

واکنش گندم (*Triticum aestivum* L.) به کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی در شرایط مختلف رطوبتی

یاسر یعقوبیان^۱، همت‌اله پیردشتی^{۱*}، ایرج یعقوبیان^۲، ابراهیم محمدی گل‌تپه^۳، عزت‌اله اسفندیاری^۴،
ولی فیضی‌اصل^۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۲

۱- به ترتیب دکتری زراعت و دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استاد گروه بیماری شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

۵- استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

* مسئول مکاتبه: E-mail: h.pirdashti@sanru.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (رقم آذر ۲) در شرایط مختلف رطوبتی، آزمایشی در گلخانه مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور در بهار ۱۳۸۹ بر پایه طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در چهار تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی شامل کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی در سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار و تنش رطوبتی نیز در سه سطح شامل رطوبت معادل ۰/۳- بار (ظرفیت مزرعه‌ای)، ۵- بار (تنش ملایم) و ۱۰- بار (تنش شدید رطوبتی) بود. در این پژوهش برخی از صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم اندازه‌گیری گردید. نتایج حاکی از اثر منفی ($p < 0/01$) تنش رطوبتی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز تعداد سنبلچه در سنبله و تراکم سنبلچه بود. کاربرد کمپوست نیز بر همه صفات به جز وزن هزار دانه و تراکم سنبلچه اثر مثبت ($p < 0/01$) داشت ولی تراکم سنبلچه را کاهش داد. برهمکنش کمپوست و رطوبت نیز در طول اکستروژن، ارتفاع بوته و اکثر صفات مربوط به عملکرد معنی‌دار بوده و در تمامی سطوح رطوبتی استفاده از کمپوست صفات مذکور را افزایش داد. بر اساس یافته‌ها، در هر سه سطح رطوبتی بیشترین افزایش مربوط به تیمار کمپوست ۵۰ تن و به ترتیب در صفات تعداد دانه در بوته (۴ تا ۵/۷ برابر)، عملکرد دانه (۳/۲ تا ۳/۶ برابر) و عملکرد بیولوژیک (۲/۹ تا ۳/۳ برابر) بود. بنابراین به نظر می‌رسد در شرایط مختلف رطوبتی، کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی می‌تواند گزینه مناسبی جهت استفاده به عنوان کود آلی باشد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، خشکی، کمپوست، عملکرد، گندم، مورفولوژی

Response of Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Spent Mushroom Compost under Different Moisture Conditions

Yasser Yaghoubian¹, Hemmatollah Pirdashti^{1*}, Iraj Yaghoubian², Ebrahim Mohammadi Goltapeh³,
Ezatollah Esfandiari⁴, Vali Feiziasl⁵

Received: December 17, 2015 Accepted: May 1, 2016

1-PhD and Assoc. Prof., Respectively, Dept. of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

2-MSc Student, Dept. of Agronomy, Tabriz University, Tabriz, Iran.

3-Prof., Dept. of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

4-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

5-Assis. Prof., Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran.

*Corresponding Author: h.pirdashti@sanru.ac.ir

Abstract

The effect of spent mushroom compost (SMC) on yield and yield components of wheat (cv. Azar2) under different moisture conditions was evaluated in pot experiment at Dry-land Agricultural Research Institute in 2010. Experiment arrangement was factorial based on complete randomized design with four replications. Treatments were SMC at three levels (0, 25 and 50 Mg.ha⁻¹) and water deficit stress at three levels (-0.3 or field capacity, -5 and -10 bar). Some morphological, yield and yield components of wheat were determined. Results indicated that water stress had a negative and significant ($P<0.01$) on all measured parameters except spikelet number and density. SMC application had a positive effect on all measured parameters whereas reduced wheat spikelet density. There was a significant interaction between SMC and water stress in terms of extrusion length, plant height and most of yield attributes. At each given water stress levels, application of SMC significantly improved the mentioned traits. According to the results, in all moisture levels, the maximum increase was observed in 50 Mg.ha⁻¹ of SMC application for grain number per plant (4 to 5.7 fold) followed by grain yield (3.2 to 3.6 fold) and biological yield (2.9 to 3.3 fold). Therefore, it seems that in different water levels, SMC could be considered as a suitable candidate to apply for organic fertilizer.

Keywords: Drought, Morphology, Wheat, Yield Component, Yield

مقدمه

همچنین یکی از مشکلات اساسی در ایران و جهان است که عامل مهمی در کاهش عملکرد گندم به شمار می‌رود (عبدالشاهی و همکاران ۱۳۸۹). در ایران ۹۰ درصد از اراضی در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (فائو ۲۰۰۴). حتی در شرایط آب و هوای مرطوب، توزیع نامنظم بارندگی منجر به محدودیت آب قابل دسترس و

رشد و عملکرد گندم به عنوان مهمترین محصول زراعی در ایران همانند سایر گیاهان تحت تأثیر تنش-های محیطی از جمله خشکی قرار می‌گیرد. تنش رطوبتی یکی از پدیده‌های رایج در طبیعت بوده و محدود کننده رشد تمام گیاهان است (فرشادفر و همکاران ۱۳۸۰).

می‌کند که ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی خاک را افزایش داده و ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد (لوانون و دانای ۱۹۹۵).

کمپوست مصرف شده قارچ می‌تواند اثرات مفید زیادی برای خاک داشته باشد، و از آنجایی که محتوی مواد غذایی قابل دسترس گیاهی و مواد ارگانیک است می‌تواند باروری خاک را بهبود دهد و نیاز تغذیه‌ای گیاه را برای محصول دهی تأمین کند بدینسان حتی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی غیر ارگانیک معرفی شده است (کوتوک و همکاران ۱۹۹۹، استوارت و همکاران ۱۹۹۸). سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم را در بررسی اثر کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی همراه با کود بیولوژیک و اوره گزارش کردند. پولات و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی‌شان دریافتند که استفاده از کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی به میزان ۲ و ۴ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد کاهو گردید. همچنین در آزمایشی دیگر سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار این کمپوست بر عملکرد و خصوصیات کیفی خیار مورد بررسی قرار گرفته که افزایش عملکرد میوه را در استفاده از ۴۰ تن در هکتار از این کمپوست در پی داشت (پولات و همکاران ۲۰۰۹). اونال و تاپکوقلو (۲۰۰۷) افزایش در عملکرد میوه لفل و همچنین میزان جذب عناصر N, P, K, Fe و Zn را در گیاه در واکنش به کاربرد این نوع کمپوست گزارش نمودند. افزایش کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی به خاک باعث بهبود محیط فیزیکی رشد ریشه، کاهش کلوخه و تشکیل سله سطحی خاک، افزایش سرعت نفوذ آب در خاک و بهبود گنجایش رطوبتی خاک شد (استوارت ۱۹۹۵).

مهمترین خصوصیت کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی مقدار ماده آلی آن است که باعث افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود تغذیه‌ای گیاه می‌شود (لوهر و همکاران ۱۹۸۴). از سوی دیگر به دلیل مواد ارگانیکی که به خاک اضافه می‌کند باعث کاهش کلوخه، سله سطحی و وزن مخصوص ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری مواد غذایی، افزایش سرعت نفوذ آب، بهبود

در نتیجه کاهش رشد گیاه می‌شود (کافی و همکاران ۱۳۷۹). یکی از راهکارهای کاهش اثرات کمبود آب به ویژه در شرایط توزیع نامناسب رطوبتی می‌تواند استفاده از کمپوست‌ها باشد. هرچند امروزه در کشاورزی پایدار کمپوست به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی کشاورزی مطرح می‌شود (بیکا و همکاران ۱۹۹۳، روبین و همکاران ۲۰۰۱)، اما در عین-حال این فرآورده‌ها علاوه بر فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴)، به دلیل تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای آب، تهویه و زهکشی مناسب باعث بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی نیز می‌شوند (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴، لوانون و دانای ۱۹۹۵).

کمپوست مصرف‌شده قارچ خوراکی^۱ (SMC) محصول زائد تولید قارچ خوراکی بوده و به عنوان فرآورده جانبی صنعت قارچ خوراکی به حساب می‌آید که دور ریختن آن در طبیعت باعث ایجاد مشکلات محیطی می‌شود (لوانون و دانای ۱۹۹۵). با این حال تولید آن نیز روزبه‌روز افزایش می‌یابد به‌طوری که در کشور آمریکا تولید قارچ دکمه‌ای سفید سالانه منجر به تولید بیش از ده میلیون متر مکعب کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی می‌شود (گو و چوروور ۲۰۰۶، گو و همکاران ۲۰۰۱). در ایران نیز پیش‌بینی شده است که تا سال ۱۴۰۴ تولید این کمپوست به بیش از ۵۰۰ هزار تن برسد (عزیزی ۱۳۸۷). کمپوست مصرف‌شده قارچ خوراکی از مخلوطی از تولیدات طبیعی ساخته شده است که می‌تواند شامل کود مرغی، کود اسبی، کاه گندم، کاه شلتوک، پوسته تخم پنبه و سنگ گچ باشد، همچنین موادی مثل پروتئین غلیظ شده و کودهای NPK به این ترکیبات اضافه می‌شوند (دار و همکاران ۲۰۰۹). این ماده برای کشت دوباره قارچ خوراکی اقتصادی نمی‌باشد ولی در عوض ماده‌ای باارزش برای اصلاح خاک و همچنین منبع تغذیه‌ای مناسب برای اراضی زراعی است و مواد ارگانیکی به خاک اضافه

¹ Spent Mushroom Compost

و شیمیایی خاک از قبیل بافت خاک و همچنین درصد نیتروژن (نیلسون و سومرس ۱۹۷۲)، فسفر (اولسن ۱۹۵۴)، پتاسیم (با استفاده از دستگاه رنگ سنجی با طول موج ۸۹۰ نانومتر)، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی اندازه-گیری شد (جدول ۱). برای هر سطح کمپوست ۱۲ گلدان با قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به منظور زهکشی مناسب خاک در کف گلدان‌ها ۱/۵ کیلوگرم سنگ ریزه با قطر متوسط ۰/۷۵ سانتی‌متر ریخته و سپس معادل ۱۰ کیلوگرم خاک آون خشک در گلدان‌ها اضافه گردید.

بذور گندم پاییزه رقم آذر ۲ از بخش غلات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور تهیه شده و به مدت ۱۰ دقیقه با هیپوکلرید سدیم یک درصد ضدعفونی شد (گونگ و همکاران ۲۰۰۵). با توجه به پاییزه بودن رقم مورد استفاده در آزمایش و نیاز به ورنالیزاسیون آن، بذور به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد تا تحریک به جوانه‌زنی شوند و سپس به مدت ۴۵ روز در دمای سه تا چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا نیاز سرمایی گیاهچه‌ها برطرف شود (بروکینگ ۱۹۹۶). تعداد ۱۵ بذر در عمق ۲ سانتی‌متری داخل گلدان‌ها کشت شده و در مرحله ۳ برگی به ۱۰ بوته کاهش یافت.

آبیاری گلدان‌ها تا شروع مرحله گلدهی به طور روزانه در حد ظرفیت مزرعه‌ای (۳/۰- بار) و به صورت وزنی انجام گرفت، در شروع مرحله گلدهی تیمارهای رطوبتی با کاهش آب آبیاری تا حدی که پتانسیل رطوبت خاک به سطوح مورد نظر در آزمایش (۳/۰-، ۵- و ۱۰- بار) برسد، اعمال و تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه در این حالت نگهداری گردید. برای تعیین درصد رطوبت خاک در هر سطح رطوبتی از دستگاه صفحه فشار^۱ استفاده شد. مقادیر رطوبتی به دست آمده برای سطوح رطوبتی ۳/۰-، ۵- و ۱۰- بار به ترتیب معادل ۲۸، ۱۹ و ۱۳ درصد وزنی بود.

تهویه خاک و به طور کلی بهبود خواص فیزیکی خاک و محیط رشد ریشه می‌شود. همچنین، به دلیل قدرت بالای جذب و نگهداری آب، ظرفیت نگهداری آب در خاک بالا می‌برد (لوانون و دانای ۱۹۹۵، استوارت ۱۹۹۵). بنابراین می‌توان این فرض را مطرح نمود استفاده از کمپوست مصرف‌شده قارچ خوراکی در شرایط کمبود آب نیز از طریق جذب و نگهداری بیشتر رطوبت بتواند تا حدودی آب مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و از کاهش بیشتر عملکرد گیاه و یا از بین رفتن آن در اثر تنش رطوبتی جلوگیری کند. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر استفاده از مقادیر مختلف این نوع کمپوست بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط مختلف رطوبتی خاک بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تنش خشکی، آزمایشی گلخانه‌ای در بهار ۱۳۸۹ در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (ایستگاه مراغه) به اجرا درآمد. آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت از تنش رطوبتی شامل سه سطح رطوبت معادل ۳/۰-، بار (ظرفیت مزرعه‌ای یا FC)، ۵- بار (تنش ملایم) و ۱۰- بار (تنش شدید رطوبتی) و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی نیز در سه سطح (صفر، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار) بود.

خاک مورد استفاده در آزمایش از مزارع ایستگاه تحقیقات دیم تهیه شده و پس از عبور از الک دو میلی-متری، به نسبت ۱:۲ با ماسه شسته مخلوط گردید. خاک به سه قسمت تقسیم شده و مقادیر کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی که معادل صفر، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار بود، با آن مخلوط گردید. میزان کمپوست در هر تیمار با توجه به متوسط وزن مخصوص ظاهری خاک مزارع ایستگاه تحقیقات دیم و به صورت وزنی به خاک آزمایش اضافه شد. قبل از آزمایش مشخصات فیزیکی

¹ Pressure plate

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر رطوبت و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

منابع تغییر	رطوبت	کمپوست	رطوبت × کمپوست	خطای آزمایشی	
				ضریب تغییرات	درجه آزادی
	۲	۲	۴	۲۷	(درصد)
عملکرد دانه	۴/۵۷۹**	۹/۱۴۸**	۰/۵۵۰**	-۰/۱۱	۷/۰
عملکرد بیولوژیک	۱۹/۱۲۷**	۴۹/۱۸۵**	۲/۱۹۹**	-۰/۰۲۷	۴/۷
شاخص برداشت	۱۵۲/۵۱۱**	۴۰/۹۶۹**	۱/۹۳۴ ^{NS}	۵/۳۵۹	۵/۷
وزن هزار دانه	۱۳۴/۱۴۶**	۹/۴۱۰ ^{NS}	۴۱/۳۰۲**	۲/۸۱۹	۵/۱
تعداد سنبله در بوته	۳/۵۷۷**	۱۱/۷۴۴**	۰/۵۷۸**	-۰/۰۴۰	۹/۰
تعداد دانه در سنبله	۸۲/۷۸۶**	۳۳۵/۷۶۹**	۵/۴۸۶*	۱/۴۸۵	۶/۸
تعداد دانه در بوته	۳۷۰/۴/۶۶۰**	۸۹۷۷/۱۵۰**	۶۶۲/۳۰۲**	۱۰/۴۲۰	۷/۳
شاخص برداشت سنبله	۴۶/۴۳۶**	۳۸/۳۶۳**	۱۰/۳۹۲**	۱/۴۵۲	۱/۷
درصد باروری سنبلچه	۵۵/۵۹۴**	۹۷۹/۷۷۴**	۳/۱۸۳ ^{NS}	۴/۸۱۰	۲/۶
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۳۱۷ ^{NS}	۲۳/۱۳۳**	۰/۴۲۸ ^{NS}	-۰/۱۶۶	۳/۴
تراکم دانه در سنبله	۰/۰۰۵ ^{NS}	۰/۱۵۰**	۰/۰۰۲ ^{NS}	-۰/۰۰۳	۳/۲

NS، * و ** به ترتیب، غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد میباشند.

همکاران (۱۳۹۰) در گیاه دارویی مرزه به نتایج مشابهی دست یافتند. تغییرات تراکم سنبلچه در قبال افزایش سطوح کمپوست با سایر صفات متفاوت بوده و با افزایش مقدار کمپوست کاهش یافت که این کاهش در هر دو سطح کمپوست ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار حدود ۱۱ درصد بود (جدول ۳). کاهش تراکم سنبلچه در کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی را می‌توان با افزایش بیشتر طول سنبله نسبت به تعداد سنبلچه در سنبله در اثر بهبود ماده آلی خاک توجیه کرد (جدول ۳ و ۶). این نتایج با نتایج سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) مبنی بر اثر بیشتر کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر طول سنبله نسبت به تعداد سنبلچه در سنبله، همخوانی دارد. برهمکنش رطوبت و کمپوست در صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت سنبله در سطح احتمال یک درصد و در تعداد دانه در سنبله در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در مجموع افزایش تنش رطوبتی بر همه‌ی صفات مذکور

افزودن کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی به خاک، افزایش معنی‌دار شاخص برداشت، درصد باروری سنبلچه و همچنین تعداد سنبلچه در سنبله را به همراه داشت که این افزایش برای شاخص برداشت در تیمار کمپوست ۲۵ تن در هکتار و برای درصد باروری سنبلچه و تعداد سنبلچه در سنبله در تیمار ۵۰ تن در هکتار بیشترین مقدار را دارا بوده و نسبت به تیمار شاهد به ترتیب حدود ۷، ۲۲ و ۲۵ درصد افزایش یافت. در صفات شاخص برداشت و درصد باروری سنبلچه بین مقادیر ۲۵ و ۵۰ تن کمپوست تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی تعداد سنبلچه در سنبله در تیمار کمپوست ۵۰ تن در هکتار افزایش معنی‌داری نسبت به کمپوست ۲۵ تن داشت (جدول ۳). سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) نیز افزایش شاخص برداشت گندم را در اثر کاربرد مقادیر ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی گزارش کردند، ولی با افزایش بیشتر کمپوست از ۴۰ تا ۱۶۰ تن در هکتار شاخص برداشت کاهش یافت. همچنین رحمانیان و

و ب). ریتچی و همکاران (۱۹۹۰) دلیل اصلی کاهش عملکرد دانه تحت تنش کمبود آب را کاهش سرعت فتوسنتزی و پیری زودرس برگ‌ها و در نتیجه کاهش

اثر منفی داشته است (شکل ۱ و جدول ۴)، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز از این امر مستثنی نبوده و با افزایش تنش رطوبتی کاهش نشان دادند (شکل ۱- الف

جدول ۳- مقایسه میانگین اجزای عملکرد گندم در سطوح رطوبت و کمپوست مصرف‌شده

قارچ خوراکی

شاخص	درصد باروری	تعداد سنبلچه در سنبله	تراکم سنبلچه (سنبلچه در سانتی‌متر)	منابع تغییر (درصد)
پتانسیل رطوبتی (بار)				
۴۲/۴۱ ^a	۸۶/۴۵ ^a	۱۲/۰۶ ^a	۱/۵۶۵ ^a	-۰/۳
۴۲/۶۶ ^a	۸۴/۶۵ ^a	۱۲/۱۱ ^a	۱/۵۹۳ ^a	-۵
۳۶/۳۷ ^b	۸۲/۱۷ ^b	۱۱/۸۰ ^a	۱/۶۰۲ ^a	-۱۰
کمپوست (تن در هکتار)				
۳۸/۳۹ ^b	۷۴/۰۱ ^b	۱۰/۴۳ ^c	۱/۷۱۶ ^a	۰
۴۱/۸۹ ^a	۸۹/۰۲ ^a	۱۲/۵۰ ^b	۱/۵۲۲ ^b	۲۵
۴۱/۱۷ ^a	۹۰/۲۴ ^a	۱۳/۰۵ ^a	۱/۵۲۲ ^b	۵۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک از نظر آماری مطابق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

و ۸۰ تن در هکتار کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی را بر عملکرد خیار مورد بررسی قرار داده و افزایش عملکرد میوه را در استفاده از ۴۰ تن در هکتار از این کمپوست گزارش کردند. همچنین اونال و تاپکولو (۲۰۰۷) در گیاه فلفل به نتایج مشابهی دست یافتند.

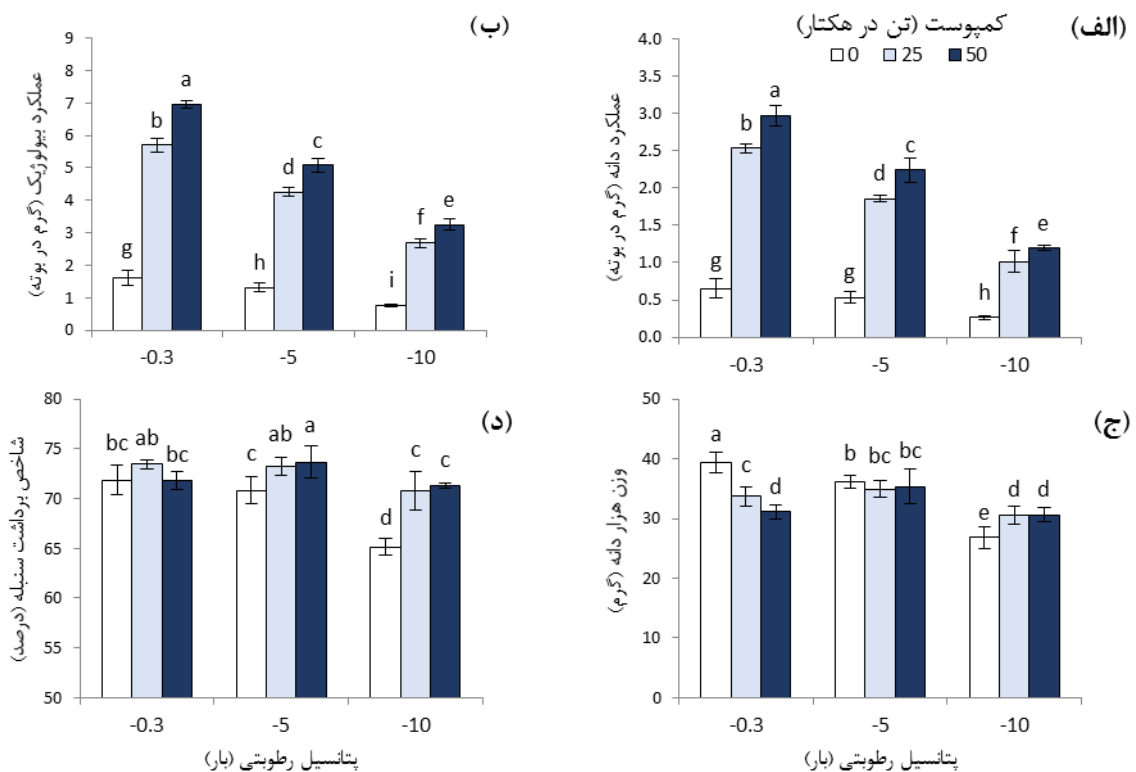
وزن هزار دانه روند نسبتاً متفاوتی با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. در سطح رطوبتی ۰/۳- و ۵- بار کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی باعث کاهش وزن هزار دانه شده است که این کاهش در ۰/۳- بار معنی‌دار بود ولی در ۵- بار تفاوت معنی‌داری بین مقادیر مختلف کمپوست از نظر وزن هزار دانه وجود نداشت. در تنش شدید (سطح رطوبتی ۱۰- بار) کاربرد کمپوست افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه را باعث شد. بیشترین وزن هزار دانه (۳۹/۳۵ گرم) نیز

همزمان قدرت منبع و مخزن زکر کرده‌اند. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بوته در تمام سطوح رطوبتی در حضور کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی به صورت معنی‌داری افزایش یافته و در کاربرد ۵۰ تن کمپوست به بیشترین میزان خود رسید. بیشترین افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به ترتیب مربوط به سطوح رطوبتی ۰/۳- و ۱۰- بار بود که در طی آن مصرف کمپوست ۵۰ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک را حدود ۳/۳ برابر و عملکرد دانه را بیش از ۳/۵ برابر نسبت به عدم مصرف آن (کمپوست صفر) افزایش داد (شکل ۱- الف و ب). سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) نیز در بررسی اثر این نوع کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم به نتایج مشابهی دست یافتند. پولات و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی گلخانه‌ای مقادیر ۲۰، ۴۰

معنی‌داری در آن نداشت ولی در تنش ملایم و شدید مصرف کمپوست شاخص برداشت سنبله را به ترتیب حدود ۳/۵ تا ۴ درصد و ۸/۵ تا ۹/۵ درصد افزایش داد (شکل ۱-د). افزایش شاخص برداشت سنبله در اثر به‌کارگیری کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی تحت شرایط تنش رطوبتی را می‌توان ناشی از افزایش ظرفیت رطوبتی خاک و توانایی گیاه برای پر کردن دانه‌ها دانست.

مربوط به تیمار عدم مصرف کمپوست در شرایط بدون تنش بود (شکل ۱-ج). سیدی و رضوانی (۱۳۹۰) در گندم و رحمانیان و همکاران (۱۳۹۰) در گیاه دارویی مرزه، افزایش وزن هزار دانه را در اثر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی گزارش نمودند که نتایج این آزمایش با نتایج نامبردگان مطابقت داد.

شاخص برداشت سنبله با افزایش تنش رطوبتی، حساسیت بیشتری نسبت به ماده آلی خاک نشان داد، به‌طوری که در رطوبت ۰/۳- بار مصرف کمپوست اثر



شکل ۱- اثر متقابل رطوبت و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر عملکرد دانه (الف)، عملکرد بیولوژیک (ب)، وزن هزار دانه (ج) و شاخص برداشت (د) در گیاه گندم

طوری که در سطح رطوبتی ۰/۳- بار با مصرف ۵۰ تن کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی نزدیک به پنج برابر افزایش یافت (جدول ۴). این نتایج در راستای نتایج سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) بود. نتایج حاصل از برهمکنش رطوبت و کمپوست در صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد گندم و

تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در بوته نیز عکس‌العملی مشابه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نشان داده و در سطوح مختلف رطوبتی با افزایش ماده آلی خاک افزایش نشان دادند. از بین صفات مذکور، تعداد دانه در بوته بیشترین حساسیت را نسبت به ماده آلی خاک نشان داد، به-

و بدون تنش خشکی، رابطه مثبت بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را گزارش کردند.

شاخص برداشت سنبله نیز مانند عملکرد بیولوژیک همواره رابطه مثبتی با عملکرد دانه داشته و در هر سه سطح رطوبتی، افزایش این شاخص افزایش عملکرد دانه را در پی داشت، با این تفاوت که شیب تغییرات عملکرد دانه در پاسخ به تغییرات شاخص برداشت سنبله در سطح رطوبتی ۵- بار با ۰/۳۳۸ واحد بیشترین و در سطح رطوبتی ۱۰- بار با ۰/۱۳۲ واحد، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (شکل ۲-ج).

از سوی دیگر، رابطه وزن هزار دانه با عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر پتانسیل رطوبتی خاک قرار گرفته و شیب تغییرات عملکرد دانه در قبال تغییرات وزن هزار دانه، از ۰/۲۵۰- در شرایط بدون تنش، به ۰/۱۴۵ واحد در شرایط تنش شدید رطوبتی رسید (شکل ۲-ب). رابطه بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط تنش شدید با نتایج گل‌پرور و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت داشت ولی تحت شرایط بدون تنش و تنش ملایم رطوبتی با یافته‌های آنها متفاوت بود، چرا که نتایج آنها حاکی از همبستگی مثبت وزن هزار دانه با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی بود. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) افزایش ضریب همبستگی بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گیاه گندم را تحت تنش رطوبتی گزارش کرده بودند.

ارتباط تراکم سنبلچه با عملکرد دانه منفی بود و

افزایش تراکم سنبلچه، کاهش عملکرد دانه را در پی داشت. اعمال تنش رطوبتی به گیاه کاهش شیب تغییرات عملکرد دانه در قبال افزایش تراکم سنبلچه را کاهش داد به طوری که از ۸/۵۷۹- در شرایط ظرفیت زراعی (۳/۰- بار) به ۶/۲۶۶- در ۱۰- بار و ۳/۵۱۹- در ۵- بار رسید (شکل ۲-د). به نظر می‌رسد ارتباط منفی میان تراکم سنبلچه و عملکرد دانه به دلیل افزایش بیشتر طول سنبله نسبت به تعداد سنبلچه در سنبله در اثر کاربرد ماده آلی باشد (جدول ۳ و ۶)، چرا که در این حالت تراکم سنبلچه که از نسبت تعداد سنبلچه در سنبله بر طول سنبله به دست می‌آید، کاهش یافت (جدول ۳)، حال آنکه افزایش ماده آلی خاک، افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشته است (شکل ۱-الف).

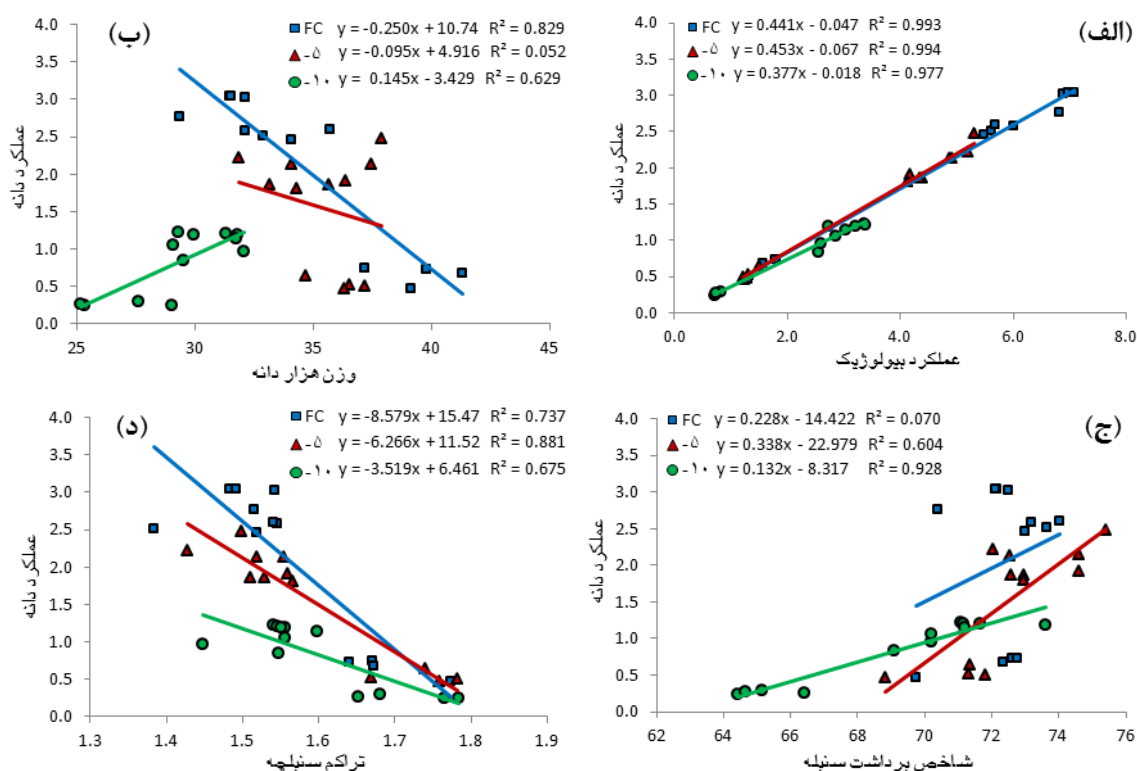
صفات مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندازه-گیری شده (جدول ۵) حاکی از اثر معنی‌دار تنش رطوبتی در تمامی صفات مورد بررسی (ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول اکستروژن و طول سنبله) در سطح احتمال یک درصد بود. کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی نیز در تمام صفات مذکور اثر معنی‌داری ($p < 0/01$) داشت. برهمکنش تنش رطوبتی و کمپوست تنها در ارتفاع بوته و طول اکستروژن معنی‌دار ($p < 0/05$) گردید.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر رطوبت کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر صفات مورفولوژیکی

گندم					
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول پدانکل	طول اکستروژن	طول سنبله
رطوبت	۲	۱۰۴۳/۸۴۸**	۵۹۶/۴۶۳**	۵۵۱/۰۸۲**	۰/۳۴۹**
کمپوست	۲	۱۸۳۳/۳۵۸**	۱۶۹/۲۷۸**	۴۵/۳۴۱**	۲۱/۸۶۸**
رطوبت × کمپوست	۴	۱۹/۹۴۲*	۷/۹۴ ^{ns}	۸/۲۶۱*	۰/۰۷۸ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۷	۶/۷۶۹	۳/۵۷۹	۲/۹۷۹	۰/۰۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۴	۶/۳	۱۲/۲	۲/۷

ns، * و ** به ترتیب، غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.



شکل ۲- رابطه بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک (الف)، وزن هزار دانه (ب)، شاخص برداشت سنبله (ج) و تراکم سنبله (د) در بوته گندم در شرایط متفاوت رطوبتی

بوته، طول پدانکل و طول سنبله کاهش می‌یابد. استفاده از کمپوست طول پدانکل را افزایش داد و بیشترین طول پدانکل (۳۲/۵۷ سانتی‌متر) در مصرف ۲۵ تن کمپوست به‌دست آمد که نسبت به تیمار بدون کمپوست ۲۶/۵۳ درصد افزایش داشت ولی تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵۰ تن نداشت (جدول ۶). طول سنبله نیز رابطه مثبتی با ماده آلی خاک داشته و با افزایش کمپوست از صفر به ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار افزایش محسوسی (به ترتیب حدود ۳۵ و ۴۱ درصد) نشان داد (جدول ۶). در آزمایش سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) نیز طول سنبله رابطه مثبتی با مقدار ماده آلی خاک داشت، به‌طوری که تحت شرایط عدم کاربرد کودهای شیمیایی و بیولوژیک، مصرف ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی، طول سنبله را به میزان ۱۰۰ درصد نسبت به عدم مصرف آن

اعمال تنش رطوبتی طول پدانکل و طول سنبله را به صورت معنی‌داری کاهش داد که این کاهش در سطح رطوبتی ۱۰- بار به حداکثر خود رسید بطوریکه نسبت به تیمار بدون تنش (۰/۳- بار) به ترتیب حدود ۳۸ و ۴ درصد کاهش یافت (جدول ۶). طول پدانکل در گندم نسبت به تنش‌های محیطی از جمله تنش رطوبتی حساس بوده و در اثر کمبود رطوبت بویژه در مرحله زایشی کاهش می‌یابد (احمدی و همکاران ۱۳۸۷، کیلیچ و یاغباسانلار ۲۰۱۰، نوری قنبلانی و همکاران ۲۰۰۹). در این زمینه محمدی و همکاران (۱۳۸۵) بیان داشتند به دلیل اینکه مواد غذایی به صورت محلول در آب جذب گیاه می‌شوند، بنابراین محدودیت در منابع آبی منجر به محدودیت در کلیه منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم کردن رشد رویشی و اتمام زود هنگام مرحله رویشی و شروع زایشی می‌گردد، در نتیجه صفاتی چون ارتفاع

افزایش داد. کاربرد کمپوست بود، حال آنکه افزایش ماده آلی خاک در اثر به‌کارگیری ۲۵ و ۵۰ تن کمپوست، اثر تنش را تا حدودی تعدیل کرده و میزان کاهش ارتفاع گیاه را به ترتیب به ۱۸ و ۱۹ درصد رساند. همچنین کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی در هر سه سطح ارتفاع بوته نیز تحت تأثیر تنش رطوبتی قرار گرفته و با کاهش پتانسیل رطوبتی خاک از ۰/۳- به ۱۰- بار به صورت محسوس گیاه نشان داد که بیشترین کاهش آن (حدود ۲۹ درصد) مربوط به تیمار عدم

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گندم در سطوح رطوبت و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی

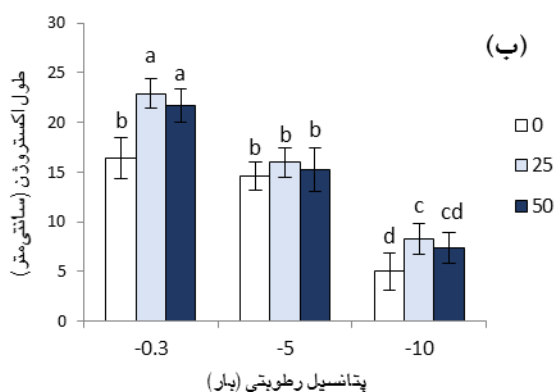
منابع تغییر	طول پدانکل (سانتی‌متر)	طول سنبله
پتانسیل رطوبتی (بار)		
-۰/۳	۳۶/۴۵ ^a	۷/۷۶ ^a
-۵	۳۱/۲۲ ^b	۷/۶۷ ^a
-۱۰	۲۲/۵۰ ^c	۷/۴۳ ^b
کمپوست (تن در هکتار)		
۰	۲۵/۷۴ ^b	۶/۰۷۸ ^c
۲۵	۳۲/۵۷ ^a	۸/۲۱۵ ^b
۵۰	۳۱/۸۶ ^a	۸/۵۷۶ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشترک از نظر آماری مطابق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

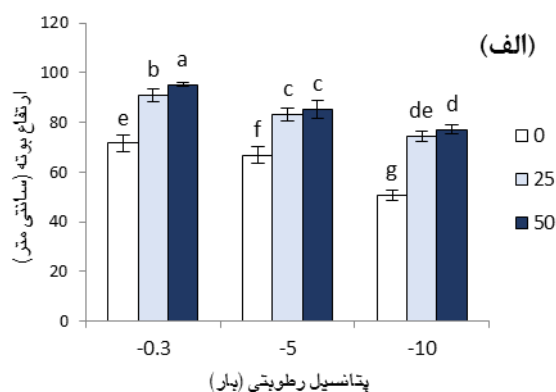
میانگره‌ها دانسته‌اند. افزایش ارتفاع بوته در اثر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی با نتایج سایر محققین در گیاه مرزه (رحمانیان و همکاران ۱۳۹۰) و گندم (سیدی و رضوانی مقدم ۱۳۹۰) همخوانی دارد. طول اکستروژن بیش از سایر صفات مورفولوژیک به تنش ناشی از کمبود آب حساسیت نشان داده و در تمام سطوح ماده آلی در اثر اعمال تنش شدید (پتانسیل رطوبتی ۱۰- بار) ۶۳ تا ۷۰ درصد نسبت به شرایط بدون تنش کاهش نشان داد. بیشترین کاهش طول اکستروژن نیز در شرایط عدم مصرف کمپوست مشاهده شد. این نتیجه نشانگر حساسیت بیشتر این صفت نسبت به تنش رطوبتی می‌باشد و می‌تواند به عنوان معیاری برای بررسی میزان حساسیت گیاه به سطوح مختلف تنش رطوبتی مورد استفاده قرار گیرد.

حدودی تعدیل کرده و میزان کاهش ارتفاع گیاه را به ترتیب به ۱۸ و ۱۹ درصد رساند. همچنین کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی در هر سه سطح رطوبتی خاک، ارتفاع بوته را افزایش داد. اثر افزایشی کمپوست در سطوح بالای تنش (۱۰- بار) بیشتر از شرایط ۰/۳- و ۵- بار بوده و بیشترین اثر مثبت کاربرد کمپوست در سطح رطوبتی ۱۰- بار بود که مصرف ۲۵ و ۵۰ تن آن به ترتیب باعث افزایش حدود ۴۶ و ۵۲ درصدی ارتفاع بوته شد (شکل ۳- الف). اسماعیل‌زاده مقدم و همکاران (۱۳۹۱) دلیل اصلی کاهش ارتفاع بوته در بروز تنش خشکی را رقابت بخش‌های رویشی و زایشی در تخصیص مواد پرورده و سهم بیشتر انتقال مجدد این مواد از ساقه به طرف دانه‌ها و اختصاص کمتر آن به رشد میانگره‌ها و در نتیجه کاهش فاصله

تنها در کاربرد ۲۵ تن در هکتار (حدود ۶۶ درصد) نسبت به تیمار عدم کاربرد آن معنی دار بود. در تنش رطوبتی ملایم کاربرد کمپوست اثر معنی داری در طول اکستروژن نداشت (شکل ۳-ب).



طول اکستروژن نیز مانند ارتفاع بوته با افزایش ماده آلی خاک افزایش یافت که این افزایش در سطح رطوبتی ۰/۳- بار در کاربرد کمپوست ۲۵ و ۵۰ تن (به ترتیب حدود ۴۰ و ۳۲ درصد) و در سطح رطوبتی ۱۰- بار



شکل ۳- اثر متقابل رطوبت و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی بر ارتفاع بوته (الف) و طول اکستروژن (ب) در گیاه گندم

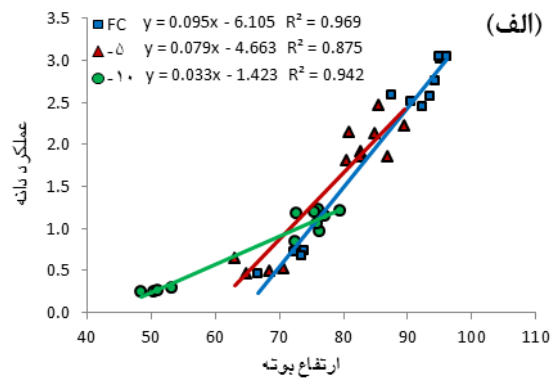
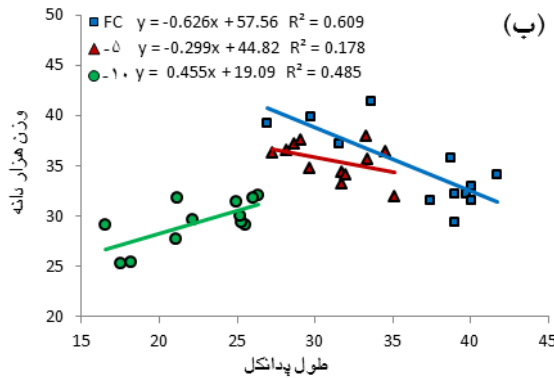
رطوبتی گزارش شد، ولی در شرایط بدون تنش همبستگی بین این دو صفت معنی دار نبود (محمدی و همکاران ۱۳۸۵). نتایج لیلا و الخطیب (۲۰۰۵) نیز حاکی از همبستگی مثبت این دو صفت بود. ارتفاع بوته در ظرفیت ذخیره مواد قبل از گلدهی و بازدهی انتقال مواد ذخیره شده به دانه ها در گندم نان نقش مهمی دارد (گل پرور و همکاران ۱۳۸۶).

ارتباط بین وزن هزار دانه و طول پدانکل نیز به میزان زیادی به شرایط رطوبتی خاک وابسته بود. در شرایط ظرفیت زراعی (۰/۳- بار) با افزایش طول پدانکل، وزن هزار دانه گندم با شیب ۰/۶۲۶ واحد کاهش یافت، با اعمال تنش ملایم شیب تغییرات کمتر شده و به ۰/۲۹۹- رسید ولی با افزایش بیشتر تنش شیب تغییرات وزن هزار دانه در قبال افزایش طول پدانکل برعکس شده و با شیب ۰/۴۵۵ افزایش یافت (شکل ۴-ب). گل-پرور و همکاران (۱۳۸۶) افزایش همبستگی بین وزن هزار دانه با طول پدانکل را در اثر اعمال تنش خشکی در گیاه گندم گزارش کردند. محمدی و همکاران (۱۳۸۵) و

عملکرد دانه در شرایط مختلف رطوبتی با ارتفاع بوته رابطه مثبت داشت، ولی افزایش تنش رطوبتی باعث کاهش عکس‌العمل آن نسبت به تغییرات ارتفاع بوته شد. به طوری که در شرایط رطوبت مناسب خاک به ازای افزایش هر یک سانتی‌متر ارتفاع بوته، عملکرد دانه ۰/۰۹۵ گرم افزایش نشان داد در حالی که این افزایش برای ۵- بار ۰/۰۷۹ و برای ۱۰- بار ۰/۰۳۳ گرم بود (شکل ۴-الف). محمدی و همکاران (۱۳۹۰) رابطه منفی بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه را در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف گندم گزارش کردند. دلیل مغایرت نتایج این آزمایش با نتایج ایشان را می‌توان با کاربرد تیمار کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی در این آزمایش مرتبط دانست، چرا که استفاده از کمپوست افزایش همزمان ارتفاع بوته و عملکرد دانه را به دنبال داشته است (شکل ۱-الف و شکل ۳-الف). در آزمایش دیگری نیز که اثر تنش خشکی در ۱۶ رقم گندم بررسی شده بود، همبستگی مثبت ارتفاع بوته با عملکرد دانه تحت شرایط تنش

طول پدانکل و وزن هزار دانه وجود نداشت ولی در شرایط تنش این همبستگی مثبت و معنی‌دار بود.

احمدی و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش کردند که در شرایط بدون تنش رطوبتی همبستگی معنی‌داری بین



شکل ۴- رابطه بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته (الف) و وزن هزار دانه با طول پدانکل (ب) بوته گندم در شرایط متفاوت رطوبتی

وجود، برای اطمینان از نتایج بدست آمده نیاز به پژوهش‌های بیشتر در شرایط مزرعه‌ای و خاک‌های متفاوت می‌باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از موسسه تحقیقات دیم کشور (مراغه) و دانشگاه مراغه به دلیل همکاری‌های ارزنده در اجرای پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی چه در شرایط مناسب رطوبتی و چه در تنش‌های متوسط و شدید رطوبتی، رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم را به صورت چشمگیری افزایش داد. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از این نوع کمپوست بویژه در خاک‌های فقیر از نظر مواد آلی و در مناطق با بارندگی محدود بتواند بهبود رشد و عملکرد محصول را به دنبال داشته باشد. با این

منابع مورد استفاده

احمدی ع، جودی م، توکلی ا و رنجبر م، ۱۳۸۷. بررسی عملکرد و برخی واکنش‌های مورفولوژیکی مرتبط با آن در ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط تنش و عدم تنش خشکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۴۶-الف): ۱۶۵-۱۵۵.

اسماعیل‌زاده مقدم م، ارزانی ا، رضایی ع م و میرلوحی آ، ۱۳۹۱. تجزیه ژنتیکی برای برخی از صفات مرتبط با تحمل به خشکی در ارقام گندم نان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۱): ۱۲۲-۱۰۵.

حسن زاده قورت تپه ع، فتح‌اله زاده ع، نصراله زاده اصل ع و آخوندی ن، ۱۳۸۷. بررسی عملکرد، اجزاء عملکرد و راندمان زراعی جذب نیتروژن در ارقام و لاین‌های گندم در استان آذربایجان غربی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۱(۱): ۸۲-۱۰۰.

رحمانیان م، حاتمی س.ف، اسماعیل پور ب و هادیان ج، ۱۳۹۰. تأثیر کمپوست قارچ مصرف شده (SMC) بر عملکرد و اجزای عملکرد بذر در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis*). اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی. دانشگاه زنجان. زنجان.

سیدی س م و رضوانی‌مقدم پ، ۱۳۹۰. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیترژن در استفاده از کمپوست قارچ، کود بیولوژیک و اوره در گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۳(۳): ۳۲۳-۳۱۲.

عبدالشاهی ر، امیدی م، طالعی ع و یزدی صمدی ب، ۱۳۸۹. ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان از لحاظ تحمل به خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۳(۱): ۱۷۱-۱۵۹.

عزیزی ا. ۱۳۸۷. چکیده برنامه راهبردی قارچ‌های خوراکی، سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. فرشادفر ع، زمانی م، مطلبی م و امام جمعه ع، ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲(۱): ۷۷-۶۵.

قادری م ق، زینالی خانقاه ح، حسین زاده ع ه، طالعی ع ر و نقوی م ر، ۱۳۸۸. ارزیابی روابط عملکرد دانه، اجزای عملکرد و سایر خصوصیات مرتبط با عملکرد دانه در گندم نان با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۲): ۵۷۳-۵۸۲.

کافی م، زند ا، کامکار ب، شریفی ح ر و گلدانی م، ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهی. جلد دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

گل‌پرور ا ر، مدنی ح و رسولی م، ۱۳۸۶. ارتباط بین عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی. یافته‌های نوین کشاورزی، ۲(۲): ۱۵۹-۱۵۱.

محمدی ح، احمدی ع، مرادی ف، عباسی ع ر، پوستینی ک، جودی م و فاتحی ف، ۱۳۹۰. ارزیابی صفات مهم برای بهبود عملکرد گندم تحت تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۲): ۳۷۳-۳۸۵.

محمدی ع، مجیدی ا، بی‌همتا م ر و حیدری شریف‌آباد ح، ۱۳۸۵. ارزیابی تنش خشکی بر روی خصوصیات زراعی مورفولوژیکی در تعدادی از ارقام گندم. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۳: ۱۹۲-۱۸۴.

Arancon N, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD, 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93:145-153.

Beyca J, De Chant L, Conditt M and Jones B, 1993. Wet bag composting trial yields promising results. *Biocycle*, 34(4):72-75.

Brooking I, 1996. Temperature Response of Vernalization in Wheat: A Developmental Analysis. *Annals of Botany*, 78:507-512.

Dar Sh R, Thomas T, Khan IM, Dagar JC, Qadar A and Rashid M, 2009. Effect of nitrogen fertilizer with mushroom compost of varied C:N ratio on nitrogen use efficiency, carbon sequestration and rice yield. *Communications in Biometry and Crop Science*, 4(1):31-39.

FAO, 2004. Country Pasture/Forage Resource Profiles. Available at: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/counprof/Iran/Iran.htm#climate> (visited 14 March 2014).

Gong H, Zhu X, Chen K, Wang S and Zhang CH, 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169:313-321.

Gou M and Chorover J, 2006. Leachate Migration from Spent Mushroom Substrate through intact and repacked subsurface soil columns. *Waste Management*, 26:133-140.

- Gou M, Chorover J, Rosario R and Fox RH, 2001. Leachate chemistry of field-weathered spent mushroom substrate. *Journal of Environmental Quality*, 30:1699-1709.
- Kiliç H and Yağbasanlar T, 2010. The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca*, 38(1):164-170
- Kirby EJM and Appleyard M, 1987. *Cereal development guide*. Stoneleigh, Kenilworth, UK, NAC Cereal Unit.
- Kumar S, Mittal RK, Gupta D and Katna G, 2005. Correlation among some morpho-physiological characters associated with drought tolerance in wheat. *Annals of Agri Bio Research*, 10:129-134.
- Kutuk C, Topcuoglu B and Demir K, 1999. Effects of different organic matters applied to soil on yield and some quality factors and mineral contents in spinach plants. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 12:31-36.
- Leilah AA and Al-Khateeb SA, 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environment*, 61:483-496.
- Levanon D and Danai O, 1995. Chemical, physical and microbiological consideration in recycling spent mushroom substract. *Compost Science and Utilization*, 3:72-79.
- Lohr VI, Wang SH-I and Wolt JD, 1984. Physical and chemical characteristics of fresh and aged spent mushroom compost. *HortScience*, 19(5):681-683.
- Nelson DW and Sommers LE, 1972. Determination of total nitrogen in plant material. *Agronomy Journal*, 65: 109-111
- Nouri-Ganbalani A, Nouri-Ganbalani G and Hassanpanah D, 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3&4): 228-234.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS and Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circ. 939*. U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Önal MK and Topcuoglu B, 2007. The Effect of Spent Mushroom Compost on The Dry Matter and Mineral Content of Pepper (*Piper nigrum*) Grown in Greenhouse. *Utilization of diversity in land use systems: Sustainable and organic approaches to meet human needs*. Tropentag, 9-11. October 2007, Witzenhausen. Germany.
- Polat E, Onus AN and Demir H, 2004. The effects of spent mushroom compost on yield and quality in lettuce growing. *Journal of the Faculty of Agriculture, Akdeniz University*, 17(2):149-154.
- Polat E, Brahim Uzun H, Bülent Topcuoglu B, Onal K, Naci Onus A and Karaca M, 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology*, 8(2):176-180.
- Ritchie SW, Hguyaa HT and Holaday AS, 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*. 30:105-111.
- Robin A K, Szamidt A and Dickson W, 2001. *Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs)*. Remade Scotland.
- Stewart DPC, 1995. The effect of spent mushroom compost on soil conditions and plant growth. Doctor of Philosophy Thesis. Lincoln University.
- Stewart DPC, Cameron KC, Cornforth IS and Sedcok JR, 1998. Effects of spent mushroom substrate on soil physical conditions and plant growth in an intensive horticultural system. *Australian Journal of Soil Research*, 36(6):899-912.