**	۰/۶۱**	۰/۵۶**	۰/۵۷**	۰/۵۵**	۰/۴۹**	۰/۶۲**	۰/۲۹*	
عملکرد دانه	۰/۵۳**	۰/۶۵**	۰/۶۳**	۰/۵۹**	۰/۶۱**	۰/۶۰**	۰/۶۰**	۰/۳۶**	۰/۵۶**

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

گیاه در مرحله رشد زایشی و لقاح، میزان دانه گرده تولیدی به صورت نرمال و طبیعی بوده و از طرفی به نظر می‌رسد که عمر مفید دانه گرده نسبت به روش کشت روی پشته بیشتر می‌شود و در نهایت منجر به افزایش تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه شد (۲۳). در آزمایشی با بررسی اثر آرایش کاشت بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای گزارش شد که روش کاشت کف جوی باعث افزایش صفت عملکرد دانه شد، به‌طوری که عملکرد دانه در روش کاشت کف جوی (۵۹۴/۷ گرم در مترمربع) نسبت به روش کاشت روی پشته (۵۲۲/۲ گرم در مترمربع)، باعث افزایش عملکرد دانه شد (۱۵). ایشان این افزایش عملکرد دانه در الگوی کاشت کف جوی را به افزایش کارایی مصرف آب، کاهش میزان نمک در اطراف بوته ذرت و افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه نسبت دادند که بر افزایش جذب آب و مواد غذایی و رشد و عملکرد دانه اثر داشت. کودهای کمپوستی بصورت مستقیم از طریق آزاد کردن عناصر کم‌مصرف و پرمصرف و بصورت غیرمستقیم از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک مانند کاهش چگالی ظاهری خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب، در افزایش عملکرد دانه مؤثر هستند. همچنین کودهای کمپوست شده با تأمین بهتر عناصر غذایی همراه با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، شرایط برای افزایش جذب عناصر غذایی، بهبود تولید و عرضه مواد پرورده به بلال ذرت و در نهایت افزایش عملکرد دانه در واحد سطح را فراهم می‌آورند (۲۱). در پژوهشی با بررسی اثر کود کمپوست بر رشد و عملکرد ذرت بیان شد که کاربرد کود کمپوست منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت شد (۲۸).

همبستگی بین صفات اندازه گیری شده

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۵) نشان داد که صفت شاخص سطح برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات عدد اسپد، کلروفیل a و کلروفیل کل داشت. همچنین صفت عدد اسپد همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل داشت. به‌علاوه صفت کلروفیل کل همبستگی مثبت و معنی‌دار بیشتری با صفات شاخص سطح برگ، عدد اسپد، کلروفیل a و کلروفیل b داشت. لذا بررسی صفات با همبستگی بالا نشان داد که صفات شاخص سطح برگ، عدد اسپد، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل همبستگی بیشتری با هم دارند و این همبستگی احتمالا ناشی از اثرگذاری عنصر غذایی مهم نیتروژن است که اثر قابل توجهی بر رشد برگ و تولید رنگیزه‌های فتوسنتزی دارد و روش کشت و

میزان مصرف کود کمپوست بقایای نیشکر بر میزان فراهمی این عنصر در خاک و مقدار دسترسی گیاه به آن اثر دارند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که کشت ذرت در کف جوی و مصرف ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار کود کمپوست بقایای نیشکر، باعث افزایش صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت در منطقه شوشتر شد. به نظر می‌رسد که روش کشت کف جوی با فراهمی شرایط بهتر رشدی برای گیاه، باعث بهبود صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت دانه‌ای شد. از طرف دیگر، مصرف کود کمپوست بقایای نیشکر با حفظ رطوبت و افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه، موجب افزایش رشد و عملکرد دانه گیاه شد. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان پیشنهاد داد که در مناطق با کمبود آب آبیاری و اراضی شور، در صورت عدم وجود محدودیت در روش کاشت، داشت و برداشت ذرت، تغییر روش کشت از نوک پشته به روش کشت در کف جوی بررسی شود. از طرف دیگر با توجه به اثر مثبت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک کود کمپوست بقایای نیشکر بر خاک و رشد و عملکرد گیاه و همچنین تولید این کود به میزان زیاد در شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان و به‌خصوص شهرستان شوشتر و نظر به توسعه مصرف این کود توسط کشاورزان منطقه، در اراضی با درصد ماده آلی پایین، استفاده از این کود مدنظر قرار گیرد.

قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که قسمتی از هزینه‌های اجرای این آزمایش را تأمین کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Abd El-Mageed, T. A., I. M. El-Samnoudi, A. M. Ibrahim and A. R. Abd El Tawwab. 2018. Compost and mulching modulates morphological, physiological responses and water use efficiency in sorghum (*bicolor* L. Moench) under low moisture regime. *Agricultural Water Management* 208: 431-439.
2. Amyanpoori, S., M. Ovassi and E. Fathinejad. 2015. Effect of vermicompost and triple superphosphate on yield of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 3(6): 494-499.
3. Arancon, N., P. Edwards, C. Bierman, P. Welch and J. Metzger. 2004. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiology* 47: 731-735.
4. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24: 1-15.
5. Barzegari, M., A. Afarinesh, R. Eslamizadeh, D. Ghanbari-Birgani, Gh. Zadeh-Dabagh, K. Mirza-Shahi, S. Salimpoor and M. Khoramian. 2007. Corn Production in Khuzestan. Agriculture Organization of Khuzestan Press, Khuzestan. (In Farsi).
6. Chattha, M. U., M. U. Hassan, L. Barbanti, M. B. Chattha, I. Khan, M. Usman, A. Ali and M. Nawaz. 2019. Composted sugarcane by-product press mud cake supports wheat growth and improves soil properties. *International Journal of Plant Production* 13: 241-249.
7. Davani, D., M. Nabipoor and H. A. Roshanfekr-Dezfooli. 2016. Effect of auxin, cytokinin and planting pattern on grain yield and salt tolerance indicators of maize. *Journal of Crop Production* 9(3): 191-209. (In Farsi).
8. Emam, Y. 2011. Cereal Production. Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi).
9. Faezizadeh, A. and A. R. Shokohfar. 2020. Effect of cake filter levels on morphological traits and corn yield (S.C.704) under different irrigation regimes. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 13(3): 805-814. (In Farsi).
10. Fahong, W., W. Xuging and K. Sayre. 2004. Comparison of conventional flood irrigated flat planting with furrow irrigated raised bed planting for winter wheat in china. *Field Crops Research* 87: 35-42.
11. Faridi, F., M. Ramroudi, M. Galavi, B. A. Siahsar and S. Khavari Khorasani. 2013. Effects of planting method on agronomic characteristics, yield and yield components of sweet and super sweet corn (*Zea mays* L.) varieties under saline conditions. *Journal of Agroecology* 4(4): 327-334. (In Farsi).
12. Fathi, A., F. Kardoni, S. Bahamin, B. Khalil-Tahmasebi and R. Naseri. 2017. Investigation of management strategy

of the consolidated system of organic and biological inputs on growth and yield characteristics in corn cultivation. *Applied Research of Plant Ecophysiology* 4(1):137-156. (In Farsi).
13. Fereidooni, M., E. Maghsoudi, A. Mojabghasroldashti and Y. Behzadi. 2018. Effect of different levels of nitrogen fertilizer, poultry manure and municipal waste compost on yield and grain quality of sweet corn. *Journal of Plant Ecophysiology* 10(2): 79-89. (In Farsi).
14. Habibi, S. and M. Majidian. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* hybrid Chase). *Journal of Crop Production and Processing* 4(11): 15-26. (In Farsi).
15. Hooshmand, A., M. Frutan and S. BoroomandNasab. 2014. Evaluation of deficit irrigation and sown pattern on yield and water use efficiency of maize (KSC-704). *Journal of Irrigation Sciences and Engineering* 37(3): 43-52. (In Farsi).
16. Karmollachaab, A., A. Siadat, H. Hamdi, H. Monjezi and A. Kochakzadeh. 2017. Effect of filter cake on physiological traits and ear yield of sweet corn under late drought stress condition. *Journal of Agroecology* 9(2): 421-432. (In Farsi).
17. Li, Q., Y. Chen, M. Liu, X. Zhou, B. Dong and S. Yu. 2008. Effects of irrigation and planting patterns on radiation use efficiency and yield of winter wheat in North China. *Agricultural Water Management* 95: 469-476.
18. MAJ. 2020. Statistical Yearbook. Ministry of Agriculture Jihad. Available online at: http://www.maj.ir. Accessed 15 August 2021.
19. Marinari, S., G. Masciandaro, B. Ceccanti and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology* 72: 9-19.
20. Moaieri, M. 2018. Irrigation of Corn in Khuzestan. Publication of Agricultural Education. (In Farsi).
21. Mojab-Qasroldashti, A., H. R. Balouchi, A. R. Yadavi and M. Qobadi. 2014. Effect of application of different levels of municipal waste compost and nitrogen fertilizer on the concentration of some grain elements and soil properties in sweet corn. *Journal of Agroecology* 6(1): 118-129. (In Farsi).
22. Mohammad-Khani, E. and A. Roozbahani. 2015. Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Ecophysiology* 7(4): 123-131. (In Farsi).
23. Nasrolah Alhossini, M., A. Rahmani and S. Khavari Khorasani. 2014. Investigation of planting method and plant density on some of morphological traits, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.Var Saccharata) varieties. *Agronomy Journal* 103: 84-95. (In Farsi).
24. Nasrolahzadeh, S., A. Shirkhani, S. Zehtab Salmasi and R. Choukan. 2016. Effects of biofertilizer and chemical fertilizer on maize yield and leaf characters in different irrigation conditions. *Applied Field Crops Research* 29(4): 72-86. (In Farsi).
25. Reynolds, M. P., J. I. Ortiz-Monasterio and A. McNab. 2001. Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT.
26. Ridine, W., A. Ngakou, M. Mbaiguinam, F. Namba and P. Anna. 2014. Changes in growth and yield attributes of two selected maize varieties as influenced by application of chemical (NPK) and organic (bat's manure) fertilizers in Pala (Chad) grown field. *Pakistan Journal of Botany* 46: 1763-1770.
27. Sajadi-Nik, R., A. Yadavi, H. R. Balouchi and H. Farajee. 2011. Effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 21: 87-110. (In Farsi).
28. Shirkhani, A., S. Nasrolahzadeh and S. Zehtab-Salmasi. 2019. Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on yield and seed quality of corn under normal irrigation and drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12(3): 781-791. (In Farsi).
29. Soleimanifard, A. and R. Naseri. 2016. The effects of irrigation regimes and planting patterns on seed yield and some agronomic traits of maize (S.C. 604). *Journal of Crop Ecophysiology* 10(1): 201-212. (In Farsi).
30. Sullivan, D., A. Bary, D. Thomas, S. Fransen and C. Cogger. 2002. Food waste compost effect on fertilizer nitrogen effectively, available nitrogen and tall fescue yield. *Soil Science Society of America Journal* 66: 154-161.
31. Yazdi Motlagh, A., S. Khavari Khorasani, S. Bakhtiari and J. Musa-Abadi. 2012. Effects of planting methods on morpho-physiological traits, yield and yield components of forage corn (*Zea mays* L.) cultivars in saline condition. *Journal of Agroecology* 4(4): 327-334. (In Farsi).
32. Zadeh-Omidi, F. and S. K. Marashi. 2019. Effect of amount of sugarcane compost and nitrogen on quantitative and qualitative yield of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Environmental Physiology* 14: 12-20. (In Farsi).

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 12, No. 1, Spring 2022, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Response of Morphological and Physiological Traits and Grain Yield of Corn to Planting Method and Sugarcane Residue Compost

M. Tahmasebi[1], M. H. Gharineh[2], A. Moshatati[3*] and A. Khodaei-Joghan[3]

(Received: September 04-2021; Accepted: November 06-2021)

Abstract

In order to investigate the effect of planting method and sugarcane residue compost fertilizer on morphological and physiological traits and grain yield of corn, a field experiment using a split-plot arrangement was accomplished in a randomized complete block design with four replicates in Mian-Ab, Shooshtar, south-west Iran in summer 2018. Experimental factors included four planting methods (on ridges, on watermark, in furrows, and on flat ground) as main factor in main plots and four amounts of sugarcane residues compost (0, 10, 20, and 30 t ha^{-1}) in sub-plots. Results showed that the effects of planting method, sugarcane residue compost, and their interaction were significant on the leaf area index, plant height, ear height, SPAD, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, grains/ear, thousand grain weight and grain yield. Mean comparison showed that the maximum amount of the examined corn traits was obtained in furrow planting and using 30 t ha^{-1} of sugarcane residue compost and the lowest amounts were observed in ridge planting and absence of sugarcane residue compost. The highest grain yield (6497 kg ha^{-1}) was achieved in furrow planting and presence of 30 t ha^{-1} of sugarcane residue compost and the lowest grain yield (3870 kg ha^{-1}) was in ridge planting and absence of sugarcane residue compost. In general, it seems that furrow planting by providing better growth conditions and consumption of sugarcane residues compost fertilizer due perhaps to improvement in soil nutrient availability and moisture storage capacity increase the growth and grain yield of corn in Shooshtar region.

Keywords: Planting pattern, Organic fertilizer, Plant height, Chlorophyll, Khuzestan

1, 2 and 3. Former MSc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Plant Production and Genetic Engineering, College of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran
*: Corresponding Author, Email: A.moshatati@asnrukh.ac.ir/ Alimoshatati@gmail.com