

اثر ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط تنش گرمایی آخر فصل در اهواز

صبریه سیمری زاده^۱، علی مشتقی^{۲*}، عبدالمهدی بخشنده^۳، آیدین خدایی جوقان^۲، احمد کوچک زاده^۴

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲. استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳. استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۴. دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۰۳

چکیده

به منظور بررسی اثر کود ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم چمران در شرایط تنش گرمایی آخر فصل، آزمایشی مزرعه‌ای به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت یک آذر، ۲۰ آذر و ۱۰ دی در کرت‌های اصلی و پنج سطح کود ورمی کمپوست (صفر، پنج، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی بود. تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و کود ورمی کمپوست بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۳۵۶ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت یک آذر و کمترین آن (۱۷۳۲ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۰ دی بود. همچنین در سطوح مختلف کود ورمی کمپوست، بیشترین عملکرد دانه (۲۵۹۳ کیلوگرم در هکتار) در مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین آن (۱۵۶۶ کیلوگرم در هکتار) در عدم کاربرد ورمی کمپوست حاصل شد. به طور کلی تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل، باعث کاهش عملکرد دانه ولی افزایش میزان مصرف ورمی کمپوست در تاریخ‌های کاشت مختلف، موجب افزایش عملکرد دانه گندم شد.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، ورمی کمپوست، گندم، عملکرد دانه

مقدمه

همکاران (Omid et al., 2015) با بررسی اثر تنش گرمایی آخر فصل بر رشد و عملکرد ارقام گندم در اهواز گزارش کردند که با تأخیر در کاشت و افزایش میانگین دمای فصل رشد، میانگین عملکرد دانه ارقام گندم حدود ۴۳ درصد کاهش یافت. جوشی و همکاران (Joshi et al., 2016) با ارزیابی اثر تنش گرمایی آخر فصل ناشی از تأخیر در کاشت بر گندم گزارش کردند که وقوع تنش گرما باعث کاهش عملکرد دانه شد. سیاحی و کمایی (Sayahi and Kamaei, 2017)

گندم یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در استان خوزستان در سطح حدود ۴۵۰ هزار هکتار کشت می‌شود (MAJ, 2017). در این استان گندم به دلیل شرایط آب و هوایی و نور مناسب در فصول پاییز و زمستان، رشد رویشی مناسبی داشته و پتانسیل عملکرد بالایی دارد، ولی به دلیل افزایش ناگهانی دما از فروردین‌ماه، گیاه در فاصله مرحله گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، با تنش گرمایی آخر فصل مواجه شده و باعث کاهش ۵ تا ۴۰ درصدی عملکرد دانه گندم می‌شود (Radmehr, 1997). در این راستا امیدی و

گزارش دادند که با تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل در اهواز، عملکرد دانه گندم کاهش یافت.

از راه کارهای مهم کاهش اثر تنش‌های محیطی بر گیاهان زراعی، استفاده از مواد طبیعی مثل ورمی کمپوست در خاک است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های ورمی کمپوست، عملکرد آنزیم‌ها، میکروارگانیسم‌ها و هورمون‌های مختلف موجود در آن است. ورمی کمپوست آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، آمیلاز، لیپاز، سلولاز و کتیناز دارد که در تجزیه مواد آلی خاک و در نتیجه در دسترس قرار دادن مواد مغذی مورد لزوم گیاهان نقش مؤثری دارد و با فراهم آوردن محیط رشد مناسب موجب افزایش عملکرد می‌شود (Sajadi-Nik et al., 2011). ورمی کمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی یک اصلاح‌کننده فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک است که به‌عنوان کود آلی دوستدار محیط‌زیست برای رشد و عملکرد بهتر گیاهان زراعی مثل گندم است. مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش ارتفاع ساقه، سطح برگ، تعداد دانه در گیاه و عملکرد کل می‌شود (Joshi et al., 2014). در مورد اثر مصرف ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، غلامعلی‌زاده‌آهنگر و همکاران (Gholamalizadeh et al., 2014) با مطالعه اثر کودهای مختلف آلی و قارچ میکوریز آربوسکولار بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه گندم در تیمار کاربرد ورمی کمپوست + قارچ میکوریز آربوسکولار حاصل شد. شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2015) با ارزیابی اثر مصرف کودهای ورمی کمپوست و هیومیک اسید بر رشد و عملکرد ارقام گندم گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه گندم رقم چمران در مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و کاربرد هیومیک اسید حاصل شد. جوانمرد و همکاران (Javanmard et al., 2015) با بررسی اثر ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر گندم گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه گندم در تیمار مصرف ۷ تن در هکتار ورمی کمپوست + (۱۰۰ درصد کود شیمیایی منهای معادل عناصر غذایی موجود در ۷ تن در هکتار ورمی کمپوست) به دست آمد. نتایج بعضی از آزمایش‌ها نشان داده که در گیاهان مواجه با تنش خشکی، مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش خشکی و افزایش رشد و عملکرد گیاه شد؛ مثلاً رشتبری و علیخانی (Rashtbari and Alikhani, 2012) با ارزیابی اثر کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر رشد و

عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی بیان کردند که در شرایط تنش خشکی متوسط و شدید، مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه شد. جهانگیری نیا و همکاران (Jahangirinia et al., 2016) ضمن بررسی اثر ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم‌آبی گزارش کردند که در تمام سطوح آبیاری، کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا، حداکثر عملکرد دانه را تولید نمود.

به‌طور کلی، تنش گرمایی آخر فصل باعث کاهش رشد و عملکرد گندم می‌شود، همچنین کاربرد ورمی کمپوست اثرات مطلوبی بر حفظ رطوبت خاک، فراهمی عناصر غذایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش اثر تنش‌های محیطی مثل تنش خشکی در گیاهان دارد، ولی اثر ورمی کمپوست بر کاهش اثر تنش گرما در گندم بررسی نشده است، لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر کاهش اثر تنش گرمایی آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط آب و هوایی اهواز در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ملاثانی در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی، ارتفاع ۳۴ متر از سطح دریا و آب‌وهوای گرم و خشک اجرا شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت یک آذر، ۲۰ آذر و ۱۰ دی در کرت‌های اصلی و پنج سطح کود ورمی کمپوست (صفر، پنج، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی بود. بر اساس توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان، محدوده تاریخ کاشت مناسب گندم در منطقه ۱۵ آبان تا ۲۵ آذر است. هر کرت فرعی شامل ۱۰ خط کشت دو متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع بود. در این آزمایش از گندم بهاره رقم چمران ۱ استفاده شد. قبل از کاشت، مقدار ورمی کمپوست هر کرت بر اساس تیمار توزین و توسط دستگاه کولتیواتور با خاک مخلوط شد. کلیه عملیات داشت از جمله آبیاری،

سطح برداشتی، تعداد دانه در سنبله بر اساس متوسط ۲۰ سنبله و وزن هزار دانه با شمارش و توزین دو نمونه ۵۰۰ دانه ای تعیین شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) با سیستم تجزیه آماری (SAS9.4) انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر تمام صفات اندازه گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، اثر ورمی کمپوست بر تمامی صفات بررسی شده به جز صفت شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود ولی اثر متقابل این دو عامل بر هیچ کدام از صفات مورد مطالعه معنی دار نبود.

کوددهی پایه و سرک و وجین دستی علف های هرز داخل و بین کرت ها بر اساس توصیه های مراکز تحقیقاتی طوری انجام شد که گیاه با تنش دیگری، به جز تنش گرمایی آخر فصل، مواجه نشود. در مورد کوددهی، بر اساس توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به صورت ۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد در ابتدای مرحله ساقه رفتن) از منبع اوره و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر در زمان قبل از کاشت از منبع سوپر فسفات تریپل استفاده شد. شاخص سطح برگ در زمان گلدهی و به روش نمونه گیری تخریبی انجام و سطح برگ نمونه توسط دستگاه سطح سنج برگ اندازه گیری شد. در زمان برداشت و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر تاریخ کاشت، دو خط اول و آخر و همچنین نیم متر از اول و آخر کرت به عنوان حاشیه حذف و سطح یک مترمربع برداشت شد. عملکرد دانه، ماده خشک، شاخص برداشت و تعداد سنبله در مترمربع بر مبنای

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

Table 1. Variance analysis of measured traits

S.O.V	منبع تغییر	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (MS) Means of squares				
			تعداد سنبله در مترمربع No. of Spike.m ⁻¹	تعداد دانه در سنبله Grain.spike ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 grain wt.	عملکرد دانه عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
						بیولوژیک Biological yield	
Rep	تکرار	3	4293.2**	129.1**	5.7*	284038*	0.005*
Sowing date (SD)	تاریخ کاشت	2	4252.1**	296.4**	17.1**	2155462**	0.003**
Ea	خطای اصلی	6	75.1	1.0	0.5	23631	0.0002
Vermicompost (V)	ورمی کمپوست	4	13458.6**	388.2**	23.8**	2078483**	0.002 ^{ns}
SD × V	تاریخ کاشت × ورمی کمپوست	8	169.5 ^{ns}	8.8 ^{ns}	0.2 ^{ns}	25512 ^{ns}	0.008 ^{ns}
Eb	خطای فرعی	36	432.5	11.1	1.4	89099	0.001
CV(%)	ضریب تغییرات	-	7.7	14.1	3.0	15.3	12.4

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Ns, * and **: Non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

تاریخ کاشت اول بود و کمترین مقدار آن (۲۵۵/۱) در تاریخ کاشت سوم بود که البته با تاریخ کاشت دوم اختلاف معنی دار نداشت (جدول ۲). علت کاهش تعداد سنبله در مترمربع با تأخیر در کاشت را می توان به افزایش میانگین دما، تسریع رشد و نمو و کوتاه شدن طول دوره های رشد و نمو از جمله

تعداد سنبله در مترمربع

مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمای آخر فصل، تعداد سنبله در مترمربع کاهش یافت، به طوری که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع (۲۸۴/۱) در

مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. افزایش مصرف ورمی‌کمپوست، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی، عرضه مداوم و پایدار عناصر غذایی ماکرو و میکرو و ذخیره رطوبت خاک می‌شود لذا صفات پنجه‌زنی، تعداد سنبله بارور و در نتیجه تعداد سنبله در مترمربع افزایش می‌یابد (Javanmard et al., 2015). آزمایش جوانمرد و همکاران (Javanmard et al., 2015) نیز، با مصرف ورمی‌کمپوست، تعداد سنبله در مترمربع گندم افزایش یافت.

مرحله پنجه‌زنی و تشکیل و تمایز سنبله‌ها نسبت داد که منجر به کاهش تعداد سنبله در مترمربع شد. آزمایش سیاحی و کمایی (Sayahi and Kamaei, 2017) نشان داد که تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل در خوزستان، باعث کاهش تعداد سنبله در مترمربع گندم شد. مقایسه میانگین اثر ورمی‌کمپوست (جدول ۳) نشان داد که با افزایش مقدار مصرف ورمی‌کمپوست، تعداد سنبله در مترمربع افزایش یافت. به‌طوری‌که کمترین مقدار این صفت (۲۳۱/۵) در عدم مصرف ورمی‌کمپوست و بیشترین مقدار آن (۳۲۱/۶) در

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 2. Mean comparison of measured traits in different sowing dates

تاریخ کاشت Sowing date	تعداد سنبله در مترمربع No. of Spike.m ⁻¹	تعداد دانه در سنبله Grain. spike ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 grain wt. g	عملکرد دانه Grain yield kg.ha ⁻¹	عملکرد بیولوژیک Biological yield kg.ha ⁻¹	شاخص برداشت Harvest index %
۱ آذر Nov. 22	284.1 ^a	28.0 ^a	40.5 ^a	2356 ^a	7958 ^a	29.6 ^a
۲۰ آذر Dec. 11	272.6 ^b	22.1 ^b	39.7 ^b	1867 ^b	6753 ^b	27.4 ^b
۱۰ دی Dec. 31	255.1 ^b	20.7 ^c	38.7 ^c	1732 ^c	6359 ^c	27.1 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by a similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD

مصرف ورمی‌کمپوست و بیشترین مقدار آن (۳۱/۷) در مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. افزایش تعداد دانه در سنبله با افزایش کاربرد ورمی‌کمپوست را می‌توان به افزایش آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاه مثل نیتروژن نسبت داد که موجب افزایش تشکیل و پر شدن دانه و در نتیجه تعداد دانه در سنبله می‌شود (Javanmard et al., 2015). در آزمایش شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2015) نیز، با مصرف ورمی‌کمپوست، تعداد دانه در سنبله گندم افزایش یافت.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت، وزن هزار دانه کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین وزن هزار دانه (۴۰/۵ گرم) در تاریخ کاشت اول و کمترین مقدار آن (۳۸/۷ گرم) در تاریخ کاشت سوم به دست آمد (جدول ۲).

تعداد دانه در سنبله

مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۸/۰) در تاریخ کاشت اول و کمترین مقدار آن (۲۰/۷) در تاریخ کاشت سوم به دست آمد (جدول ۲). به نظر می‌رسد که با تأخیر در کاشت، طول دوره تشکیل آغازه‌های گل به علت مصادف شدن با دمای بالای هوا، کوتاه‌تر شده و تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبلک کاهش یافته و این دو عامل توأماً باعث کاهش تعداد دانه در سنبله در تاریخ کاشت سوم شدند. نتایج آزمایش سیاحی و کمایی (Sayahi and Kamaei, 2017) نشان داد که تأخیر در کاشت گندم در خوزستان، باعث کاهش تعداد دانه در سنبله شد. مقایسه میانگین اثر ورمی‌کمپوست (جدول ۳) نشان داد که با افزایش مقدار مصرف ورمی‌کمپوست، تعداد دانه در سنبله افزایش یافت. به‌طوری‌که کمترین مقدار این صفت (۱۷/۷) در عدم

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در سطوح مختلف ورمی کمپوست

Table 3. Mean comparison of measured traits in different vermicompost levels

ورمی کمپوست Sowing date	تعداد سنبله در مترمربع No. of Spike.m ⁻¹	تعداد دانه در سنبله Grain.spike ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 grain wt.	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
t.ha ⁻¹			g	kg.ha ⁻¹		%
0	231.5 ^d	17.7 ^d	37.9 ^c	1566 ^d	5776 ^d	26.4 ^b
5	255.4 ^c	19.2 ^c	38.6 ^c	1662 ^d	6324 ^c	26.8 ^b
10	264.4 ^{bc}	22.9 ^c	39.7 ^b	1923 ^c	6691 ^c	28.4 ^{ab}
15	280.0 ^b	26.5 ^b	40.4 ^b	2183 ^b	7531 ^b	28.3 ^{ab}
20	321.6 ^a	31.7 ^a	41.5 ^a	2593 ^a	8795 ^a	29.7 ^a

در هر ستون میانگین هایی که حرف مشترک دارند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column, followed by a similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD test.

عملکرد دانه در تاریخ کاشت آخر احتمالاً تأخیر در کاشت و افزایش میانگین دمای هوا و افزایش سرعت رشد و نمو و کاهش طول دوره های رشد و نمو گیاه باشد که باعث مواجه شدن مراحل گلدهی، گرده افشانی و دوره پر شدن دانه با دماهای بالای هوا در فروردین تا اردیبهشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل شده، لذا اجزای عملکرد و عملکرد دانه کاهش یافت. بر اساس نتایج آزمایش سایر محققان (Omid et al., 2015; Joshi et al., 2015; Sayahi and Kamaei, 2017) نیز، تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد. مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست (جدول ۳) نشان داد که با افزایش میزان مصرف ورمی کمپوست، عملکرد دانه افزایش یافت به طوری که کمترین عملکرد دانه (۱۵۶۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم مصرف ورمی کمپوست و بیشترین میزان آن (۲۵۹۳ کیلوگرم در هکتار) در مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش تخلخل و ذخیره رطوبت خاک، افزایش عرضه مداوم و پایدار عناصر غذایی و تحریک میکروارگانیسم های مفید خاک در ریزوسفر ریشه می شود. لذا منجر به افزایش جذب عناصر غذایی، توسعه کانوپی، افزایش جذب نور، افزایش فتوسنتز و افزایش طول دوره پر شدن دانه می شود و در نتیجه رشد و نمو، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه افزایش می یابد (Gholamalizade-Ahangar et al., 2014). در آزمایش سایر محققان (Shahbazi et al., 2015; Javanmard et al., 2015)، با مصرف ورمی کمپوست و افزایش دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی، عملکرد دانه افزایش یافت.

با توجه به اینکه تأخیر در کاشت، باعث مواجه شدن مرحله پر شدن دانه با دمای بالا می شود، لذا موجب کاهش طول دوره پر شدن دانه و کاهش وزن هزار دانه می گردد. در همین رابطه جوشی و همکاران (Joshi et al., 2016) با ارزیابی اثر تنش گرمایی آخر فصل بر گندم گزارش کردند که با تأخیر در کاشت، وزن هزار دانه کاهش یافت. مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست (جدول ۳) نشان داد که با افزایش مقدار مصرف ورمی کمپوست، وزن هزار دانه افزایش یافت. به طوری که کمترین مقدار این صفت (۳۷/۹ گرم) در شاهد عدم مصرف ورمی کمپوست و بیشترین مقدار آن (۴۱/۵ گرم) در مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. با مصرف ورمی کمپوست؛ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک بهبود یافته و موجب رشد بهتر گیاه شده و مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شده و به سمت دانه ها منتقل می شود. همچنین با توجه به فراهمی بیشتر رطوبت خاک، طول دوره پر شدن دانه افزایش یافته و در نتیجه وزن هزار دانه افزایش می یابد (Javanmard et al., 2015). در آزمایش غلامعلی زاده آهانگر و همکاران (Gholamalizade-Ahangar et al., 2014) نیز، با افزایش مصرف ورمی کمپوست، وزن هزار دانه گندم افزایش یافت.

عملکرد دانه

مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت و مواجهه گیاه با تنش گرمایی آخر فصل، عملکرد دانه کاهش یافت به طوری که بیشترین عملکرد دانه (۲۳۵۶ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت اول و کمترین مقدار آن (۱۷۳۲ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت سوم بود (جدول ۲). علت کاهش

عملکرد بیولوژیک

مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۷۹۵۸ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت اول و کمترین مقدار آن (۶۳۵۹ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت سوم حاصل شد (جدول ۲). تأخیر در کاشت، افزایش میانگین دمای دوره رشد، افزایش سرعت رشد و نمو، کاهش طول دوره‌های رشد و نمو، منجر به کاهش فتوسنتز، رشد، تولید ماده خشک و عملکرد بیولوژیک شد. در آزمایش سیاحی و کمایی (Sayahi and Kamaei, 2017)، با تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمایی آخر فصل در اهواز، عملکرد بیولوژیک گندم کاهش یافت. مقایسه میانگین اثر ورمی‌کمپوست (جدول ۳) نشان داد که با افزایش میزان مصرف ورمی‌کمپوست، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت به‌طوری‌که کمترین عملکرد بیولوژیک (۵۷۷۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم مصرف ورمی‌کمپوست و بیشترین میزان آن (۸۷۹۵ کیلوگرم در هکتار) در مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش فراهمی آب، تقویت محیط رشد گیاه، حاصلخیزی خاک و تغییرات مفید و چشمگیر در فعالیت‌های تنفسی و آنزیمی توده زیستی جمعیت میکروبی خاک می‌شود (Gholamalizade-Ahangar et al., 2014). رشد رویشی (سطح برگ و ارتفاع بوته) و رشد زایشی (اجزای عملکرد) را افزایش داده و منجر به عملکرد بیولوژیک بالاتر می‌شود. در گزارش غلامعلی‌زاده‌آهنگر و همکاران (Gholamalizade-Ahangar et al., 2014)، کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گندم شد.

شاخص برداشت

مقایسه میانگین نشان داد که با تأخیر در کاشت، شاخص برداشت کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت (۲۹/۶ درصد) در تاریخ کاشت اول و کمترین مقدار آن (۲۷/۱ درصد) در تاریخ کاشت سوم حاصل شد (جدول ۲). اگرچه تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شد، ولی با توجه به مصادف شدن بیشتر مرحله رشد زایشی با تنش گرما، احتمالاً به دلیل کاهش شدیدتر عملکرد دانه، شاخص برداشت کاهش یافت. بر اساس نتایج آزمایش سیاحی و کمایی (Sayahi and Kamaei, 2017)، تأخیر در کاشت گندم در خوزستان، باعث کاهش شاخص برداشت شد.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت، افزایش میانگین دمای هوا در طول دوره رویش و مواجه شدن گندم با تنش گرمایی آخر فصل، کلیه صفات اندازه‌گیری شده کاهش یافتند. همچنین با افزایش میزان مصرف ورمی‌کمپوست، فراهمی آب و عناصر غذایی برای گیاه افزایش یافته و صفات موردبررسی افزایش یافتند. به‌علاوه بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول آذر و مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار آن در تاریخ کاشت ۱۰ دی و عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط کاشت دیر هنگام و وقوع تنش گرمایی آخر فصل، مصرف ورمی‌کمپوست، باعث افزایش عملکرد دانه گندم شد.

منابع

- Gholamalizade-Ahangar, A., Kermanizade, B., Sabbagh, S.K., Sirousmehr, A., 2014. Effect of Arbuscular Mycorrhizal fungi and organic fertilizers application on yield components of two wheat cultivars. *Journal of Water and Soil*. 28, 795-803. [In Persian with English Summary].
- Jahangiri Nia, E., Siyadat, S.A., Koochakzadeh, A., Moradi-Telavat, M.R., Sayyahfar, M., 2016. Effect of the usage of vermicompost and mycorrhizal fertilizer on quantity and quality yield of soybean in water deficit stress condition. *Journal of Crops Improvement*. 18, 319-331. [In Persian with English Summary].
- Javanmard, A., Nazari, B., Jalilian, A., Dashti, S., 2015. Response of wheat to vermicompost and chemical fertilizer residual in soil. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 25, 87-103. [In Persian with English Summary].
- Joshi, M.A., Faridullah, S., Kumar, A., 2016. Effect of heat stress on crop phenology, yield and seed quality attributes of wheat (*Triticum*

- aestivum* L.). Journal of Agrometeorology. 18, 206-215.
- Joshi, R., Singh J., Pal Vig, A., 2014. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 14, 137-159.
- Ministry of Jihad Agriculture (MAJ), 2017. Statistical Yearbook. Ministry of Jihad Agriculture. [In Persian].
- Omidi, M., Siahpoosh, M.R., Mamaghani, R., Modaresi, M., 2015. Heat tolerance evaluating of wheat cultivars using physiological characteristics and stress tolerance indices in Ahvaz climatic conditions. Journal of Plant Production. 38, 103-113. [In Persian with English Summary].
- Radmehr, M., 1997. Effect of Heat stress on Physiology of Growth and Development of Wheat. Ferdowsi University of Mashhad Press. 201p. [In Persian].
- Rashtbari, M., Alikhani, H.A., 2012. Effect and efficiency of municipal solid waste compost and vermicompost on morpho-physiological properties and yield of canola under drought stress conditions. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 22, 113-127. [In Persian with English Summary].
- Sajadi-Nik, R., Yadavi, A., Balouchi, H.R., Farajee, H., 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 Persian with English Summary].
- Sayahi, S.S., Kamaei, F., 2017. Evaluation of 38 varieties of bread wheat in heat stress tolerance is calculated based on the season of the untamed STI farm. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 13, 39-49. [In Persian with English Summary].
- Shahbazi, S., Fateh, E., Ayneband, A., 2015. Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Journal of Plant Production. 38, 103-113. [In Persian with English Summary].