Journal of Agroecology
Homepage: http://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No. 2, 2024, p. 317-330

Investigating the Effect of Organic Fertilizers Municipal Waste Compost and Orange Waste Compost on Growth and Yield of Common Millet (*Panicum miliaceum* L.)

Mohammad Hassan Sayyari Zahan[1]*, Ali Asghar Beigi[2] and Gholam Reza Zamani[3]

1- Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.
2 and 3- Graduate M.Sc. and Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics Engineering, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.
(*- Corresponding author's Email: msayari@birjand.ac.ir)

Received: 27-01-2023
Revised: 14-06-2023
Accepted: 18-07-2023
Available Online: 18-07-2023

How to cite this article:
Sayyari Zahan, M.H., Beigi, A.A. & Zamani, G.R. (2024). Investigating the effect of organic fertilizers municipal waste compost and orange waste compost on growth and yield of common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Journal of Agroecology*, *16*(2), 317-330. (In Persian with English abstract).
https://doi.org/10.22067/agry.2023.80781.1142

Introduction

Common millet (*Panicum miliaceum* L.) belonging to the family Gramineae is a warm-season grass with a growing season length of 60–100 days. It is specially adapted to hot summers in the tropics and high altitudes, where the growing season is short, and the soil is poor in fertility. Among grain crops, common millet has the lowest water requirement and can grow on any type of soil except coarse sand. Therefore, appropriate management of common millet is necessary to maximize yield and yield components. Organic matter is one of the most important constituents of soil, significantly affecting the availability of nutrients and improving the soil's physical, chemical, and biological properties. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the effects of different levels of municipal waste compost and orange waste compost on vegetative, reproductive growth, and yield of common millet.

Materials and Methods

The experiment was designed as a factorial arrangement based on a randomized complete block design with three replications under field conditions in Gonabad during the growing season of 2018. Treatments were three levels of municipal waste compost (0, 7.5, and 15 $t.ha^{-1}$) and three levels of orange waste compost (0, 7.5, and 15 $t.ha^{-1}$). The measured indices including vegetative characteristics (plant height (cm), number of tillers per plant, plant dry weight ($g.plant^{-1}$), number of leaves per plant, panicle height (cm)) and reproductive characteristics (seed yield per plant (g), 1000-seed weight (g), seed yield, biological yield ($kg.ha^{-1}$) and harvest index). Finally, the experimental data were statistically analyzed using the SAS program ver. 9.1 and comparison of means was performed by LSD test at 5% probability level.

Results and Discussion

The results showed that with increasing use of municipal waste compost as well as orange compost in soil, plant height, dry weight and grain yield and harvest index increased. The highest amount of municipal waste

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

https://doi.org/10.22067/agry.2023.80781.1142

compost (15 t.ha^{-1}) and orange waste compost (15 t.ha^{-1}) increased the plant height by 15.8 and 11.8 percent, respectively, compared to control. The reason for the increase in plant height due to the use of organic materials is due to the improvement of the chemical and physical properties of the soil, the increase in the storage capacity of nutrients, and the preparation of the ground bed for better root growth in the soil. The maximum dry-weight plant was obtained in the treatment of municipal waste compost (15 t.ha^{-1}) and orange waste compost (15 t.ha^{-1}). The nitrogen present in organic fertilizers enhances vegetative growth, and the high potassium in these fertilizers, in addition to accelerating cell division and directly affecting vegetative growth due to its role in the production of carbohydrates and proteins and the concentration of cell sap, increases the dry weight of the plant. The highest seed yield was observed at the level of 15 tons per hectare of municipal waste compost, with a 60.2% increase compared to the control, and at the level of 15 tons per hectare of orange waste compost, with an increase of 37.4% compared to the zero level. Also, the simple effect of municipal waste compost and orange waste and the interaction of two treatments on grain weight per plant, 1000-seed weight, biological yield, and harvest index were significant. The highest seed weight per plant was obtained from the highest levels of municipal waste compost and orange waste (15 t.ha^{-1} + 15 t.ha^{-1}). The highest 1000-seed weight and biological yield were observed in the treatment of municipal waste compost (15 t.ha^{-1}) and orange waste compost (15 t.ha^{-1}). Also, the highest harvest index was related to the treatment of municipal waste compost (15 t.ha^{-1}) and orange waste compost (7.5 t.ha^{-1}). Probably, the availability of more nutrients for the plant has led to an increase in the production of photosynthetic materials for the seeds and, as a result, an increase in their weight.

Conclusion

The results of this study showed that municipal waste compost and orange waste compost had a significant effect on the yield and growth characteristics of common millet. Thus, results showed that municipal waste compost (15 t.ha^{-1}) and orange waste compost (15 t.ha^{-1}) had a strong impact on the yield and growth characteristics of common millet under field conditions.

Keywords: Harvest index, Millet height, Panicole, 1000- seed weight

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: http://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳، ص ۳۳۰-۳۱۷

بررسی اثرات کودهای آلی کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال بر رشد و عملکرد ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.)

محمد حسن سیاری زهان[1]*، علی اصغر بیگی[2] و غلامرضا زمانی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۷

چکیده

اثرات کاربرد دو نوع کود آلی بر صفات رویشی و زایشی گیاه ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.)، در آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷- ۱۳۹۶ در شهرستان گناباد مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش، از مقادیر صفر، ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار کمپوست ضایعات پرتقال تولیدی و کمپوست زباله شهری استفاده گردید. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش میزان مصرف کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال در خاک ارتفاع بوته، وزن خشک، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه افزایش پیدا کرد. مصرف ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۱۵ تن در هکتار ضایعات پرتقال، تعداد پنجه در بوته را به‌ترتیب ۶۹/۸ و ۲۶/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. بالاترین سطح کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال وزن دانه در بوته را به‌ترتیب ۴۱/۵ و ۱۶/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. اثر متقابل تیمارها تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ارزن داشتند. بیشترین وزن دانه در بوته (۱۳/۸۲ گرم)، وزن هزار دانه (۹/۰۶ گرم) و عملکرد بیولوژیک (۱۰۱۵۹/۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۱۵ تن در هکتار کمپوست ضایعات پرتقال و کمترین میزان این صفات از شاهد به‌دست آمدند. در این پژوهش مشخص گردید که استفاده از ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۱۵ تن در هکتار ضایعات پرتقال می‌تواند برای بهبود بخشیدن به عملکرد و اجزای آن مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع ارزن، پانیکول، شاخص برداشت، وزن هزار دانه

مقدمه

ارزن معمولی با نام علمی *Panicum miliaceum* L. یکی از غلاتی است که نسبت به تنش خشکی متحمل بوده و می‌توان از آن در مناطق خشک و نیمه خشک به‌عنوان منبع قابل اطمینان تولید دانه و علوفه استفاده کرد (Hajinia et al., 2019). ارزن، غله‌ای چهار کربنه است که کارایی فتوسنتزی و استفاده از آب در آن در مقایسه با غلات سه کربنه مثل گندم و جو بسیار زیادتر است (Hajinia & Ahmadvand, 2017). بنابراین، کاشت ارزن به‌دلیل سازگاری به شرایط گرم و خشک، مقاومت نسبی به کم‌آبی و گرما، رشد سریع، قدرت پنجه‌زنی زیاد و عملکرد مطلوب (با متوسط عملکرد ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و توجیه اقتصادی مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است (Kazemi Arbat, 1996).

ویژگی‌های اقلیمی و مدیریت ناکافی اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک منجر به کاهش مواد آلی شده است. مواد آلی عامل اصلی حاصلخیزی و بهبود باروری خاک هستند و برای حفظ

۱- -دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.
۲ و ۳- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: msayari@birjand.ac.ir
https://doi.org/10.22067/agry.2023.80781.1142

سطح حاصلخیزی و قابلیت تولید خاک، میزان مواد آلی خاک باید در سطح مناسبی حفظ شود (Pedera et al., 2007). در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران، نه تنها برگشت مواد آلی به خاک کم است، بلکه با مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، عدم استفاده از کودهای آلی و فعالیت شدید میکروبی، مواد آلی موجود در خاک نیز به سرعت تجزیه می‌شوند. در چنین شرایطی، استفاده از کودهای آلی در مدیریت عناصر غذایی بسیار اهمیت دارد (Naghavi Maremati et al., 2007) و با مصرف مواد آلی می‌توان پتانسیل تولید اراضی کشاورزی را به‌طور چشمگیری افزایش داد (Koocheki et al., 1998).

از طرفی، افزایش روز افزون زباله‌های شهری و صنعتی و رها نمودن آن‌ها در زمین‌های اطراف شهرها، رودخانه‌ها، جنگل‌ها و مزارع، نیز به نوبه خود منجر به آلودگی زیست‌بوم‌های آبی- خاکی شده است. بازیافت زباله‌ها، به‌خصوص زباله‌های خانگی و تبدیل آن‌ها به کمپوست (Hargreaves et al., 2008) می‌تواند به‌عنوان یک روش مدیریتی مناسب برای حذف مواد زائد جامد و تبدیل آن‌ها به موادی با ارزش محسوب شود و به‌عنوان ابزاری مناسب در کنترل انواع مختلف بقایا و کاهش مصرف کودهای معدنی در کشت محصولات زراعی و افزایش جذب عناصر کم‌مصرف به‌وسیله گیاهان تلقی شود. استفاده از کودهای آلی همچون کمپوست فاضلاب‌ها و زباله شهری، علاوه‌بر بهبود خواص شیمیایی و بیولوژیکی خاک، با بهبود خواص فیزیکی خاک سبب می‌شوند تا ریشه گیاه به‌راحتی در خاک نفوذ کرده و توسعه یابد و از آب‌وهوا و عناصر غذایی موجود به نحو مطلوب استفاده نماید (Malakouti, 1999).

در آزمایش ارهات و همکاران (Erhart et al., 2005) تمام تیمارهای حاوی کمپوست به‌دست آمده از بقایای کشاورزی، افزایش عملکرد گیاهان زراعی را نسبت به شاهد نشان دادند. آن‌ها دریافتند که در خاک‌های حاصلخیز اثر کمپوست کم است، ولی در طول زمان افزایش می‌یابد. گزارش هارتل و همکاران (Hartl et al., 2003) نیز بیانگر افزایش عملکرد کمّی و کیفی چاودار (*Secale montanum*) در اثر استفاده از کمپوست به‌دست آمده از بقایای کشاورزی بود. همچنین، در آزمایشی مشخص گردید که کاربرد ۱۰ تن در هکتار کمپوست باعث افزایش عملکرد محصول پیاز به‌میزان ۱۶ درصد نسبت به شاهد گردیده است (Daniel et al., 2002). یافته‌های محققین دیگر نیز مؤید آن بود که استفاده از کمپوست زباله شهری به میزان ۱۵ تن در هکتار، بیشترین ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته را در دو گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) ایجاد نمود (Asgharipour & Ahmadian, 2008).

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر دو نمونه از کودهای آلی شامل کمپوست زباله شهری و کمپوست تولیدی از ضایعات پرتقال، بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن معمولی مورد بررسی قرار گرفت، با این فرضیه که کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال بر فاکتورهای رشد و عملکرد ارزن تأثیرگذار می‌باشند تا در صورت اثبات شدن این مطلب بتوان از کمپوست زباله شهری و همچنین، کمپوست ضایعات پرتقال، به‌عنوان جایگزین و مکمل کودهای شیمیایی در تغذیه گیاه ارزن استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای در شهرستان گناباد در سال زراعی ۱۳۹۷- ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل کمپوست ضایعات پرتقال و کمپوست زباله شهری است و میزان مصرفی برای هرکدام در سه سطح صفر، ۷/۵ و ۱۵ تن در هکتار بود. کمپوست زباله شهری مصرفی در این پژوهش از کارخانه کمپوست زباله شهری شهرداری مشهد تهیه گردید.

جهت تهیه کمپوست از ضایعات پرتقال ابتدا نسبت به حفر یک گودال به ابعاد ۱×۱×۱ اقدام گردید. جهت محافظت از شیرابه‌های تولیدی احتمالی در اثر فشرده‌سازی، کف گودال با پلاستیک پوشانیده شد. با تهیه لوله پلیکا P.V.C به‌طول ۱/۵ متر و سوراخ کردن اطراف آن در طول یک متر و با کار گذاشتن آن داخل چاله جهت تخلیه گازهای تولیدی اقدام شد. با توجه به اینکه بیشتر ضایعات پرتقال مربوط به پوست آن بود، مقدار ۱۰۰ گرم پوست پرتقال خرد شده را داخل بشر ریخته و مقدار ۱۵۰ سی سی آب مقطر به آن اضافه کرده و سپس، بعد از مدت ۲۴ ساعت نسبت به اندازه‌گیری Ec و pH اقدام گردید. جهت تعیین رطوبت نمونه، مقدار ۱۰ گرم از آن را به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار داده شد تا خشک شود. برای تولید کمپوست و ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت ریزجانداران، به‌ازای هر ۴۰ کیلوگرم ضایعات پرتقال دو کیلوگرم کود اوره را در مقدار مناسب آب حل و به آن اضافه گردید و سپس، با یک لایه ۱۰ سانتی‌متری از ماسه بادی آن را پوشاندیم و این کار را تا پر

شدن کامل چاله ادامه داده و در پایان این مرحله روی آن را با خاک معمولی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر پوشانده و جهت پوسیده شدن و تهیه کمپوست به آن شش ماه فرصت دادیم. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی-متر نمونه‌برداری گردید (جدول ۱). همچنین، قبل از اعمال سطوح کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال، بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (جدول ۲).

به‌منظور اجرای آزمایش، پس از شخم، دیسک و مسطح کردن خاک، کرت‌هایی به ابعاد ۴ × ۲ متر ایجاد گردید. عملیات کاشت به صورت ردیفی در ۲۲ تیر سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر به‌ترتیب یک و دو متر و برای هر بلوک یک جوی جداگانه جهت آبیاری کرت‌ها در نظر گرفته شد. در این تحقیق، از گیاه ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) استفاده گردید. تراکم مورد استفاده ۴۰ بوته در متر مربع بود و هر کرت دارای چهار ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۴۵ سانتی متر بود و عمق کاشت یک سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

آبیاری اول بعد از کاشت (۲۳ تیر) و سه مرحله بعدی آبیاری، هر چهار روز یک بار به‌منظور تسهیل در سبز شدن بذرها انجام شد. بعد از سبز شدن بذور به‌فاصله هر هفت روز یک بار آبیاری انجام گرفت. مدیریت علف‌های هرز غالب مزرعه همچون خارشتر، خارخسک، پیچک، علف شور و سوروف با وجین دستی طی دو مرحله صورت گرفت.

عملیات نمونه‌برداری در ۸ مهر ۱۳۹۷ بعد از رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد و از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، طول پانیکول و تعداد پنجه در بوته اندازه‌گیری شد. همچنین، پس از حذف اثر حاشیه (دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت) بوته‌های باقی‌مانده جهت تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برداشت شد. در پایان، از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت محاسبه گردید. ارتفاع بوته و طول پانیکول به کمک خط‌کش اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن خشک گیاه، از بوته‌های جمع‌آوری شده از هر کرت با رطوبت تقریبی ۱۴ درصد استفاده گردید، سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. میانگین‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil used in experiment

سیلت Silt	رس Clay	شن Sand	بافت Texture	کربن آلی OC	شاخص واکنش pH	منیزیم Mg	کلسیم Ca	پتاسیم K	سدیم Na	هدایت الکتریکی EC
	(%)			(%)		(meq.L^{-1})				(dS.m^{-1})
28.2	20	51.8	لومی Loam	0.58	7.75	2.23	1.76	0.51	3.48	7.2

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کمپوست‌های مورد استفاده

Table 2- Chemical properties of used composts

کمپوست Compost	شاخص واکنش pH	کربن آلی OC	نیتروژن N	فسفر P	هدایت الکتریکی EC
		(%)		(mg.kg^{-1})	(dS.m^{-1})
کمپوست ضایعات پرتقال Orange waste compost	7.1	1.63	0.158	30	10.1
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	8	27.07	0.79	13	4.48

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر ساده کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال بر ارتفاع بوته ارزن معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان کمپوست زباله شهری (۱۵ تن در هکتار) و کمپوست ضایعات پرتقال (۱۵ تن در هکتار) ارتفاع گیاه را به‌ترتیب ۱۵/۸ و ۱۱/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴).

به نظر می‌رسد که علت افزایش ارتفاع گیاه در اثر کاربرد مواد

آلی، به سبب بهبود خواص شیمیایی و فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و آماده سازی بستر زمین برای رشد بهتر ریشه در خاک (Arancon et al., 2004) باشد. محققان در آزمایشی روی گیاه به لیمو (*Lippia citriodora*) مشاهده کردند که تیمار ۲۰ درصد کمپوست زباله شهری موجب افزایش ارتفاع بوته به‌مقدار ۲۳/۳ درصد نسبت به شاهد گردید (Asghari et al., 2017). همچنین، بیشترین ارتفاع بوته گیاه اسفرزه و زیره سبز از کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به‌دست آمد که با نتایج ما هم‌خوانی دارد (Asgharipour & Ahmadian, 2008).

تعداد پنجه در بوته

هر یک از اثرات ساده کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد پنجه در بوته شدند، ولی اثر متقابل کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال معنی‌دار نشد (جدول ۳). بیشترین تعداد پنجه در بوته، در سطح کودی ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری مشاهده شد. همچنین مشاهده گردید که سطح ۱۵ تن در هکتار کمپوست ضایعات پرتقال سبب افزایش ۲۶/۸ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد (جدول ۴).

منابع آلی عناصر غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌دهند که اثر مثبتی بر تعداد پنجه در گیاه دارد (Miller, 2007). مطالعات گذشته نشان داد که کاربرد دو تن در هکتار کمپوست، تعداد پنجه را در گیاه برنج به‌طور قابل توجهی نسبت به سایر تیمارها افزایش داد (Siavoshi et al., 2011). همچنین، محققین گزارش کردند که مصرف کود دامی و کمپوست تعداد پنجه در بوته گندم را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد و علت این افزایش را به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی بر اثر کاربرد کودهای آلی نسبت دادند (Ahmadpoor Sefidkoohi et al., 2013). کلمنتس (Clements, 1980) گزارش کرد که پنجه‌دهی همبستگی قابل توجهی با فراهمی و در دسترس پذیری عنصر غذایی نیتروژن دارد. احتمالاً کمپوست ضایعات پرتقال غنی شده با کود اوره هم به‌دلیل فراهمی بیشتر نیتروژن سبب افزایش تعداد پنجه در بوته ارزن شده است (جدول ۲).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای ویژگی‌های مورد مطالعه ارزن معمولی

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for investigation characters of common millet

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه در بوته Number of tillers per plant	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	وزن خشک گیاه در بوته Plant dry weight per plant	طول پانیکول Panicle height
بلوک Block	2	2.17 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.16 ^{ns}	24.56 **	5.81 ^{ns}
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	2	374.50**	22.79**	0.01 ^{ns}	60.72**	0.13 ^{ns}
کمپوست ضایعات پرتقال Orange waste compost	2	219.11*	4.84**	0.04 ^{ns}	25.81**	1.55 ^{ns}
زباله شهری × ضایعات پرتقال Municipal waste× orange waste	4	12.05 ^{ns}	0.87 ^{ns}	0.05 ^{ns}	1.44 ^{ns}	5.79 ^{ns}
خطا Error	16	47.28	0.72	0.09	3.24	1.93
ضریب تغییرات CV (%)	–	7.82	13.71	4.37	8.30	4.79

^{ns}، ** و *: به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

^{ns}, ** and *: represent non significant, significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات ساده کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر صفات رویشی ارزن معمولی

Table 4- Mean comparisons for simple effects of municipal waste compost and waste orange on vegegative traits of common millet

تیمارها Treatmens	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه در بوته Number of tillers per plant	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	وزن خشک گیاه در بوته Plant dry weight per plant (g)	طول پانیکول Panicle height (cm)
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost ($t.ha^{-1}$)					
0	81.52	4.54	7.14	19.19	29.00
7.5	81.87	6.34	7.08	21.45	29.12
15	94.42	7.71	7.05	24.38	28.87
LSD (0.05)	6.87	0.85	0.31	1.79	1.38
کمپوست ضایعات پرتقال Orange waste compost ($t.ha^{-1}$)					
0	82.61	5.43	7.16	20.18	29.37
7.5	88.77	6.28	7.08	21.34	29.06
15	92.36	6.89	7.03	23.51	28.55
LSD (0.05)	6.87	0.85	0.31	1.79	1.38

وزن خشک بوته

نتایج به‌دست آمده، حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر ساده کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال بر وزن خشک بوته ارزن بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش سطح کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال، وزن خشک بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که تحت شرایط کودی زباله شهری، مقدار این صفت از ۱۹/۱۹ گرم شاهد به ۲۴/۳۸ گرم در تیمار ۱۵ تن در هکتار و در تیمار ضایعات پرتقال از ۲۰/۱۸ گرم شاهد به ۲۳/۵۱ گرم در تیمار ۱۵ تن در هکتار افزایش یافت (جدول ۴).

محققین اظهار داشتند که نیتروژن موجود در کودهای آلی باعث تقویت رشد رویشی می‌شود و پتاسیم بالای این کودها علاوه‌بر تسریع تقسیم سلولی و تأثیر مستقیم در رشد رویشی به‌دلیل نقشی که در ساخت هیدرات‌های کربن و پروتئین‌ها و تغلیظ شیره سلولی دارد، باعث افزایش وزن خشک بوته می‌گردد (Grossi et al., 2014). کمپوست علاوه‌بر عناصر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشند که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی (Chen et al., 2004) و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی (Nardi et al., 2002) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Tartoura, 2011). در آزمایشی بر روی گیاه به لیمو مشخص شد که با افزایش مقدار کمپوست و ورمی کمپوست وزن خشک بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Asghari et al., 2017).

طول پانیکول

تیمارهای کودی کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال و همچنین، اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر صفت طول پانیکول نداشتند (جدول ۳). محققان در آزمایشی روی گیاه علف عشق *Eragrotis teff* مشاهده کردند که طول پانیکول تحت تأثیر مقادیر مختلف کمپوست قرار نگرفت (Assefa et al., 2016) که با نتایج ما هم‌خوانی دارد.

وزن دانه در بوته

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر ساده و متقابل کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال در سطح احتمال یک درصد بر وزن دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال نشان داد که بیشترین وزن دانه در بوته از بالاترین سطوح کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال (۱۵ تن در هکتار + ۱۵ تن در هکتار) با ۱/۱ برابر افزایش در مقایسه با شاهد به‌دست آمد (شکل ۱).

وزن دانه به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر سرعت و دوره پرشدن دانه قرار دارد (Kaplan & Erman, 1998; Penkin, 1977; Rosa et al., 1999). به نظر می‌رسد که احتمالاً

فراهم بودن بیشتر عناصر غذایی برای گیاه منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها و در نتیجه، افزایش وزن آن‌ها (Khorramdel, 2009) شده است. محققان دریافتند که مصرف توأم لجن فاضلاب و کمپوست حتی در مقادیر بالای لجن سبب افزایش وزن دانه در بوته گیاه سیاهدانه شد (Akbarnezhad et al., 2010).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای ویژگی‌های مورد مطالعه ارزن معمولی

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) for investigation characters of common millet

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	0.38 ns	0.09 ns	361784.4 ns	340293.4 ns	10.16 ns
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	2	34.70**	6.76**	7704191 **	3546514**	501.07**
کمپوست ضایعات پرتقال Orange waste compost	2	6.58**	13.32**	3404565 **	4994679**	97.10 ns
زباله شهری × ضایعات پرتقال Municipal waste× Orange waste	4	5.68 **	2.06 *	886252 ns	4144862**	292.46 **
خطا Error	16	0.96	0.51	390708	609510	47.11
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.81	11.25	15.98	8.87	15.29

ns، ** و *: به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

ns, ** and *: represent non significant, significant at 1 and 5% level of probability, respectively.

وزن هزاردانه

طبق جدول تجزیه واریانس، اثر ساده کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات تیمارها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از بالاترین سطوح کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال (۱۵ تن در هکتار) با افزایش ۱/۱ برابری در مقایسه با شاهد به‌دست آمد (شکل ۲).

وزن هزار دانه از فاکتورهایی است که بیشتر تحت کنترل ژنتیک است و از توارث‌پذیری بالایی برخوردار است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله حاصلخیزی خاک قرار می‌گیرد (Jangir & Ragender, 1996). با این‌حال مطالعات گذشته نشان داد که کمپوست با قابلیت حفظ بیشتر رطوبت و عناصر در محلول خاک که به‌تدریج عناصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد، برای گیاه شرایط مطلوبی ایجاد کرده و با حفظ سطح سبز باعث افزایش سرعت فتوسنتز و متعاقب آن افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (Malakouti, 1999). یزدانی (Yazdani, 2010) با بررسی تأثیر کودهای آلی و بیولوژیکی بر روی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) دریافتند که این کودها تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشتند. در مقابل، مؤمن و همکاران (Momen et al., 2011) در آزمایشی روی گیاه گندم مشاهده کردند که افزایش میزان کمپوست سبب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در سطح یک درصد شد، به‌طوری‌که مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست بیشترین وزن هزار دانه را تولید کرد.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات ساده کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر صفات زایشی ارزن معمولی

Table 7- Mean comparisons for simple effects of Municipal waste compost and waste orange on reproductive criteria of common millet

تیمارها Treatmens	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost ($t.ha^{-1}$)					
0	8.93	5.41	3052.50	8087.30	39.17
7.5	11.91	6.65	3790.60	8998.50	42.15
15	12.64	7.08	4891.10	9290.90	53.32
LSD 0.05	0.98	0.71	624.65	780.19	6.85
کمپوست ضایعات پرتقال Orange waste compost ($t.ha^{-1}$)					
0	10.21	5.43	3282.10	7959.80	42.08
7.5	11.39	5.95	3941.00	9020.80	44.06
15	11.88	7.75	4511.10	9396.10	48.50
LSD 0.05	0.98	0.71	624.65	780.19	6.85

عملکرد دانه

نتایج نشان داد، اثرات ساده کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد دانه شدند، امّا این صفت تحت تأثیر اثر متقابل تیمارها قرار نگرفت (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه در سطح ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری با ۶۰/۲ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد. در عامل کمپوست ضایعات پرتقال نیز بیشترین عملکرد دانه در سطح ۱۵ تن در هکتار با افزایش ۳۷/۴ درصدی نسبت به سطح صفر (شاهد) مشاهده گردید (جدول ۶). بیشترین وزن دانه در بوته و وزن هزاردانه از اجزای عملکرد دانه نیز از مصرف کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال هرکدام به‌میزان ۱۵ تن در هکتار به‌دست آمد.

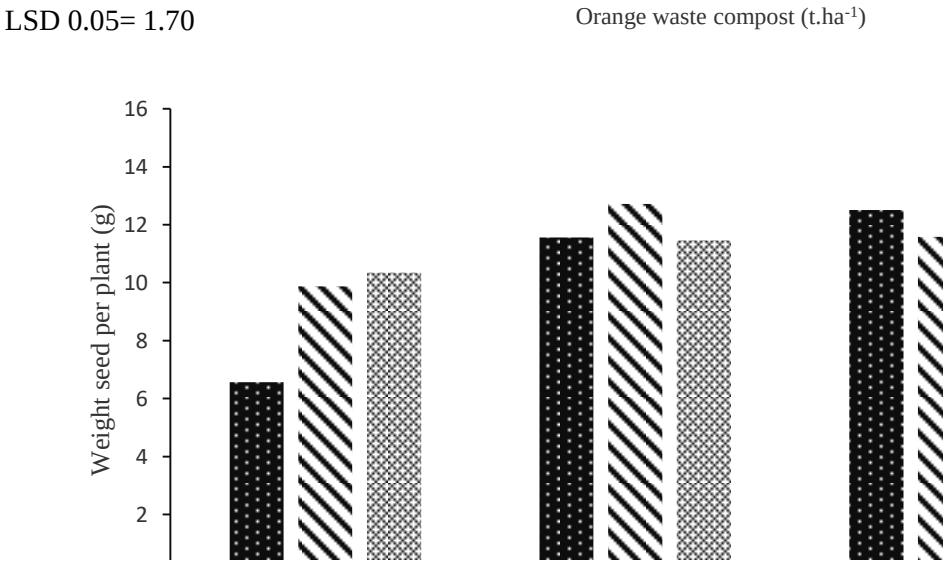
افزایش عملکرد گیاه در استفاده از کود کمپوست را می‌توان در ارتباط با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اثر استفاده از آن (Allievi et al., 1993; Sihag & Singh, 1997) دانست. ریسی و همکاران (Resse et al., 2001) بیان کردند که تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه علت افزایش عملکرد می‌باشد. از سوی دیگر، گالاردو لورا و نوگالس (Gallardo-Lora & Nogales, 1987) در بررسی اثرات مثبت کمپوست بر گیاهان اظهار داشتند که اغلب تأثیرات مثبت کمپوست بر عملکرد گیاهان مربوط به بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد و افزایش تجمع مواد آلی و ارزش غذایی کمپوست در مراحل بعدی اهمیت قرار دارند. محققان دریافتند که با افزایش میزان کمپوست کاربردی، مقدار عملکرد دانه در گیاه سیاهدانه به‌طور بسیار معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن از تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست حاصل شد (Ariafar & Sirus Mehr, 2018). همچنین، بیشترین عملکرد دانه زیره سبز از کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری حاصل شد (Forouzandeh et al., 2014) که با نتایج ما هم‌خوانی دارد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از بالاترین سطوح کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال (۱۵ تن در هکتار) با ۷۰/۷ درصد افزایش در مقایسه با شاهد به‌دست آمد (شکل ۳).

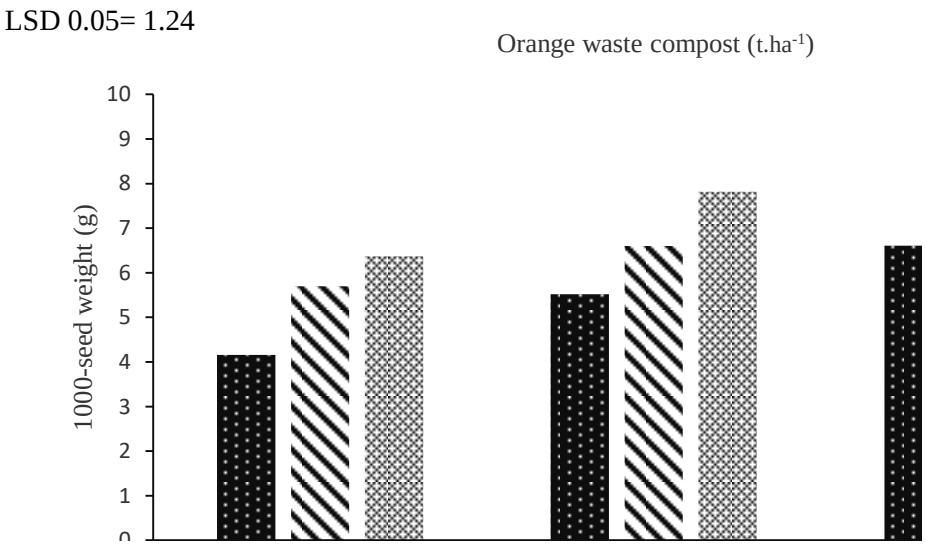
با افزایش میزان مواد غذایی موجود در خاک، گیاه سریع‌تر سطح برگ خود را افزایش داده و موجب پوشیده شدن زمین توسط تاج گیاه شده و این امر منجر به افزایش سرعت رشد محصول و در نهایت، ماده خشک می‌گردد. از طرف دیگر وجود میزان کافی از مواد غذایی در مراحل انتهایی رشد منجر به افزایش عمر برگ‌ها و دوام سطح برگ شده که این امر نیز به نوبه خود باعث می‌شود، گیاه سطح فتوسنتزکننده خود را با سرعت بیشتر و در مدت زمان بیشتری حفظ نماید (Sounmare et al., 2003). فروزنده و همکاران

(Forouzandeh et al., 2014) گزارش کردند که کاربرد ۱۵ تـن در هکتار کمپوست سبب افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گیـاه زیـره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گردید.



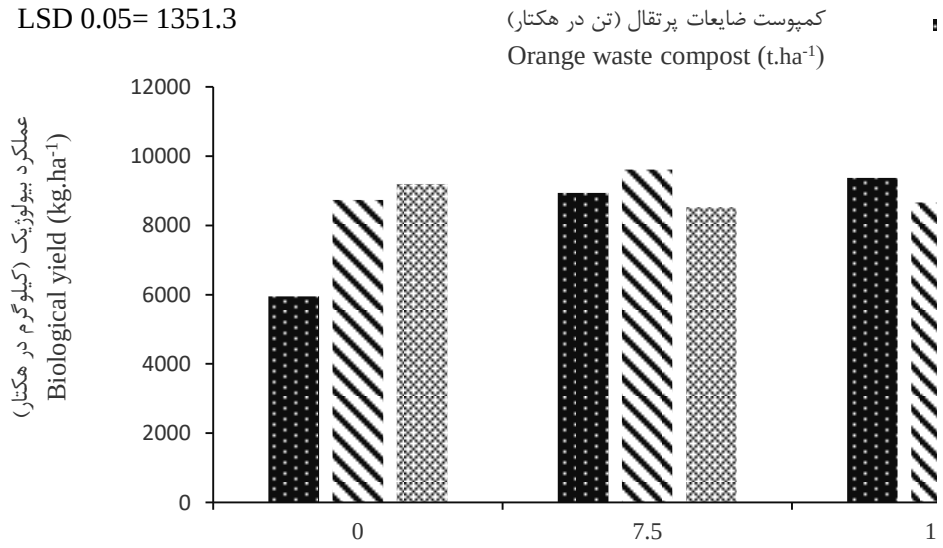
شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر وزن دانه در بوته ارزن

Fig. 1- Mean comparisons effects of municipal waste compost and orange waste on weight seed per plant millet



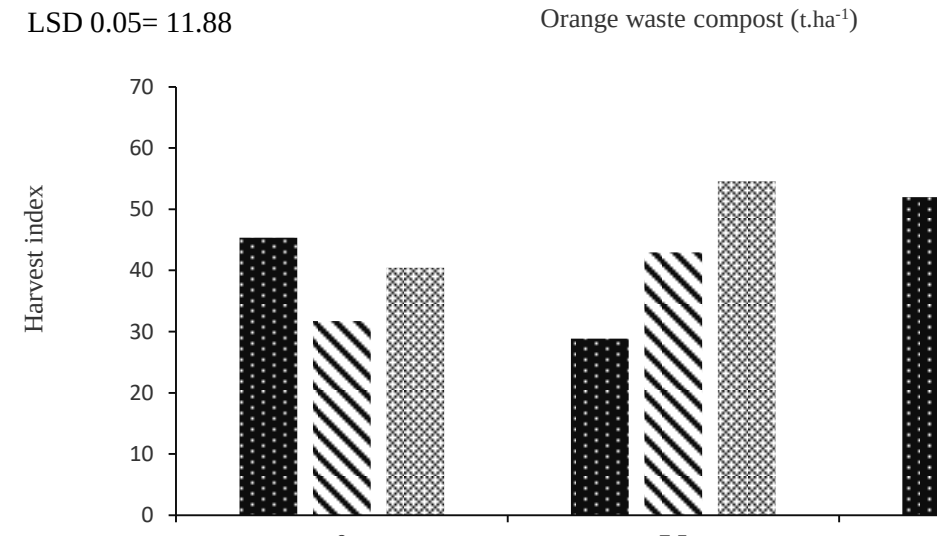
شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر وزن هزار دانه ارزن

Fig. 2- Mean comparisons effets of municipal waste compost and orange waste on 1000-seed weight millet



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر عملکرد بیولوژیک ارزن

Fig. 3- Mean comparisons effets of municipal waste compost and orange waste on biological yield millet



شکل ٤- مقایسه میانگین اثرات کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال بر شاخص برداشت ارزن

Fig. 4- Mean comparisons effets of municipal waste compost and orange waste on harvest index millet

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده مصرف کمپوست زباله شهری و اثر متقابل کمپوست زباله شهری و کمپوست ضایعات پرتقال بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. امّا این صفت تحت تأثیر اثر ساده مصرف کمپوست ضایعات پرتقال قرار نگرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین

شاخص برداشت مربوط به تیمار ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۷/۵ تن در هکتار ضایعات پرتقال بود (شکل ۴).

محققان در بررسی اثر کاربرد سه ساله کمپوست و کود شیمیایی بر ذرت نشان دادند که دامنه تغییرات شاخص برداشت از ۴۱ تا ۵۷/۶۷ درصد متغیر بود و بیشینه آن از ۴۰ تن در هکتار کمپوست همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی حاصل شد (Babaei et al., 2016). در همین راستا رضوان طلب و همکاران Rezvantalab et al., (2010) دریافتند که استفاده از کودهای آلی به‌مدت یک سال و دو سال تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که استفاده از کمپوست زباله شهری و ضایعات پرتقال به‌تنهایی و به‌صورت تلفیقی باعث بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ارزن شد، به‌طوری‌که بیشترین صفات رویشی گیاه در اثر کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به‌دست آمد. بیشترین خصوصیات زایشی گیاه از مصرف توأم ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۱۵ تن در هکتار ضایعات پرتقال به‌دست آمد. لذا، با توجه به یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد که استفاده از ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۱۵ تن در هکتار ضایعات پرتقال ضمن بهبود ویژگی‌های رویشی و زایشی ارزن، از جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی نیز مثمر بوده و می‌تواند برای بهبود بخشیدن به عملکرد و اجزای آن مد نظر قرار گیرد. هر چند لازم است که سطوح پیشنهاد بر روی ارقام دیگر ارزن و طی زمان طولانی‌تری مورد بررسی و تأیید قرار گیرد.

References

1. Ahmadpoor Sefidkoohi, A., Ghajar Sepanlou, M., & Bahmanyar, N.A. (2013). The effects of three and five years' continuous periods of municipal solid waste application on the amount of micronutrient elements in wheat shoot and seed. *Journal of Agricultural Engineering*, *35*(2), 97-109. (In Persian with English abstract)
2. Akbarnejad, F., Astaraei, A., Fotoot, A., & Nassiri Mahallati, M. (2010). Effect of municipal waste compost and sewage sludge on yield and yield components of *Nigella sativa* L. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *8*(5), 767-771. (In Persian with English abstract) . https://doi.org/10.22067/GSC.V8I5.8018
3. Allievi, L., Marchensini. A., Salaidi, C., Piano, V., & Bertoldi, M. (1993). Plant quality and soil residual fertility six years after a composting treatment. *Bioresource Technology*, *43*, 89-93. https://doi.org/10.1016/0960-8524(93)90088-S
4. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J.D. (2004). Influence of vermicompost on field strawberries. *Bioresource Technology*, *93*, 145-153. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.014
5. Ariafar, S., & Sirus Mehr, A.R. (2018). Effect of municipal waste compost on yield, essential oil percentage and some physiological characteristics of black seed under drought stress conditions. *Journal of Crops Improvement*, *19*(1), 31-42. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/jci.2015.55141
6. Asghari, M., Yousefi Rad, M., & Masoumi Zavarian, A. (2017). Effects of organic fertilizers of compost and vermicompost on qualitative and quantitative traits of *Lemon verbena*. *Journal of Medicinal Plants*, *15*(58), 63-71. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.2717204.2016.15.58.2.0
7. Asgharipour, M., & Ahmadian, A. (2008). Utilization of compost for organic production of isabgol and cumin. In: Proceeding of the Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Isfahan, Iran, 14-16 May, 162-168. (In Persian)
8. Asodegan, M. (2016). The effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of millet cultivars in Qom province. M.Sc. Thesis in Agricultural Engineering, Majoring in Agriculture, Payame Noor University, Karaj Center, Iran. (In Persian with English abstract)
9. Assefa, A., Tana, T., & Abdulahi, J. (2016). Effects of compost and inorganic NP rates on growth, yield and yield components of Teff (Eragrotis teff (Zucc) Trotter) in Girar Jarso district, central highland of Ethiopia. *Journal of Fertilizer and Pesticides*, *7*(2), 174. https://doi.org/10.4172/2471-2728.1000174
10. Babaei, F.Z., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., Abbasian, A., & Bahari Saravi, S.H. (2016). Yield response and yield components of *Zea mays* L. to three-year application of simple and enriched municipal waste composts. *Journal of Agriculture*, *7*(1), 33-26. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/AJ.2015.105682
11. Chen, Y., De-Nobili, M., & Aviad, M. (2004). *Somulatory effects of humic substances on plant growth. Soil*

Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 103-29.
12. Clements, H.F. (1980). *Sugarcane crop logging and crop control priciples and practices*: The Univ. Press. Hawaii, Hondulu, pp. 520.
13. Daniel, N., Takawal, P.S., Kauthale, V.K., & Kulkarni, P.K. (2002). EM application studies on a low organic matter soil in India. *Proceeding of the Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming*. 32-38, New Zealand.
14. Erhart, E., Hartl, W., & Putz, B. (2005). Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. *European Journal Agronomy*, *23*, 305–314. https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.01.002
15. Forouzandeh, M., Karimian, M., & Mohkami, Z. (2014). Effect of water stress and different type of organic fertilizers on essential oil content and yield components of *Cuminum cyminun*. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*, *4*(13), 523-536.
16. Gallardo-Lora, F., & Nogales, R. (1987). Effects of application of town refuse compost on the soil-plant system: A review. *Biological Wastes*, *10*, 35-62. https://doi.org/10.1016/0269-7483(87)90035-8
17. Gholizade, Z., Aminifard, M.H., & Sayyari, M.H. (2018). Evaluation of different levels of municipal waste compost and maternal corm weights on vegetative, reproductive and photosynthetic pigments of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research*, *5*(2), 201-216. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2018.165.1008
18. Grossi, H., Hemmati, K., & Habibi, D. (2014). The effect of growth-promoting bacteria, vermicompost and municipal waste compost on growth indices, chlorophyll content, essential oil and some secondary compounds of *Hyssopus officinalis*. *Iranian Journal of Plant Ecophysiology Research*, *31*(3), 58-66. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.76712423.1392.8.31.6.8
19. Hajinia, S., & Ahmadvand, G. (2017). Effect of light radiation absorption and its use efficiency in intercropping of soybean and millet under water deficit stress. *Journal of Crop Ecophysiology*, *4*(4), 721-742. (In Persian with English abstract).
20. Hajinia, S., Ahmadvand G., & Mehrabi, A.A. (2019). Evaluation of yield and yield components of common millet and soybean in different intercropping ratios under deficit irrigation levels in Hamden region. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *16*(4), 761-779. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/GSC.V16I4.66825
21. Hargreaves, J.C., Adl, M.S., & Warman, P.R. (2008). A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *123*(1-3), 1-14. https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.004
22. Hartl, W., Putz, B., & Erhart, E. (2003). Influence of rates and timing of biowaste compost application on rye yield and soil nitrate levels. *European Journal of Soil Biology*, *39*(3), 129-139. https://doi.org/10.1016/S1164-5563(03)00028-1
23. Jalali, A.H., Bahrani, M.J., & Karimian, N. (2011). Effect of crop residue management, application of compost and nitrogen fertilizer on grain yield and its components in maize cv. DC370. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *13*(2), 336-351. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.15625540.1390.13.2.9.5
24. Jangir, R.P., & Ragender, S. (1996). Effect of irrigation and nitrogen on seed yield of cumin (*Cuminum cyminum*). *Indian Journal Agronomy*, *41*, 140-143.
25. Kaplan, M., & Orman, S. (1998). Effect of elemental sulfur and sulfur onthing waste in a calcareous soil in Turkey. *Journal Plant Nutrition*, *21*, 1655-1665. https://doi.org/10.1080/01904169809365511
26. Kazemi Arbat, H. (1996). *Private agriculture*. Volume One: Cereals. University Publishing Center, Tehran, Iran. (In Persian)
27. Khalid, A.K., Hendawy, S.F., & El-Gezaway, E. (2006). *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, *2*(1), 25-32.
28. Khorramdel, S. (2009). Effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on quantitative characteristics of black nigella (*Nigella sativa* L.). M.Sc. Thesis, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
29. Koocheki, A., Nakhforoush, A., & Zarif Ketabi, H. (1998). *Organic farming*. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Iran. 217 p. (In Persian)
30. Malakouti, M. (1999). Comprehensive method of diagnosis and necessity of optimal use of chemical fertilizers.

Tarbiat Modares University of Tehran Publications, Iran. (In Persian with English Summary)
31. Miller, H.B. (2007). Poultry litter induces tillering in rice. *Journal of Sustainable Agriculture, 31*(1), 151-160. https://doi.org/10.1300/J064v31n01_12
32. Momen, A., Pazoki, A.R., & Momayezi, M.R. (2011). Effects of granular sulfur (bentonitic) and compost on quantitative and qualitative characteristics of Bam wheat in Semnan region. *The quarterly Academic Journal of Crop Physiology – I.A.U. Ahvaz, 3*(9), 31-7. (In Persian with English abstract)
33. Naghavi Maremati, A., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., & Salak Gilani, S. (2007). Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of different rice cultivars. Proceeding of 10th Iranian Soil Science Congress, 26-28 Aug. 2007, Tehran, Iran. (In Persian)
34. Nardi, S., Pizzeghello, D., Miscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry, 34*, 1527-36. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8
35. Pedra, F., Polo, Ribero, A.A., & Domingues, H. (2007). Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Journal Soil Biology Biochemistry, 39*(6), 1375-1382. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.12.014
36. Penkin, C.F. (1977). Invention, relating to mixing phosphate and sulfure. U. Spatent. No. 193, pp. 896.
Resse, R.M., Ball, B.C., Watson, C.A., & Campbell, C.D. (2001). *Sustainable management of soil organic matter*. CAB International. Oxfordshire, UK. 264 p.
37. Rezvantalab, N., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., & Abbasiyan, A. (2010). Evaluating effects of municipal waste compost and chemical fertilizer application on yield and yield components of maize (*Zea mays* L. cv.SC704). *Journal of Crop Production, 2*(1), 75-90. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.2008739.1388.2.1.5.3
38. Rosa, M.C., Muckovej, J., Muchovejand, J., & Alvarez, V.H. (1999). Temporal relations of phosphorus fractions in an oxisol amended with rock phosphate and thiooxidans. *Soil Science Journal*, 53, 1096-1100. https://doi.org/10.2136/sssaj1989.03615995005300040019x
39. Siavoshi, M., Nasiri, A., & Lawara, L. (2011). Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) plants. Egypt Journal Agricultural Research, 83, 811-828. https://doi.org/10.5539/jas.v3n3p217
40. Sihag, D., & Singh, J.P. (1997). Effect of organic materials on ammonia voltalization losses from urea under submerged condition. *Journal of Society of Soil Science, 45*, 822-825.
41. Sounmare, M., Tack, G., & Vreloo, M.G. (2003). Effects of municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mail. *Bioresource Technology, 86*(1), 15-20. https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00133-5
42. Tartoura, A.H. (2011). Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *American-Eurasian Journal Agricultural Enviromental Science, 9*(2), 208-216.
43. Yazdani, R. (2010). Investigation of the effect of seed priming by *Azotobacter* and the use of organic and chemical fertilizers on the quantitative and qualitative characteristics of marigold. M.Sc. Thesis in Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)