تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰
۱۰۰۳-۱۰۱۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3313.1844

مقاله پژوهشی

اثر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر خصوصیات رویشی و عملکردی، بالنگوی شهری (*Lallemantia royleana* Benth)

محمدعلی فضلی[۱]، تورج میرمحمودی[۲*]، امیر رحیمی[۳]، سامان یزدان ستا[۲]

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد
۲. استادیار و عضو هیئت‌علمی، گروه زراعت، اگرواکولوژی و علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد
۳. استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، بالنگوی شهری آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل رژیم آبیاری در سه سطح (بدون آبیاری، کم‌آبی و نرمال) و تیمارهای کودی شامل شاهد، NPK، اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و کود دامی بودند. صفات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس، درصد و عملکرد روغن، درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری بر کلیه صفات موردبررسی به‌غیراز درصد اسانس، درصد روغن و درصد موسیلاژ بذر معنی‌دار بود، اختلاف بین تیمارهای کودی نیز ازلحاظ اثر بر کلیه صفات موردبررسی معنی‌دار بود. برهمکنش رژیم آبیاری در تیمار کودی نیز بر تنها بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. در این مطالعه بالاترین ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد اسانس، عملکرد روغن و عملکرد موسیلاژ به تیمار رژیم آبیاری کامل اختصاص داشت. همچنین بالاترین مقادیر ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ به تیمار کودی ورمی‌کمپوست اختصاص داشت. بالاترین وزن هزار دانه نیز به رژیم آبیاری تکمیلی و تیمار کودی ورمی‌کمپوست اختصاص داشت؛ بنابراین جهت دستیابی به‌خصوصیات مطلوب بالنگوی شهری انجام آبیاری کامل و کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست قابل توصیه است.

***واژه‌های کلیدی:* اسید هیومیک، درصد موسیلاژ، شاخص سطح برگ، کم‌آبی، ورمی‌کمپوست**

مقدمه

بالنگو (*Lallemantia royleana* Fischer and C.A. Meyer) گیاهی دارویی و یک‌ساله از خانواده نعناعیان بوده که حاوی اسانس و موسیلاژ است (Zarezadeh et al., 2007). مهم‌ترین ویژگی گیاه بالنگو در بذرهای این گیاه نهفته است. این بذرها منبع خوبی از فیبر، روغن و پروتئین است و خصوصیات دارویی غذایی و سلامتی برای انسان دارد (Razavi and Karazhiyan, 2009)؛ اما مهم‌تر از همه این است که این بذرها به دلیل مقادیر زیاد موسیلاژ هنگامی‌که خیس می‌شوند آب را سریعاً جذب و بی‌درنگ با پوششی از موسیلاژ بی‌مزه، مات، خاکستری و بسیار چسبنده پوشانده می‌شود (Moghaddam et al., 2011). آنالیز موسیلاژها نشان می‌دهد که دارای واحدهای سازنده‌ای مانند گالاکتورونیک اسید، گلوکورونیک اسید، آرابینوز، گزیلوز،

* نگارنده پاسخگو: تورج میرمحمودی. پست الکترونیک: toraj73@yahoo.com

رامنوز، مانوز، گالاکتوز و گلوکز می‌باشند (Fekri et al., 2008).

محصول زراعی یک گیاه دارویی زمانی ازنظر اقتصادی وقتی مقرون‌به‌صرفه است که مقدار متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. در نتیجه با مدیریت صحیح عوامل محیطی و ارقام گیاهی مناسب می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت (Ameri et al., 2010). آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد و نمو و مواد مؤثره‌ی گیاهان دارویی دارد (Jafarzadeh et al., 2010). خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است (Omidi et al., 2011). به‌خوبی مشخص‌شده که اثر تنش آبی بر رشد و عملکرد بستگی به ژنوتیپ گیاه دارد اما شرایط محیطی (Tesfamariam et al., 2010) و مدیریت گیاه (Rathke et al., 2006) نیز تعیین‌کننده عملکرد کمی و کیفی در گیاهان است. کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات فراوانی به رشد و نمو و همچنین بر مواد مؤثره‌ی دارویی گیاهان وارد نماید (Jafarzadeh et al., 2014). تنش خشکی علاوه بر اثر منفی بر عملکرد، باعث بروز یا تشدید سایر تنش‌ها مخصوصاً تنش کمبود عناصر غذایی برای گیاه می‌شود.

استفاده از کودهای آلی در کشاورزی باعث بهبود ساختمان خاک می‌شود ازآنجایی‌که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بهبود کیفیت، کمیت و سلامت ماده مؤثره است، لذا به نظر می‌رسد که تغذیه سالم این گیاهان از طریق کاربرد این کودها، با اهداف تولید گیاهان دارویی تطابق بیشتری داشته باشند (Khaosaad et al., 2006). عبدالهی و همکاران (Abdolahi et al., 2013) در بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب بالنگوی شهری و شیرازی تحت شرایط تنش خشکی برای مدیریت آبیاری، بیشترین عملکرد دانه مربوط به ۴۰ درصد تخلیه آب قابل‌استفاده خاک با میانگین ۲۰۸/۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده کردند و همچنین اظهار داشتند عملکرد بالنگوی شهری در برابر تنش آبی ۲۸/۰۳ درصد و در گونه شیرازی ۱۱/۱۱ درصد کاهش نشان داد. در تحقیقی تحت عنوان تأثیر کودهای آلی و تراکم بوته بر برخی ویژگی‌های گیاه دارویی بالنگو مشاهده شد حداکثر عملکرد کیفی با استفاده از کودهای آلی به‌ویژه کود مرغی و در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد (Roohi Nogh et al., 2017). قاسمی و همکاران (Ghasemian et al., 2017) در بررسی اثر فسفاته بارور ۲ بر تنظیم‌کننده‌های اسمزی و عملکرد اسانس بالنگوی شهری تحت شرایط تنش آبی، بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۳۱۶۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۸۰۰/۹ کیلوگرم در هکتار) را در تیمار تنش متوسط (۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و کاربرد فسفاته بارور ۲ مشاهده کردند. همچنین در تحقیق آن‌ها بیشترین درصد اسانس (۰/۳۳۹ درصد) و عملکرد اسانس (۲/۹۳ کیلوگرم در هکتار) از تنش متوسط (۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و کاربرد فسفاته بارور ۲ به دست آمد. در مطالعه اثر کود آلی و زیستی بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) در شرایط دیم بیشترین عملکرد دانه، محتوای اسانس، عملکرد موسیلاژ و درصد پروتئین دانه از تیمار ترکیبی سه‌گانه ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست+کود زیستی+۲۵ درصد کود شیمیایی به دست آمد (Rezaei-Chiyaneh et al., 2018). آقایی قراقوزلو و نصرالله زاده (Aghaei Gharachorlou and Nasrollahzadeh, 2014) در آزمایشی بر روی گیاه داوری بالنگوی شهری با اعمال آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ و ۱۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مشاهده کردند که بیشترین درصد و عملکرد موسیلاژ دانه با اعمال تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر حاصل گردید. در بررسی اثر تنش کم‌آبی و تراکم بوته بر روی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه بالنگوی شهری گزارش شد که بالاترین ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، کپسول در هر گره، تعداد برگ در شاخه اصلی، طول میانگره، تعداد گره در بوته، قطر ساقه و عملکرد دانه به تیمار آبیاری بعد از ۷۰ میلی‌متر تبخیر اختصاص داشت (Aghaei-Gharachorlou et al., 2013).

با در نظر گرفتن اهمیت گیاهان دارویی در استان آذربایجان غربی و پتانسیل بالای این استان برای تولید گیاهان دارویی تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات زراعی و موسیلاژ گیاه بالنگوی شهری تحت دورهای مختلف آبیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان نقده (شهر محمدیار) با مختصات ′۳۶ °۵۷ شمالی ′۲۳ °۴۵ شرقی و ارتفاع ۱۲۹۹ متر از سطح دریا انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری (بدون

آبیاری، کم‌آبی (تکمیلی، آبیاری بعد از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده) و نرمال) در کرت‌های اصلی و تیمارهای کودی (شاهد، NPK، اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و کود دامی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در این تحقیق طول کرت‌ها ۲/۵ متر و عرض آن‌ها ۱/۲۰ متر و هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها طوری تنظیم شد که تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع (در هر ردیف و در هر متر طولی ۸۰ بوته) به دست بیاید (Shafagh- Kolvanagh et al., 2018).

قبل از اجرای آزمایش در اسفندماه یک نمونه خاک مرکب از محل اجرای آزمایش تهیه و نسبت به‌اندازه گیری عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف و ... در آن‌ها طبق دستورالعمل‌های موجود اقدام گردید. مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک شامل کودهای اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به ترتیب ۴۰۰، ۲۱۵ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و کود ورمی‌کمپوست (به مقدار ۱۵ تن در هکتار) و کود دامی (به مقدار ۳۰ تن در هکتار) به نسبت تیمارهای موردنظر قبل از کشت با دیسک سنگین در عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتری خاک مخلوط گردید. اسید هیومیک در سه مرحله رویشی (۳۰ روز پس از سبز شدن)، زایشی (شروع گلدهی) و مرحله خمیری شدن دانه‌ها طبق مقدار توصیه‌شده (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در دستورالعمل نحوه استفاده از این کود محلول‌پاشی برگی شد. اسید هیومیک مورداستفاده با نام تجاری هومی استار دارای ۶۶ درصد اسید هیومیک و ۱۵ درصد فولیک اسید بود. وجین علف‌های هرز در سه نوبت پس از کاشت به‌صورت دستی انجام خواهد شد. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه و بیولوژیکی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از دو ردیف میانی کرت‌ها پس از حذف حاشیه‌ها نمونه‌ای به مساحت یک مترمربع برداشت شد.

برای تعیین اجزای عملکرد در هنگام برداشت، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدای کرت و نیم متر از انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه، بوته‌های باقی‌مانده موجود در واحد سطح برداشت‌شده و عملکرد دانه تعیین گردید.

ارزیابی مقدار موسیلاژ بر اساس انحلال اولیه در آب گرم انجام شد. به این منظور بذور به نسبت ۱:۴۰ در آب گرم ۱۰۰ درجه وارد شد و با یک هم زن به مدت ۳۰ دقیقه هم زده شد. سپس نمونه‌ها در اتاق سرد گردید و پس‌ازآن به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴۵۰۰ دور در ثانیه سانتریفوژ شد. محلول جداشده را از صافی الیاف پشم‌شیشه عبور داده و با اضافه نمودن اتانول ۹۶ درصد رسوب داده شد. رسوب با استفاده از سانتریفوژ به مدت ۳۰ دقیقه ۴۵۰۰ دور در ثانیه جدا شد (Singer et al., 2011). پس از تعیین عملکرد و درصد موسیلاژ دانه، عملکرد موسیلاژ از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصدموسیلاژ دانه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان روغن دانه، پس از آسیاب نمودن بذرها، روغن‌گیری از نمونه‌ها از ۱۰ گرم بذر با استفاده از دستگاه سوکسله به مدت ۶ ساعت انجام شد و از هگزان به‌عنوان حلال استفاده شد.

تجزیه‌های آماری بر اساس مدل آماری طرح اجراشده توسط نرم‌افزار SAS 9.2 و ب انجام شد. میانگین صفات موردمطالعه نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن LSR در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری بر کلیه صفات موردبررسی به‌غیراز درصد اسانس، درصد روغن و درصد موسیلاژ بذر معنی‌دار بود، اختلاف بین تیمارهای کودی نیز ازلحاظ اثر بر کلیه صفات موردبررسی معنی‌دار بود. اثر متقابل رژیم آبیاری در تیمار کودی نیز بر تنها بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۱).

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که رژیم آبیاری کامل با متوسط ۷۰/۲۹ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد، کمترین ارتفاع بوته نیز با متوسط ۶۳/۳۹ سانتی‌متر به تیمار دیم اختصاص داشت (جدول ۲). از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کم‌تر گیاهان تشخیص داد. ارتفاع بوته مانند هر اندام رویشی یا زایشی دیگر شدیداً تحت تأثیر آب قرار می‌گیرد (Erkossa et al., 2002). در مطالعه قاسمیان و همکاران (Ghasemian et al., 2017) ارتفاع بوته بالنگوی شهری در آبیاری ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک (۲۳/۳۷ سانتی‌متر) نسبت به بیش‌ترین ارتفاع بوته در آبیاری ۴۰

میلی‌متر از تشتک تبخیر (۲۸/۸۲ سانتی‌متر) ۱۹ درصد کاهش نشان داد که همسو با نتایج مطالعه حاضر است.

در بین تیمارهای کودی کاربرد ورمی‌کمپوست با متوسط ۷۱/۹۷ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع بوته را نشان داد هرچند بین تیمار کودی مذکور و تیمار کود دامی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. کمترین ارتفاع بوته نیز با متوسط ۵۷/۴۶ سانتی‌متر در تیمار شاهد دیده شد. لازم به ذکر است هر چهار تیمار کودی ارتفاع بوته در بالنگوی شهری را در مقایسه با تیمار شاهد به‌صورت معنی‌دار افزایش دادند (جدول ۲).

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر رژیم آبیاری و کود بر برخی ویژگی‌های بالنگوی شهری

Table 1. Analysis of variance (mean of squares) for effect of irrigation regim and manure on some characteristics of balangu

S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی Df	ارتفاع بوته Plant height	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
رژیم آبیاری Irrigation Regime(I)	2	151.38**	2.21*	38537.7**	5.46**	10257856**	7088748**
خطای ۱ E1	4	7.28	0.12	5116.7	0.10	199414	59789
تیمار کودی Manure(M)	4	302.91**	3.76**	7338.0**	3.59**	18838909**	1218840**
رژیم آبیاری×تیمار کودی I × M	8	8.70^{ns}	0.13^{ns}	659.6^{ns}	0.28*	46634^{ns}	83176^{ns}
خطای ۲ E1	24	19.95	0.12	684.65	0.11	363475	44764
ضریب تغییرات CV%		*3.66*	*13.28*	*22.21*	*9.39*	*10.28*	*13.32*

Table 1. Continued **جدول ۱. ادامه**

S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی Df	درصد موسیلاژ mucilage percentage	عملکرد موسیلاژ mucilage yield	درصد اسانس essential percent	عملکرد اسانس essential yield	درصد روغن oil percent	عملکرد روغن oil yield
رژیم آبیاری Irrigation Regime(I)	2	6.42^{ns}	134947**	0.00032^{ns}	11.88**	9.35^{ns}	365341**
خطای ۱ E1	4	2.55	3810	0.00014	0.31	8.40	12752
تیمار کودی Manure(M)	4	9.35**	29754**	0.0008**	2.87**	27.47**	85134**
رژیم آبیاری× تیمار کودی I × M	8	0.57^{ns}	3315^{ns}	0.00008^{ns}	0.29^{ns}	1.92^{ns}	7785^{ns}
خطای ۲ E1	24	1.49	1772	0.00014	0.16	5.38	5812
ضریب تغییرات CV%		*10.22*	*21.37*	*10.19*	*21.34*	*11.35*	*22.78*

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns,** and * are no Significant, Significant at 1 and 5% probability levels, respectively

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات ساده دورهای آبیاری و تیمارهای کودی بر برخی ویژگی‌های بالنگو شهری

Table 2. Mean comparison of means of simple effects between Irrigation Regime and Manure on some characteristics of balangu

	ارتفاع بوته Plant height	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
رژیم آبیاری irrigation regimes	cm			----------Kg/h----------	
دیم no irrigation	63.39^{b}	2.31^{c}	67.34^{c}	5059.6^{c}	925.1^{c}
تکمیلی supplemental	67.13^{b}	2.68^{b}	117.38^{b}	5829.3^{b}	1542.7^{b}
کامل normal	70.29^{a}	3.07^{a}	168.72^{a}	6712.1^{a}	2297.7^{a}
تیمار کودی fertilizer treatments					
شاهد control	57.46^{c}	1.95^{d}	84.16^{d}	4173.2^{d}	1125.7^{d}
NPK	67.74^{ab}	2.46^{c}	114.13^{bc}	5408.4^{c}	1557.5^{c}
اسید هیومیک humic acid	67.13^{b}	2.44^{c}	100.69^{cd}	5360.9^{c}	1388.2^{c}
ورمی‌کمپوست Vermicompost	71.97^{a}	3.67^{a}	158.06^{a}	8063.3^{a}	2086.3^{a}
کود دامی manure	71.29^{ab}	2.89^{b}	132.03^{b}	6329.3^{b}	1748.9^{b}

Table 2. Continued **جدول ۲. ادامه**

	درصد موسیلاژ Mucilage percentage	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield	درصد اسانس Essential percent	عملکرد اسانس Essential yield	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield
رژیم آبیاری irrigation regimes		Kg/h	%	Kg/h	%	Kg/h
دیم no irrigation	11.31^{a}	106.59^{c}	0.12^{a}	1.05^{c}	19.65^{a}	185.93^{c}
تکمیلی supplemental	11.97^{a}	188.62^{b}	0.11^{a}	1.82^{b}	20.45^{a}	321.03^{b}
کامل normal	12.62^{a}	295.74^{a}	0.11^{a}	2.82^{a}	21.23^{a}	497.16^{a}
تیمار کودی fertilizer treatments						
شاهد Control	10.23^{b}	118.35^{d}	0.10^{c}	1.17^{c}	17.80^{c}	205.77^{c}
NPK	12.72^{a}	201.77^{bc}	0.117^{ab}	1.86^{b}	20.45^{ab}	324.47^{b}
اسید هیومیک humic acid	11.93^{a}	167.28^{c}	0.11^{f}	1.60^{b}	20.25b	285.50^{b}
ورمی‌کمپوست Vermicompost	12.48^{a}	268.41^{a}	0.120^{ab}	2.85^{a}	21.11^{ab}	450.60^{a}
کود دامی manure	12.53^{a}	299.12^{ab}	0.127^{a}	2.28^{a}	22.62^{a}	401.18^{a}

می‌توان گفت مصرف مقدار مناسب ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده-های رشد گیاه توسط این موجودات و جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز و افزایش رشد اندام‌های هوایی و ارتفاع گیاه گردیده است (Sing et al., 2008). رضایی چیانه و همکاران (Rezaei-Chiyaneh et al., 2018) در تحقیقی بر روی بالنگوی شهری نشان دادند که کمترین ارتفاع بوته (۲۶/۶۷ سانتی‌متر) از تیمار شاهد و بیشترین ارتفاع بوته (۳۶/۶۷ سانتی‌متر) از تیمار تلفیقی سه‌گانه ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست+کود زیستی+ ۲۵ درصد کود شیمیایی به دست آمد که در حدود ۳۷ درصد افزایش نشان داد. همچنین در مطالعه بیگناه و همکاران (Bigonah et al., 2015) تیمار کودی ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه گشنیز شد؛ و همکاران (Ansari et al., 2008) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای کمپوست و ورمی-واش را آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از این کودها نسبت داده‌اند.

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد که با افزایش تعداد دفعات آبیاری از دیم به تکمیلی و کامل به‌صورت معنی‌داری بر شاخص سطح برگ افزوده شد به‌طوری‌که رژیم آبیاری دیم و کامل به ترتیب با متوسط ۲/۳۱ و ۳/۰۷ واحد کمترین و بیشترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). کاهش سطح برگ در گیاه راهبردی برای بهبود تحمل به خشکی است که سبب کاهش اتلاف آب و تعرق و متعاقب آن کوچک شدن اندازه سلول‌ها، کاهش تقسیم سلول‌های مریستمی و در نتیجه کند شدن رشد برگ، توقف تولید برگ و تسریع پیری و متعاقب آن ریزش برگ‌ها که خود یکی از راه‌کارهای افزایش مقاومت گیاهان در برابر خشکی است، می‌شوند (Chang et al., 2002). در مطالعه ملکی فراهانی و عبدالهی (Maleki Farahani and Abdolahi, 2014) در بالنگوی شهری با افزایش درصد تخلیه آب خاک، شاخص سطح برگ از ۲/۶۸ در تیمار ۴۰ درصد به ۲/۰۲ در تیمار ۶۰ درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک، کاهش یافت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از کلیه تیمارهای کودی شاخص سطح برگ را در مقایسه با تیمار شاهد که کمترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص داده بود، به‌صورت معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین مقدار این افزایش به تیمار ورمی-کمپوست با متوسط ۳/۶۷ واحد اختصاص یافت. کمترین مقدار این افزایش نیز در دو تیمار کودی NPK و اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۲). در مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گزارش شد ازنظر شاخص سطح برگ، تیمارهای کود آلی اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشتند ولی در مقایسه با تیمار کودهای شیمیایی و شاهد این اختلاف معنی‌دار بود (Tahami et al., 2010). در مطالعه کاشفی و همکاران (Kashefi et al., 2015) بین تیمارهای کودهای آلی و شیمیایی بالاترین شاخص سطح برگ در گیاه زولنگ به تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست اختصاص داشت، آن‌ها افزایش عناصر غذایی و بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک را از عوامل تأثیرگذار بر افزایش میزان سطح برگ در اثر استفاده از کودهای آلی معرفی کردند. در مطالعه‌ای کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی باعث افزایش سطح برگ در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) شد (Kannan et al., 2013). همچنین گزارش شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست در ذرت باعث افزایش سطح برگ گیاه نسبت به تیمار شاهد می-گردد (Pandurang, 2013).

تعداد دانه در بوته

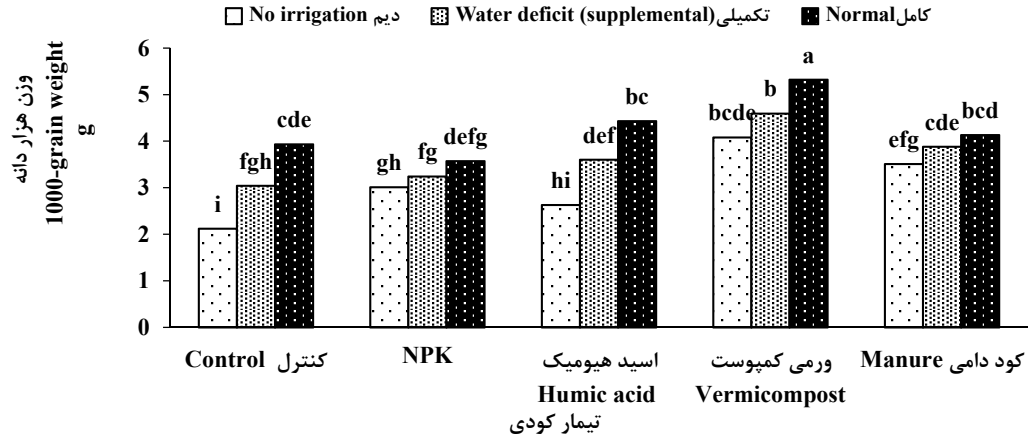
در این بررسی تیمار آبیاری کامل علاوه بر اینکه بالاترین تعداد دانه در بوته را با متوسط ۱۶۸ /۷۲ دانه به خود اختصاص داد صفت مذکور را در مقایسه با آبیاری تکمیلی و دیم به ترتیب با متوسط ۱۱۷/۳۸ و ۶۷/۳۴ دانه به‌صورت معنی‌دار افزایش داد (جدول ۲). کاهش تعداد دانه در شرایط تنش کم‌آبی را می‌توان به عدم تکامل دانه‌های گرده و عدم گرده‌افشانی مناسب در شرایط تنش کم‌آبی نسبت داد. کاهش تعداد دانه در گیاه بالنگوی شهری در اثر تنش کم‌آبی در مطالعه عبدالهی و ملکی فراهانی (Abdolahi and Maleki Farahani, 2014) نیز گزارش شده است.

در بین تیمارهای کودی بالاترین تعداد دانه در بوته با متوسط ۱۵۸/۰۶ دانه در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست دیده شد، کمترین مقدار صفت مذکور نیز با متوسط ۸۴/۱۶ دانه به تیمار شاهد اختصاص یافت هرچند بین تیمار شاهد و کاربرد اسید هیومیک اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۲). در گیاهان تعداد دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه به شمار می‌آید که تحت تأثیر تأمین مواد مغذی و رطوبت خاک در

طی تمایز سنبلچه‌ها قرار می‌گیرد. می‌توان گفت که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی از طریق اندام هوایی و در نتیجه افزایش تعداد دانه در بوته گردیده است. در مطالعه آستارایی (Astaraei, 2006) بالاترین تعداد دانه در بوته گیاه اسفرزه را در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست و خاک با نسبت ۸۰ به ۲۰ درصد گزارش کردند. همچنین در مطالعه رحیمی و پورمحمدی (Rahimi and Pour Mohammadi, 2017) کاربرد ورمی‌کمپوست تعداد دانه در اسفرزه را به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد.

وزن هزار دانه

در بین ترکیبات تیماری رژیم آبیاری و منابع کودی بالاترین وزن هزار دانه با متوسط ۵/۳۲ گرم به رژیم آبیاری کامل و کاربرد ورمی‌کمپوست اختصاص داشت، کمترین وزن هزار دانه نیز با متوسط ۲/۲۳ گرم در رژیم آبیاری دیم و تیمار شاهد مشاهده شد، در هر پنج تیمار کودی با افزایش تعداد دفعات آبیاری از دیم به تکمیلی به‌صورت معنی‌دار بر وزن هزار دانه افزوده شد هرچند این افزایش در تیمار کودی NPK ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود. می‌توان اظهار داشت کود ورمی-کمپوست با داشتن موادی پیت مانند و با ظرفیت هوادهی و نگهداری آب بالا و سطوح جذب عناصر غذایی بالا باعث افزایش رشد گیاه و در نتیجه وزن هزار دانه شده است (شکل ۱). به نظر می‌رسد استفاده از کودهای ورمی‌کمپوست و رژیم آبیاری کامل با بهبود شرایط رشد و طولانی کردن دوره انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را فراهم ساخته-اند (Jahangiri Nia et al., 2017). رضایی چیانه و همکاران (Rezaei- Chiyaneh et al., 2017) گزارش کردند تیمار کودی بر روی صفت وزن هزار دانه در بالنگو تأثیر مثبت داشت و بیشترین تأثیر مثبت تیمار کودی در تیمار تلفیقی ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست+ کود زیستی+۲۵ درصد کود شیمیایی و نیز تیمارهای تلفیقی دوگانه که در رتبه بعدی قرار داشتند. آن‌ها همچنین مشاهده کردند تیمارهای ترکیبی سه‌گانه و دوگانه به ترتیب ۲۰ و ۱۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشتند.



شکل ۱. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری رژیم آبیاری و تیمارهای کودی ازلحاظ اثر بر وزن هزار دانه بالنگو

Fig. 1. Mean comparison for interaction effects of Irrigation Regime and Manure on 1000-grain weight of balangu

عملکرد بیولوژیک

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای رژیم آبیاری نشان که داد تیمار آبیاری کامل با متوسط ۶۷۱۲/۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین و تیمار دیم با متوسط ۵۰۵۹/۶ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). یکی از علل اصلی کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه در طول تنش، به تولید گونه‌های فعال اکسیژن یا ROS مربوط است. افزون بر این کاهش بیولوژیک می‌تواند تحت تأثیر تخصیص بیشتر زیست‌توده تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها و یا در اثر کاهش میزان سبزینه یا بازدهی نورساخت باشد (Albouchi et al., 2003). به‌عبارت‌دیگر کمبود آب در گیاهان می‌تواند سبب اختلال‌های فیزیولوژیک، همچون کاهش نورساخت و تنفس شود. از دلایل دیگر کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه می-تواند کاهش سطح برگ گیاه باشد. به‌عبارت‌دیگر گیاه هنگام

تنش، سطح برگ خود را کاهش می‌دهد و این امر سبب کاهش تولید مواد نورساختی می‌شود. با کاهش مواد نورساختی وزن خشک برگ و درنهایت وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد (Taheri Asghari, 2010). نتایج تحقیقات نشان داد که عملکرد شاخ و برگ در آویشن در دور آبیاری هفت روز یک‌بار با ۱۱۵۶ گرم در مترمربع نسبت به دور آبیاری ۲۱ روز یک‌بار با عملکرد ۷۲۶ گرم در مترمربع بهتر بود (Khazaie et al., 2008). تنش آبی در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی در گیاه نعناع (*Mentha piperita* L.) موجب کاهش معنی‌داری در سطح برگ، ماده تر و خشک، میزان سبزینه و عملکرد اسانس شد (Mirsa et al., 2000). در مطالعه عبدالهی و ملکی فراهانی (Maleki Farahani, and Abdolahi, 2014) تنش کم‌آبی به‌صورت معنی‌داری از عملکرد بیولوژیک در بالنگوی شهری کاست که همسو با نتایج تحقیق حاضر است.

مقایسه میانگین تیمارها ازلحاظ عملکرد بیولوژیک تیمارهای کودی را به چهار گروه تقسیم کرد در گروه اول تیمار ورمی‌کمپوست قرار داشت تیمار مذکور با متوسط ۸۰۶۳/۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد، در گروه دوم تیمار کود دامی و در گروه سوم دو تیمار NPK و اسید هیومیک قرار گرفت که ازلحاظ عملکرد بیولوژیک به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند و درنهایت در گروه چهارم تیمار شاهد قرار داشت تیمار مذکور با متوسط ۴۱۷۳/۲ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۲). مصرف ورمی‌کمپوست به خاک نه‌تنها ممکن است باعث فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه شود بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و حالت اسفنجی دادن به خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد و توسعه ریشه، موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه نظیر افزایش ارتفاع و افزایش سطح برگ در بوته و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فراهم می‌کند (Osoli and Taleshi, 2018). در مطالعه‌ای بر روی گیاه زولنگ (*Eryngium caucasicum* Trautv) بالاترین عملکرد وزن بر در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK گزارش شد (Kashefi et al., 2015).

عملکرد دانه

در مطالعه حاضر با افزایش تعداد دفعات آبیاری به‌صورت معنی‌داری بر عملکرد دانه افزوده شد به‌طوری‌که آبیاری کامل به متوسط ۲۹۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار علاوه بر آن‌که بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد مقدار صفت مذکور را در مقایسه با آبیاری تکمیلی (با متوسط ۱۵۴۲/۷ کیلوگرم در هکتار) و دیم (با متوسط ۹۲۵/۱ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۱۴۸/۳۷ و ۴۸/۹۴ درصد افزایش داد. (جدول ۲). همانند دیگر صفات موردبررسی عملکرد دانه در تیمار دیم کمترین مقدار را دارا بود، کاهش تعداد عملکرد دانه در تیمار آبیاری دیم را می‌توان به تأثیر منفی کم‌آبی بر اجزای عملکرد دانه همانند تعداد فندقه در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه نسبت داد. عبدالهی و ملکی فراهانی (Abdolahi and Maleki Farahani, 2014) گزارش کردند اختلاف عملکرد دانه تولیدی بالنگوی شهری، تیمار ۴۰ درصد (۲۰۸/۴۰ کیلوگرم در هکتار) با تیمار ۶۰ درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک (۱۸۹/۱۴ کیلوگرم در هکتار) حدود ۴۳/۸۴ درصد بود.

در بین تیمارهای کودی بالاترین عملکرد دانه با متوسط ۲۰۸۶/۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار کودی ورمی‌کمپوست اختصاص یافت و بعد از تیمار مذکور کاربرد کود دامی با متوسط ۱۷۸۴/۹ کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار گرفت، کمترین عملکرد دانه نیز با متوسط ۱۱۲۵/۷ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد اختصاص یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست احتمالاً با بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک باعث بهبود زه‌کشی خاک شده و به دنبال آن رشد ریشه‌ها و در نتیجه جذب مواد غذایی و رشد اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. همچنین ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن ریزموجودات نظیر قارچ، باکتری و اکتینومیست‌ها، فعالیت میکروبی بیشتری دارد که این موجودات علاوه بر بهبود جذب عناصر غذایی می‌توانند از طریق تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تأثیر مثبتی روی رشد ریشه و تولید ماده خشک داشته باشند (Joshi and Vig, 2010). آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2002) بیان داشتند که ورمی‌کمپوست ها دارای تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه مانند هورمون‌های گیاهی هستند که این مواد باعث تأثیرات مفیدی مانند افزایش جوانه‌زنی و عملکرد می‌شوند. در مطالعه‌ای بر روی اسفرزه بالاترین عملکرد دانه در تیمار کاربرد ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست

و کمترین مقدار را در تیمار شاهد گزارش شد (Rahimi and Pour Mohammadi, 2017).

درصد روغن

نتایج نشان داد که کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست به ترتیب با متوسط ۲۲/۶۲ و ۲۱/۱۱ درصد بالاترین درصد روغن را به خود اختصاص دادند، کمترین درصد روغن نیز با متوسط ۱۷/۸۰ درصد به تیمار شاهد اختصاص یافت (جدول ۲). در بررسی تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2010) بالاترین درصد روغن را در تیمار کود دامی ثبت کردند و اظهار داشتند که کود دامی موجب افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش فعالیت میکروبی و مواد غذایی خاک و درنهایت منجر به افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود. احتمالاً دلیل بالا بودن درصد روغن در گیاهان تحت تیمار کود دامی به فراهمی بیشتر عناصر غذایی موجود در این تیمار در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه مربوط شود.

عملکرد روغن

در مطالعه حاضر تیمار آبیاری کامل عملکرد روغن را در مقایسه با رژیم آبیاری تکمیلی و دیم به ترتیب ۴۹/۲۵ و ۱۵۷/۷۵ درصد افزایش داد (جدول ۲). عملکرد روغن خود تحت تأثیر عملکرد دانه و درصد روغن است، بالا بودن عملکرد روغن در آبیاری کامل را می‌توان به بالا بودن عملکرد دانه در این تیمار نسبت داد، همچنین با توجه به اینکه اثر رژیم آبیاری بر درصد روغن معنی‌دار نبود، می‌توان اظهار داشت عملکرد روغن در تحقیق حاضر بیشتر تحت تأثیر عملکرد دانه است.

در بین تیمارهای کودی کاربرد ورمی‌کمپوست و کود دامی به ترتیب با متوسط ۴۵۰/۶۰ و ۴۰۷/۱۸ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد روغن را به خود اختصاص داد و کمترین عملکرد روغن نیز با متوسط ۲۰۷/۷۷ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد اختصاص یافت (جدول ۲). گزارش شده است که افزایش ورمی‌کمپوست در سطوح پایین نیتروژن مصرفی باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد روغن شده است ولی در سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری در عملکرد روغن ایجاد نکرده است که دلیل آن را کاهش در عملکرد دانه در این تیمار دانسته‌اند (Sajadi Nik et al., 2011). همچنین در مطالعه کوثری‌فر و همکاران (Kosary far et al., 2015) بالاترین عملکرد روغن در ارقام کنجد در کاربرد ۶۰ تن در هکتار کود دامی گزارش کردند.

درصد اسانس

در بین تیمارهای کودی بالاترین درصد اسانس با متوسط ۰/۱۲۷ درصد به تیمار کود دامی اختصاص یافت، بین تیمار مذکور و تیمار ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌دار دیده نشد. کمترین درصد اسانس نیز با متوسط ۰/۱۰ درصد به تیمار شاهد اختصاص یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی به همراه کودهای آلی از طریق کاهش اسیدیته خاک و فراهم نمودن شرایط مناسب جذب عناصر غذائی به‌خصوص نیتروژن، فسفر و عناصر کم‌مصرف (آهن، روی و مس)، موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی شدند (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). رضایی چیانه و همکاران (Rezaei-Chiyaneh et al., 2018) گزارش کردند بیشترین درصد اسانس (۰/۲ درصد) و عملکرد اسانس (۱/۳۴ کیلوگرم در هکتار) در گیاه دارویی بالنگوی شهری مربوط به تیمار تلفیقی کود ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست+کود زیستی+ ۲۵ درصد کود شیمیایی بود و اظهار داشتند که کودهای زیستی و آلی شرایط را برای جذب عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن و فسفر مهیا کرده و باعث افزایش درصد اسانس شده است.

عملکرد اسانس

نتایج مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری نشان داد که آبیاری کامل با متوسط ۲/۸۲ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص داد، بعد از تیمار مذکور رژیم آبیاری تکمیلی با متوسط ۱/۸۲ کیلوگرم در هکتار در رتبه دوم قرار گرفت، کمترین عملکرد اسانس نیز ۱/۰۵ کیلوگرم در هکتار به رژیم آبیاری دیم اختصاص یافت (جدول ۲) با توجه به اینکه عملکرد اسانس از دو جزء درصد اسانس و عملکرد ماده خشک تشکیل یافته است کاهش عملکرد اسانس در تیمار آبیاری دیم را می‌توان به کاهش در جزء تعیین‌کننده ماده خشک نسبت داد.

نتایج نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست و کود دامی به ترتیب با متوسط ۲/۵۸ و ۲/۲۸ کیلوگرم در هکتار بالاترین و

تیمار شاهد با متوسط ۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص دادند.

به نظر می‌رسد کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست در مقادیر مناسب سبب حفظ رطوبت خاک و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذائی شده و در نتیجه وزن خشک اندام هوائی گیاه و عملکرد اسانس را افزایش می‌دهد. در تحقیقی کوچکی و ثابت‌تیموری (Koocheki and Sabet Teimouri, 2010) اظهار داشتند که عملکرد اسانس بیشتر تحت تأثیر عملکرد ماده خشک بوده و کمتر متأثر از تغییرات درصد اسانس بود. آن‌ها بالاترین عملکرد اسانس را به ترتیب در تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین و ۱۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده کردند. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2010) و رحمانی و همکاران (Rahmanian et al., 2017) به ترتیب در رازیانه و ریحان مشاهده کردند که بیشترین عملکرد اسانس از کاربرد تلفیقی کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست حاصل شد. نتایج تحقیقات دیگر نیز حاکی از افزایش میزان اسانس و بهبود کیفیت اسانس بابونه رومی در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست است (Liuc and Pank, 2005).

درصد موسیلاژ بذر

در این مطالعه استفاده از تیمارهای کودی NPK، اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و کود دامی به ترتیب با متوسط ۱۲/۷۲، ۱۱/۹۳، ۱۲/۴۸ و ۱۲/۵۳ درصد، موسیلاژ بذر را به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد با متوسط ۱۰/۲۳ درصد افزایش دادند. بین تیمارهای کودی ازنظر درصد موسیلاژ بذر اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۲). در مطالعه رضایی چیانه و همکاران (Rezaei-Chiyaneh et al., 2018) بر روی بالنگوی شهری بالاترین درصد موسیلاژ بذر (۱۵/۳ درصد) را در تیمار ترکیبی و کمترین مقدار (۹/۸ درصد) را در تیمار شاهد گزارش کردند.

عملکرد موسیلاژ

در این بررسی بالاترین عملکرد موسیلاژ با متوسط ۲۹۵/۷۴ کیلوگرم در هکتار به رژیم آبیاری کامل اختصاص داشت. دور آبیاری تکمیلی نیز با متوسط ۱۸۸/۶۲ در رتبه بعدی قرار گرفت، کمترین عملکرد موسیلاژ نیز با متوسط ۱۰۶/۵۹ به رژیم آبیاری دیم اختصاص یافت (جدول ۲). آقایی قراقوزلو و نصرالله زاده (Aghaei-Gharachorlou and Nasrollahzadeh, 2014) در آزمایشی بر روی گیاه داوری بالنگوی شهری اثر تیمارهای رژیم آبیاری را بر عملکرد موسیلاژ معنی‌دار گزارش کردند بیشترین درصد و عملکرد موسیلاژ دانه با اعمال تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر حاصل گردید. همچنین جهانزاده و فلاح (Javadzadeh and Fallah, 2013) بالاترین عملکرد موسیلاژ بذر را در بالنگوی شهری در تیمار رژیم آبیاری تکمیلی گزارش کردند. قاسمیان و همکاران (Ghasemian et al., 2017) در بررسی اثر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و ترکیبات موسیلاژ دانه بالنگوی شهری گزارش کردند که آبیاری پس از ۲۳ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A بیشترین درصد و عملکرد موسیلاژ را به خود اختصاص داد.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد اگرچه کاربرد ورمی‌کمپوست با متوسط ۲۶۸/۴۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد موسیلاژ را به خود اختصاص داد اما بین تیمار مذکور و تیمار کاربرد کود دامی اختلاف معنی‌دار دیده نشد. کمترین عملکرد موسیلاژ نیز با متوسط ۱۱۸/۳۵ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد اختصاص یافت. لازم به ذکر است که کلیه تیمارهای کودی به‌صورت معنی‌داری از عملکرد موسیلاژ بذر بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند (جدول ۲). بالا بودن عملکرد موسیلاژ تحت تأثیر تیمارهای کودی را در مقایسه با تیمار شاهد علاوه بر جذب نیتروژن و فسفر به بهبود جذب عناصر غذایی پرمصرف نظیر پتاسیم و سولفور نسبت داد، همچنین بالاتر بودن عملکرد موسیلاژ و دانه تحت شرایط کاربرد کودهای آلی به افزایش مواد غذایی قابل‌دسترس برای ریشه گیاه و بهبود فتوسنتز مربوط دانست (Ewulo, 2005). سینگ و همکاران (Singh et al., 2010) نیز افزایش عملکرد موسیلاژ اسفرزه در تیمارهای تغذیه آلی را تحت تأثیر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بیان نمودند. در مطالعه‌ای توسط صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2012) نیز کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد موسیلاژ در گیاه ختمی (*Alcearosea* L) شد. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) با مقایسه نسبت‌های مختلف کود دامی (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و ورمی‌کمپوست (۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) نشان دادند که بیشترین عملکرد موسیلاژ از تیمار ۱۵ تن در هکتار کود دامی به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار

شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست نداشت و کمترین آن از تیمار شاهد به دست آمد.

نتیجه‌گیری نهایی

در این بررسی بالاترین مقدار صفات کمی و کیفی مناسب در بالنگوی شهری به تیمار رژیم آبیاری کامل اختصاص داشت، بنابراین جهت دستیابی به‌خصوصیات کمی و کیفی مناسب به‌خصوص عملکرد اسانس، روغن و موسیلاژ دانه باید از مواجه گیاه با تنش کم‌آبی تا جایی که ممکن است جلوگیری شود، همچنین در بین تیماری‌های کودی کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با دیگر تیمارهای کودی توانست تأثیر معنی‌داری در افزایش خصوصیات کمی و کیفی بالنگوی شهری داشته باشد بنابراین استفاده از این کود آلی جهت دستیابی به حداکثر خصوصیات کمی و کیفی بالنگو و جلوگیری از اثرات مضر زیست‌محیطی کودهای شیمیایی قابل توصیه است.

منابع

Abdolahi, M., Maleki Farahani, S., Fotokian, M.S., Hasanzade Goorut Tappe, A., 2013. Evaluation of yield, yield components and water use efficiency of Shahri and Shirazi balangu (*Lallemantia* sp) under drought stress for irrigation management. Water and Irrigation Management. 2(3), 103-120. [In Persian with English summary].

Aghaei-Gharachorlou, P., Nasrollahzadeh, S., Shafagh-Kolvanagh, J., 2013. Morphological traits of Dragon's head (*Lallemantia iberica* Fish. et Mey.) affected by drought stress and plant density. International Journal of Farming and Allied Sciences. 2, 1148-1152.

Albouchi, A., Béjaoui, Z., ElAouni, M.H., 2003. Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sur la croissance de jeunes plants de *Cassuarina glauca* sieb. Sécheresse. 14(3), 137–142.

Ameri, A., Nassiri, M., Rezvani. P., 2006. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research. 5, 315-325.

Ansari A.A., 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences. 4, 554-557.

Bigonah R., Rezvani Moghadam P. and Jahan M., 2015. Effect of different fertilizer management on certain quantitative and qualitative properties of medicinal plants (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 12. 574-581. [In Persian with English summary].

Chang, W.C., Kim, S.C., Hwang, S.S., Choi, B.K., Kim, S.K., 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. Plant Science. 163, 1161-1168.

Erkossa, T., Stahr, K., Tabor. G., 2002. Integration of organic and inorganic fertilizers: effect on vegetable productivity. Ethiopian Agricultural research Organization, Debre Zeit Agricultural Research Centre. Ethiopia. 82, 247-256.

Ewulo, B.S., 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. Animal and Veterinary Advances. 4, 839-841.

Fekri, N., Khayami, M., Heydari, R., Javadi, M.A., 2008. Isolation and identification of monosaccharide of mucilage in dragon's head by thin layer chromatography. Iran Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 24, 207–216. [In Persian with English summary].

Ghasemian, V., Shafagh Kalvanagh, J. and Pirzad, A., 2017. Effect of fertilizer treatments and irrigation regimes on *Lallemantia iberica* seed mucilage yield and compounds. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 27, 217-231.

Jafarzadeh, L., Omidi, H., Bastani, A., 2014. Determination of Drought Stress and Nitrogen Fertilizer Effects on Some Biochemical Characteristics of Canola (*Calendula officinalis* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 27, 180-193. [In Persian with English summary].

Jahangiri Nia, E., Syyadat, S.A., Koochakzadeh, A., Sayyahfar, M., Moradi Telavat, M.R., 2017.

The effect of vermicompost and mycorrhizal inoculation on grain yield and some physiological characteristics of soybean (*Glycine max* L.) under water stress condition. Journal of Agroecology. 8, 583-597. [In Persian with English summary].

Javadzadeh, S.M., Fallah, S.R., 2013. Effects of planting method, nitrogen fertilizer and plant density on quality and quantity and quantity of borage (*Borago officinalis* L.). Scientica Agriculturae, 3, 16-18.

Joshi, R., Vig, A.P., 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). African Journal of Basic and Applied Sciences. 2, 117-123.

Kashefi, B., Booyeh, B., Alipour, Z., 2015. The effect of compost and vermicompost on morphological and biochemical characteristics of Zolang. Journal of Plant Process and Function. 4,145-151. [In Persian with English summary].

Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K., Novak, J., 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp.). Mycorrhiza, 16, 443-446.

Koocheki, A., Sabet Teimouri, M., 2010. Effect of age of farm, corm size and manure fertilizer treatments on morphological criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.) under Mashhad conditions. Applied Field Crops Research. 27, 148-157. [In Persian with English summary].

Liuc, J., Pank, B., 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica. 46, 63-69.

Mahfouz, S.A., Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophisics. 21, 361-366.

Maleki Farahani, S., Abdolahi, M., 2014. Effect of Deficit Irrigation on Yield and Yield Components of Two Different Species of Balangu (*Lallemantia royleana* and *iberica*) from Mashhad and Urmia. Iranian Journal of Field Crops Research. 12, 502-515. [In Persian with English summary].

Moghaddam, T.M., Razavi, S.M.A., Emadzadeh, B., 2011. Rheological interactions between *Lallemantia royleana* seed extract and selected food hydrocolloids. Journal of the Science of Food and Agriculture. 91, 1083-1088.

Moradi, R., Rezvani moghadam, P., Nassiri Mahallati, M., Lakzian, A., 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research. 7, 625-637. [In Persian with English summary].

Nasrollahzadeh, S., Aghaei-Gharachorlou, P., 2014. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass, essential oil production and mucilage yield of dragon's head (*Lallamatia iberica* Fish. Et May.). International Journal of Agriculture and Biosciences. 3, 89-94.

Nsari, A. A., 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences. 4, 554-557.

Omidi, H., Movahedi Poya, F., Movahedi Poya, S., 2011. The effect of salicylic acid and scratch hormone on germination and proline content, protein and carbohydrate content of Prosopis farcta (*Prosopis farcta* L.) In salinity conditions. Journal of Rangeland Science. 4, 632-608.

Osoli, N., Taleshi, K., 2018. Evaluation the effects of biological fertilizers and vermicompost on some of biological characteristics and essential oil quality of fennel plant (*Foeniculum vulgare* Mill) in Khoramabad. 4, 123-138. [In Persian with English summary].

Pandurang, M.U., 2013. Efficacy of weed vermicompost and chemical fertilizer on yield, morph physiological and biochemical investigations of maize. African Journal of Biotechniligy, 14, 3786-3791.

Rahimi, A., Pour Mohammadi, A. A., 2017. Effects of vermi-compost fertilizer application and foliar spraying on yield and yield component of isabgol (*Plantago ovate* L.) medicinal plant. Journal of Agroecology. 9, 834-847.

Rahmanian, M., Esmaielpour, B., Hadian. J., Shahriari, M.H., Fatemi, H., 2017.The Effect of organic fertilizers on morphological traits, essential oil content and components of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural

Science and Sustainable Production. 27, 103-118. [In Persian with English summary].

Rathke, G.W., Behrens, T., Diepenbrock, W., 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Agriculture Ecosystems and Environment. 117, 80– 108.

Razavi, S.M.A., Karazhiyan, H., 2009. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. Food Hydrocolloids. 23, 908-912.

Rezaei-Chiyaneh, E., Faridvand, S., Amirnia, R., Mahdavikia, H., Rahimi, A., 2018. Effect of Organic and Biofertilizers on Yield and Some Qualitative Characteristics of the Dragon's Head (*Lallemantia iberica*) in Dryfarming Conditions. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 4, 25-40.

Rezaei-Chiyaneh, E., Faridvand, S., Amirnia, R., Mahdavikia, H., Rahimi, A., 2018. Effect of Organic and Biofertilizers on Yield and Some Qualitative Characteristics of the Dragon's Head (*Lallemantia iberica*) in Dryfarming Conditions. Agriculture Science and Sustainable Production, 28, 25-47. [In Persian with English summary].

Roohi Nogh, A., Koocheki, A., Ghorbani, R., Rezvani Moghaddam, P., Bakhshaei, S., 2017. Effect of organic fertilizers and plant density on qualititative characteristics of balangu (*Lallenamntia royleana* Benth.). Agroecology. 9(2), 314-325. [In Persian with English summary].

Shafagh-Kolvanagh, J., Azadmard-Taleshmikaeel, A., Raei, Y., Zehtab-Salmasi, S., Azadmard-Damirchi, S., Dastborhan, S., 2018. Evaluation of morphological traits, yield components and essential oil content of dragon's head (*Lallemantia iberica* Fischer and C.A. Meyer) under weed interference periods. Agricultural Science and Sustainable Production, 28, 125-150.

Sadeghi, A.A., Bakhsh Kelarestaghi, K., Hajmohammadnia Ghalibaf, K., 2012. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). Journal of Agroecology. 6, 42-50. [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.). Agriculture Science and Sustainable Production. 21, 87-101. [In Persian with English summary].

Sing, R., Sharma, R.R, Kumar, S., Gupta, R.K., Patil, R.T., 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria xananssa* Duch.). Bioresource Technology. 99, 8507 - 511.

Singh, B.K., Pathak, K.A., Boopathi, T., Deka, B.C., 2010. Vermicompost and NPK fertilizer effects on morphophysiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). Vegetable Crops Research Bulletin. 73, 77-86.

Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M., 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology. 2, 63-74. [In Persian with English summary].

Taheri Asghari, A., 2010. Effects of water stress on morphological characteristics, proline and thymol content in thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran. 26, 239-251. [In Persian with English summary].

Tesfamariam, E.H., Annandale, J.G., Steyn J.M., 2010 Water stress effects on winter canola growth and yield. Argonomy Journal. 102, 658–666.

Yazdani Biuki, R., Khazaie, H.R., Rezvani Moghaddam, P., Astaraei, A., 2010. Effects of Animal Manures and Chemical Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characteristics of Milk Thistle Plant (*Silybum marianum*). Iranian Journal of Field Crops Research. 8, 748- 756. [In Persian with English summary].

Zarezadeh, A., Rezaee, M.B., Mirhosseini, A., Shamszadeh, M., 2007. Ecological investigation of some aromatic plants from Lamiaceae family in Yazd province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 23, 432-442. [In Persian with English summary].