۱ پژوهش های علوم کشاورزی پایدار/جلد ۱/شماره ۱/بهار ۱٤۰۰/ ص ۱۵-۱
https://www.sarj.iauk.ac.ir

بررسی اثرهای محیط کشت و ماده آلی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

شیما رحمانیان[۱]، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی[۲]* و مهدی حسینی فرهی[۳]

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۲- دانشیار علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.

۳- دانشیار علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: **aa84607@gmail.com**

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۲/۹- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/٤/۲۰)

چکیده

ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی بذر یکی از مطالعات پایه و مقدماتی در زمینه گیاهان دارویی است. تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تأثیر نوع محیط کشت و ماده آلی بر بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذر بادرنجبویه آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهرستان جهرم انجام شد. فاکتور اول بستر کشت شامل ترکیب کمپوست، خاک زراعی و ورمی‌کمپوست، خاک زراعی + کمپوست و ورمی‌کمپوست + خاک زراعی (نسبت‌های مساوی) و فاکتور دوم ماده آلی در سه سطح شاهد، اسیدهیومیک و میکروارگانیسم‌های مؤثر(EM) هر دو به نسبت ۵ درهزار بود. براساس نتایج تأثیر محیط کشت، ماده آلی و برهم‌کنش محیط کشت و ماده آلی بر همه خصوصیات جوانه‌زنی بذر بادرنجبویه معنی‌دار بود. بیش‌ترین درصد، سرعت و میانگین جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه و جوانه‌زنی بذر با کاربرد EM به‌دست آمد. محیط کشت حاوی خاک+ کمپوست و خاک + ورمی‌کمپوست به‌تنهایی بالاترین میزان صفات جوانه‌زنی را دارا بود. برهم‌کنش محیط کشت و ماده آلی نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذر(۱۰۰ درصد)، در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست با استفاده از EM به‌دست آمد. بیش‌ترین سرعت و شاخص جوانه‌زنی در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست با استفاده از EM مشاهده شد. بنابراین جهت افزایش جوانه‌زنی و بهبود کیفیت گیاهچه گیاه دارویی بادرنجبویه کاربرد ماده آلی EM و ترکیب محیط کشت خاک+ کمپوست را می‌توان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: شاخص جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، کمپوست، میکروارگانیزم های مؤثر، ورمی‌کمپوست

مقدمه

خواب بذر عامل اصلی تأثیرگذار بر زمان شروع رشد گیاهچه می‌باشد. شروع این روند به عوامل محیطی و فیزیولوژیکی زیادی بستگی دارد (Nonogaki, 2014). نفوذپذیری بذر نسبت آب یا گازها نیز در حفظ زنده ماندن بذر و جوانه‌زنی نقش مهمی دارد. شروع جوانه‌زنی به عوامل محیطی زیادی از جمله درجه حرارت (حداکثر و حداقل دما) بستگی دارد. سایر عوامل محیطی مانند بستر کشت و در دسترس بودن آب و مواد آلی نیز بر روند جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارد (Winiarczyk *et al.*, 2016).

کاربرد محیط‌های کشت مناسب در خاک‌های فقیر سبب بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک شده و شرایط کیفی خاک را با بهبود ماده آلی خاک افزایش می‌دهد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی محسوب شوند (Lee, 2010) . رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار می‌باشد. به‌کارگیری کودهای بیولوژیک ازجمله کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک استراتژی در کشاورزی پایدار می‌تواند علاوه بر افزایش تولید گیاهان دارویی، سبب افزایش میزان ماده مؤثره آن‌ها شود. در سال‌های اخیراً به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی توجه زیادی به بازیافت زباله و به‌کارگیری کمپوست حاصل در اراضی کشاورزی شده است (Mona *et al.*, 2008). از محاسن کاربرد و تولید کمپوست می‌توان به عوامل اقتصادی و محیطی هم‌چون کاهش هزینه انتقال و دفن آن‌ها، حمایت از قوانین محیط زیست، کاهش استفاده از کودهای معدنی و بهبود خصوصیات خاک‌های زراعی اشاره کرد (Hargreaves *et al.*, 2008).

ورمی‌کمپوست یکی دیگر از کودهای آلی می‌باشد که خصوصیاتی مانند دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی، و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب می‌باشد و استفاده ازآن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (نظیر قارچ-های میکوریزا و باکتری‌های موجود در ریزوسفر نظیر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود جوانه‌زنی بذر، رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Arancon *et al.*, 2005). در پژوهشی گزارش کردند که ورمی‌کمپوست بهترین محیط کشت برای جوانه-زنی است، که نه تنها باعث بهبود سلامت خاک می‌شود بلکه باعث جوانه‌زنی بذر و رشد گل همیشه بهار(*Calendula officinalis*) می‌شود (Shafique *et al.*, 2021). محققین در پژوهشی به بررسی کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست بر گیاه شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) پرداختند و افزایش جوانه‌زنی بذر را با کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش دادند (Ievins, 2017).

کشاورزی نوین در حال ظهور به‌عنوان علمی با پتانسیل قوی برای طراحی مجدد سیستم‌های زراعی پایدارتر و افزایش نقش عوامل میکروبیولوژیکی در خاک است(Altieri, 2002). از جمله میکروارگانیسم‌هایی که از نظر کارآیی، سازگاری زیست محیطی و مقرون‌به‌صرفه بودن می‌توانند به افزایش تولید محصولات کشاورزی کمک کنند، میکروارگانیسم‌های مؤثرEffective Microorganism هستند که میکروارگانیسم‌های مؤثر، ماده‌های تلقیحی تشکیل شده توسط قارچ ها و باکتری‌های جدا شده از خاک هستند که قادر به همزیستی در محیط مایع تخمیر می‌باشند (Bonfim *et al.*, 2011).

محققین گزارش کردند استفاده از ۳۰ گرم‌درلیتر اسیدهیومیک در جوانه‌زنی گونه‌های گیاهان گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis*) و کاسنی (*Cichorium intybus*) مؤثر بوده و باعث تحریک جوانه‌زنی گیاهان شده است (Ebrahimi & Miri, 2016). در پژوهشی به ارزیابی استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر به‌عنوان مروج رشد ریشه و جوانه‌زنی گیاهان *Kalanchoe daigremontiana*

پرداختند و افزایش درصدجوانه‌زنی بذر و کاهش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی را مشاهده کردند (Domenico, 2019). تنوع و تأثیر میکروارگانیسم‌های فعال را بر روی جوانه‌زنی بذرهای چمن (پرچین) بررسی و گزارش دادند که درصد جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی بالاتر هنگام استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر در غلظت ۱ یا ۲ درصد در آب حاصل شد (Dos Santos *et al.*, 2020). در مطالعه‌ای به تأثیر میکروارگانیسم‌های فعال بر عملکرد و کیفیت گندم پرداختند. کاربرد سه ساله میکروارگانیسم‌های فعال در خاک، نسبت به شاهد، روی ظرفیت جوانه‌زنی تأثیر مثبت داشت (Szymanek *et al.*, 2020).

بادرنجبویه متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) و یک گیاه دارویی باارزش است که بومی جنوب اروپا (نزدیک مدیترانه) و غرب آسیا است. بیش‌تر خواص دارویی آن به عناصر تشکیل-دهنده اسانس آن نسبت داده شده است. پیکر رویشی گیاه بوی خاصی تقریباً شبیه به‌لیمو دارد. اندام‌های هوایی گیاه به‌خصوص برگ‌ها محتوی اسانس هستند. مقدار اسانس در گونه‌های مختلف متفاوت و بین ۰/۲ تا ۰/۵ درصد است (Aziz & El-Ashry, 2009). از خواص‌درمانی آن می‌توان اثرات تسکینی و آرام‌بخشی، ضداسپاسم، ضدافسردگی، بهبود هضم، طعم‌دهنده غذا، بهبود آلزایمر و خواص آنتی‌باکتریال را نام برد (Menezes *et al.*, 2015).

نتایج پژوهش‌های انجام شده در کشور حاکی از آن است که تحقیقات ارزشمندی در زمینه تأثیر کودهای‌زیستی و آلی در بهبود کمیت و کیفیت محصولات زارعی انجام شده است. اما در خصوص تأثیر این کودها بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی به خصوص بادرنجبویه تحقیقات زیادی صورت نگرفته است.با توجه با ارزش بالای دارویی و غذایی بادرنجبویه و همچنین اثرات سوء و مخرب زیست‌محیطی و تهدید بهداشت تغذیه‌ای انسان ناشی از مصرف سموم و کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی(Yadav & Garg, 2011)، انجام تحقیقات وسیع و گسترده به منظور ارزیابی قابلیت کوهای - زیستی و آلی مختلف در افزایش جوانه‌زنی و درنتیجه افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی در کشور امری ضروری و اجتناب ناپذیر است و از آنجایی که اطلاعات در زمینه جوانه‌زنی این گیاه کم است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر بسترهای کشت و مواد آلی برجوانه‌زنی گیاه دارویی بادرنجبویه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مورد نیاز برای انجام این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان جهرم انجام شد. فاکتور اول بستر کشت در سه سطح کمپوست + خاک زراعی به نسبت مساوی، ورمی‌کمپوست و خاک زراعی به نسبت مساوی و مخلوط کمپوست+ ورمی‌کمپوست+ خاک زراعی به نسبت مساوی) و فاکتو دوم ماده آلی در سه سطح صفر، اسید هیومیک و میکروارگانیسم-های موثر (هر دو به نسبت ۵ درهزار) بود.

اسید هیومیک از شرکت آور هیومیک Over Humic (USA) (دارای هیومیک اسید ۹۵٪) استفاده گردید. کمپوست و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این آزمایش از شرکت سبزگستر و میکروارگانیسم-

هـای مـؤثر (EM) از شـرکت امکـان‌پـذیرپارس تهیـه گردیـد. میکروارگانیسـم مـوثر ترکیبـی از ۱۲۰ گونـه میکروارگانیسم هوازی و بـی هـوازی اسـت کـه سـه گروه اصـلی مخمرهـا، بـاکتری‌هـای فتوسـنتزکننده و باکتری‌های اسیدلاکتیک تشکیل شده است کـه اغلـب در تولید فرآورده‌های خوراکی به‌کار مـی‌رود و بـرای سلامتی بسیار مفید می‌باشد(Bonfim *et al.*, 2011).

در این آزمایش ابتدا بذر بادرنجبویه از شرکت پاکـان بذر اصفهان تهیه گردید و سپس بـذرها بـه‌مـدت ٤٨ ساعت در آب، هیومیک‌اسـید و میکروارگانیسـم‌هـای مؤثر خیسانده شدند (Panahi & Arast, 2017). سپس اقدام به آماده‌سـازی محـیط کشـت شاسـی‌هـا شـد و سـینی‌هـای نشـاء طبـق تیمارهـای آزمایشـی از مخلوط‌های محیط کشت پر شد و پس از کاشت بـذر در سینی‌های نشاء آبیاری به‌صورت یک روز در میـان صورت گرفت. از روز ۱۱ام جوانه‌زنی شـروع شـد و پـس از رشـد مناسـب (۲ مـاه) در ادامـه نسـبت بـه اندازه‌گیری صفات مربوط به جوانـه‌زنـی بـه‌صـورت روزانه از قبیل: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانـه‌زنـی، میانگین جوانه‌زنی روزانـه، شـاخص بنیـه گیاهچـه و شاخص جوانه‌زنی اقدام شد.

صفات ارزیابی شده

درصد جوانه‌زنی

برای محاسـبه درصـد جوانـه‌زنـی، گیاهچـه از رابطـه شماره یک استفاده شد (Panwar & hardwaj, 2005).

رابطه(۱): $GP = \frac{n}{N} \times 100$

n= تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره

N= تعداد کل بذرهای کاشته شده

سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی بذر از رابطه شـماره ۲ بـا شـمارش درصد بذرهای سبز شده در یـک مـدت زمـان معـین تعیین شد (Behboud *et al.*, 2020).

رابطه(۲): $GR = \Sigma\ (\frac{ni}{ti})$

ni= تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز

ti= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

میانگین زمان جوانه‌زنی

میانگین زمان جوانه‌زنـی از رابطـه شـماره ٤ محاسـبه گردیـد(Behboud *et al.*, 2020; Jangjoo & Tajbakhshs (Shishvan, 2020.

رابطه(۳): $MGT = \Sigma\ (D \times n)/\Sigma n$

n= تعداد بذرهای جوانه زده در روز

D= تعداد روزهای شمارش شده از شروع آزمایش تـا جوانه‌زنی آخرین بذر

شاخص بنیه گیاهچه

شـاخص بنیـه گیاهچـه از رابطـه شـماره ۵ محاسـبه گردید(Behboud *et al.*, 2020).

رابطه(٤): $VI = (Gp \times \text{طول گیاهچه})/100$

Gp= درصد جوانه زنی

شاخص جوانه‌زنی

شاخص جوانه‌زنی بذر از مجموع نسبت تعداد کل بذرهای جوانه زده به تعداد روزهای پس از کاشت از طریق رابطه شماره ۵ به‌دست آمد(Draper & Smith, 1981). رابطه(۵): $I_g = {N_i}/{T_i}$

Ni: تعداد کل بذرهای جوانه‌زده تا روز Nام

Ti: شماره روز

تجزیه آماری داده‌های حاصل از صفات مورد بررسی با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز محیط کشت

نتایج آنالیز کمپوست و ورمی‌کمپوست در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیک وشیمیایی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست

نمونه	pH	EC (ds/m)	کربن آلی %	نیتروژن ٪	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منیزیم (mg/kg)	مس (mg/kg)	بور (mg/kg)
خاک	۷/۹۵	۱/۵۳	۰/۹	۰/۹	٦/۲	۱/۳۷	۳/۲	۰/۲۹	۱/٤	۰/۱٤	۰/۱۲
کمپوست	۷/٤۲	٤/۰٦	۱۷/۳٤	۱/۷۳	۰/۸۷	۰/۱۵	۵۱۷	٦۸/۵	۱۸۵	۸/۵	۳۹/۵
ورمیکمپوست	۷	۳/۰۲	۳٤/٦۸	۳/٤٦	۱/۲۳	۱/۵	۰/٦۹	۲۰۷/۵	۳۹۵	٤۰	٦۸/۵

درصد جوانه‌زنی

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها(جدول ۲)، اثرات ساده محیط کشت و ماده آلی بر درصد جوانه‌زنی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر متقابل معنی‌داری بین محیط کشت و ماده آلی در سطح ۱٪ مشاهده شد(جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ساده نوع محیط کشت بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که میزان این درصد جوانه‌زنی در محیط کشت خاک + کمپوست و خاک + ورمی کمپوست به تنهایی(۸٤٪/۳) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین و در محیط کشت ترکیبی خاک + کمپوست + ورمی-کمپوست(٤٤٪/۳) به‌طور معنی‌داری کم‌ترین مقدار بود. در مجموع افزودن توام ورمی کمپوست و کمپوست به خاک نسبت به اثر هر یک از این دو ماده به تنهایی به خاک اثر کاهشی بر درصد جوانه‌زنی داشت(شکل ۱-الف). مقایسه میانگین اثر ساده ماده آلی بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر منجر به افزایش معنی دار درصد جوانه‌زنی شد. بیش‌ترین میزان درصد جوانه‌زنی به مقدار ۸۵ درصد در بذور تیمار شده با میکروارگانیسم های مؤثر در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده گردید(شکل ۲-الف).

مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۱۰۰٪ در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست (SC) با استفاده از ماده آلی میکروارگانیسم‌های مؤثر(EM) و کم‌ترین آن در محیط کشت حاوی خاک+ کمپوست + ورمی‌کمپوست بدون ماده آلی به میزان ۱۳٪ مشاهده شد. در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست (SCV) افزودن ماده آلی به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد(جدول ۳).

براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، محیط کشت کمپوست با استفاده از ماده آلی EM توانست درصد جوانه‌زنی را افزایش معنی‌داری دهد. در پژوهشی گزارش دادند که درصد جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی بالاتر بذرهای چمن هنگام استفاده از EM حاصل شد (Dos Santos *et al.*, 2020). البته در سایر گونه‌های گیاهی (Mowa & Masse, 2012) نیز گزارش شده است. هم‌چنین افزایش درصدجوانه‌زنی گیاه *K. daigremontiana* را در اثر استفاده از EM گزارش کردند (Domenico, 2019). کارایی EM در جوانه‌زنی بذر ممکن است مربوط به ظرفیت تخریب پوشش آن‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها از طریق آنزیم‌های تولید شده باشد که امکان دریافت آب و اکسیژن و جوانه‌زنی را فراهم می‌کند (Mowa & Masse, 2012). علاوه بر این، EM باکتری‌هایی تولید می‌کند که به‌طور بالقوه هورمون‌های گیاهی ضروری برای گیاه مانند اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها و اسید آبسیزیک (ABA) هستند و به جوانه‌زنی بذر و سایر مراحل رشد گیاه کمک می‌کنند، که این باکتری‌ها شامل *Actinobacteria*، *Firmicutes* و *Proteobacteria* است که در تمام EM ها یافت می‌شوند (Dos Santos *et al.*, 2020). این فرضیه وجود دارد که ۸۰٪ باکتری‌های ریزوسفر ممکن است علاوه بر سایر هورمون‌های گیاهی، IAA نیز تولید کنند (Loper & Schroth, 1986). شاید افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای تلقیح شده با EM، به همین دلیل باشد؛ زیرا همه EMها از میکروارگانیسم‌های گرفته شده از محیط تولید می‌شوند. بنابراین، EM با توجه به تنوع زیاد میکروارگانیسم‌های مفید بالقوه موجود در مواد EM، یک گزینه مناسب برای افزایش جوانه‌زنی بذر است. مطالعات نشان داده اند که دلیل افزایش در جوانه زنی، رشد و عملکرد گیاهان در پاسخ به کاربرد کمپوست‌ها می‌تواند ناشی از وجود هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها در آن‌ها باشد(Tomati *et al.*, 1990). در اراضی زراعی، از کمپوست به‌منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصل‌خیزی خاک استفاده می‌شود (Coleman & Crossley, 1996).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بادرنجبویه تحت تأثیر بستر کشت و ماده آلی

منبع تغییر S.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین جوانه‌زنی روزانه	ویگور بذر	شاخص جوانه‌زنی
محیط کشت (A)	۲	۴۸۰۰**	۰/۰۵۳۴**	۰/۰۲۹۳**	۳۳۸/۸**	۰/۰۲۹۰**
ماده آلی (B)	۲	۱۶۶۹**	۰/۰۲۶۱**	۰/۰۱۰۷**	۱۹۱/۹**	۰/۰۱۲۱**
اثرمتقابل AB	۴	۹۷۶**	۰/۰۱۲۸**	۰/۰۰۶۶**	۵۵/۳**	۰/۰۰۶۴**
خطا	۱۸	۲۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۳	۲/۶	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات C.V%		۷/۳	۱۱/۷	۲۰/۰	۱۱/۰	۶/۰

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

سرعت جوانه‌زنی

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات ساده و متقابل محیط کشت و ماده آلی بر سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات ساده نوع محیط کشت بر سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی در محیط کشت خاک + ورمی کمپوست (SC) و خاک و کمپوست(SV) به‌ترتیب به میزان ۳۰ و ۳۱ درصد در مقایسه با محیط کشت حاوی خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست(SCV) به میزان ۲۰ درصد مشاهده گردید. در مجموع افزودن توام ورمی کمپوست و کمپوست به خاک نسبت به اثر هر یک از این دو ماده به تنهایی به خاک اثر کاهشی بر سرعت جوانه‌زنی داشت(شکل ۱-ب).

مقایسه میانگین اثرات ساده ماده آلی بر سرعت جوانه‌زنی نشان داد که استفاده از ماده آلی(EM) منجر به افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی شد(شکل ۲-ب). بذور کشت شده در بستر کشت حاوی خاک+ کمپوست و خاک+ ورمیکمپوست بیش‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی را به ترتیب به میزان ۰/۲۹ و ۰/۳۰ در مقایسه با بذور کشت شده در بستر ترکیبی خاک+ کمپوست+ ورمی‌کمپوست به میزان ۰/۱۶ نشان دادند.

مقایسه میانگین برهم‌کنش محیط کشت و ماده آلی بر سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی در محیط کشت حاوی خاک + ورمی‌کمپوست(SV) با استفاده از ماده آلی EM و بدون استفاده از ماده آلی و هم‌چنین محیط کشت حاوی خاک + کمپوست با استفاده از ماده آلی EM به‌ترتیب(۰/۳۳۳، ۰/۳۲۷ و ۰/۳۲۷) و کم‌ترین آن در محیط کشت حاوی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست(SCV) بدون ماده آلی (۰/۰۵۶) مشاهده شد. در محیط کشت حاوی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست افزودن ماده آلی به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد (جدول ۳).

اثرات مثبت ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی بذر گل همیشه بهار(Shafique *et al.*, 2021) و شاهدانه(Ievins *et al.*, 2017) گزارش شده است. ورمی‌کمپوست ظرفیت نگهداری آب را در خاک بالا می‌برد (Yadav & Garg, 2011). با توجه به اینکه فرایند جوانه‌زنی وابسته به دسترسی به میزان زیاد آب در خاک است، احتمالاً این خاصیت یکی از علت‌های تقویت جوانه‌زنی توسط ورمی‌کمپوست است، همچنین می‌توان احتمال داد که عوامل دیگری که می‌توانند به‌عنوان محرک‌های جوانه‌زنی عمل کنند در ورمی‌کمپوست وجود دارند که از آن جمله می‌توان به وجود هورمون‌های رشد در ورمی‌کمپوست اشاره کرد. پژوهش‌های دیگر حضور تنظیم‌کننده‌های رشد ازجمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین را در ورمی‌کمپوست گزارش کرده‌اند(Makkar *et al.*, 2018).

میانگین جوانه‌زنی روزانه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات ساده محیط کشت و ماده آلی و هم‌چنین اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی بر میانگین جوانه‌زنی روزانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرات ساده نوع محیط کشت بر میانگین جوانه‌زنی روزانه نشان داد که بیش‌ترین میزان

این پارامتر در محیط کشت خاک + کمپوست (SC) و خاک + ورمی کمپوست (SV) به میزان ۰/۲۱ و کم-ترین آن در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست (SCV) مشاهده گردید (شکل ۱- ج).

مقایسه میانگین اثرات ساده ماده آلی بر میانگین جوانه‌زنی روزانه نشان داد که استفاده از ماده آلی (EM) منجر به افزایش معنی‌دار میانگین جوانه‌زنی شد. بذور تیمار شده با میکروارگانیزم های مؤثر (EM) در مقایسه با سایر تیمارها بیش‌ترین میانگین جوانه‌زنی را نشان داد. کم‌ترین میانگین جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و هیومیک اسید مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری را باهم نشان ندادند (شکل ۲- ج).

مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی بر میانگین جوانه‌زنی روزانه نشان داد که بیش‌ترین میانگین جوانه‌زنی (۰/۲۵) در محیط کشت حاوی خاک + ورمی‌کمپوست و کاربرد ماده آلی EM و کم‌ترین آن در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست بدون ماده آلی (۰/۰۳) در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده شد. در محیط کشت ترکیبی حاوی خاک، کمپوست و ورمی‌کمپوست افزودن ماده آلی به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش میانگین جوانه-زنی روزانه نسبت به شاهد شد (جدول ۳).

شاخص بنیه گیاهچه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات ساده محیط کشت و ماده آلی و هم‌چنین برهمکنش محیط کشت و ماده آلی بر شاخص بنیه گیاهچه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرات ساده نوع محیط کشت بر شاخص بنیه گیاهچه نشان داد که بذور کشت شده در محیط کشت ترکیبی خاک + ورمی‌کمپوست (SV) و خاک+ کمپوست (SC) بیش‌ترین میزان شاخص بنیه گیاهچه را به میزان ۱۸۹۵ و ۱۷۲۵ نشان دادند که با همدیگر از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نشان ندادند. کم‌ترین میزان شاخص بنیه گیاهچه در محیط کشت ترکیبی خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست (SCV) به میزان ۷۵۷ مشاهده گردید. در مجموع افزودن توام ورمی کمپوست و کمپوست به خاک اثر کاهشی بر شاخص بنیه گیاهچه نشان داد (شکل ۱-د).

مقایسه میانگین اثرات ساده ماده آلی بر شاخص بنیه گیاهچه نشان داد که استفاده از ماده آلی (EM) منجر به افزایش معنی‌دار شاخص بنیه گیاهچه گردید. بذور تیمار شده با میکروارگانیزم‌های مؤثر (EM) در مقایسه با سایر تیمارها بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه را نشان داد. کم‌ترین میانگین جوانه‌زنی در تیمارهای اهد و هیومیک اسید و شاهد مشاده گردید که اختلاف معنی‌داری را باهم نشان ندادند (شکل ۲- د).

مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی بر شاخص بنیه گیاهچه نشان داد که بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست(SC) با استفاده از ماده آلی EM (۲٤۵۰) مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با محیط کشت حاوی خاک + ورمی‌کمپوست(SV) با استفاده از ماده آلی EM و بدون استفاده از ماده آلی نداشت. و کم‌ترین آن در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست (SCV) بدون کاربرد ماده آلی (۲۲۷) مشاهده شد (جدول ۳).

در این پژوهش در محیط کشت کمپوست به همراه ماده آلی EM بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه مشاهده شد؛ اما محیط کشت ورمی‌کمپوست بدون

استفاده از ماده آلی توانست شاخص بنیه گیاهچه را افزایش معنی‌داری دهد. نتایج این پژوهش با تحقیقات انجام شده بر روی گل همیشه‌بهار (Shafique *et al.*, 2021) و زیره سبز (Gholami Ganjeh *et al.*, 2015) مطابقت دارد. با توجه به اینکه جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه نیازمند انرژی فراوان است که از طریق آزادسازی انرژی موجود در پیوندهای شیمیایی مواد ذخیرهای بذر شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها طی فرآیند تنفس تأمین می‌گردد (Ievinsh, 2011). لذا می‌توان چنین استدلال کرد که احتمالاً کود ورمی‌کمپوست با دارا بودن عناصر غذایی از جمله نیتروژن و با توجه به محرک بودن عنصر نیتروژن با نفوذ به اعماق بیش‌تر خاک و قرار دادن حجم زیادی از خاک در اختیار ریشه گیاه مانع آبشوئی نیتروژن از سطح خاک می‌شوند و متعاقب آن نیتروژن می‌تواند در سنتز مواد ذخیره‌ای از جمله پروتئین‌ها ایفای نقش نماید. لذا بالا بودن میزان این ذخایر موجب جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر و تولید گیاهچه‌های قوی‌تر می‌شود (Lopez Castaneda *et al.*, 1996).

علت کاهش شاخص بنیه گیاهچه با کاربرد توأم کمپوست و ورمی‌کمپوست احتمالاً بدلیل EC بالای این محیط کشت می‌باشد که باعث کاهش جوانه‌زنی و طول گیاهچه و درنتیجه کاهش شاخص بنیه گیاهچه می‌گردد.

شاخص جوانه‌زنی

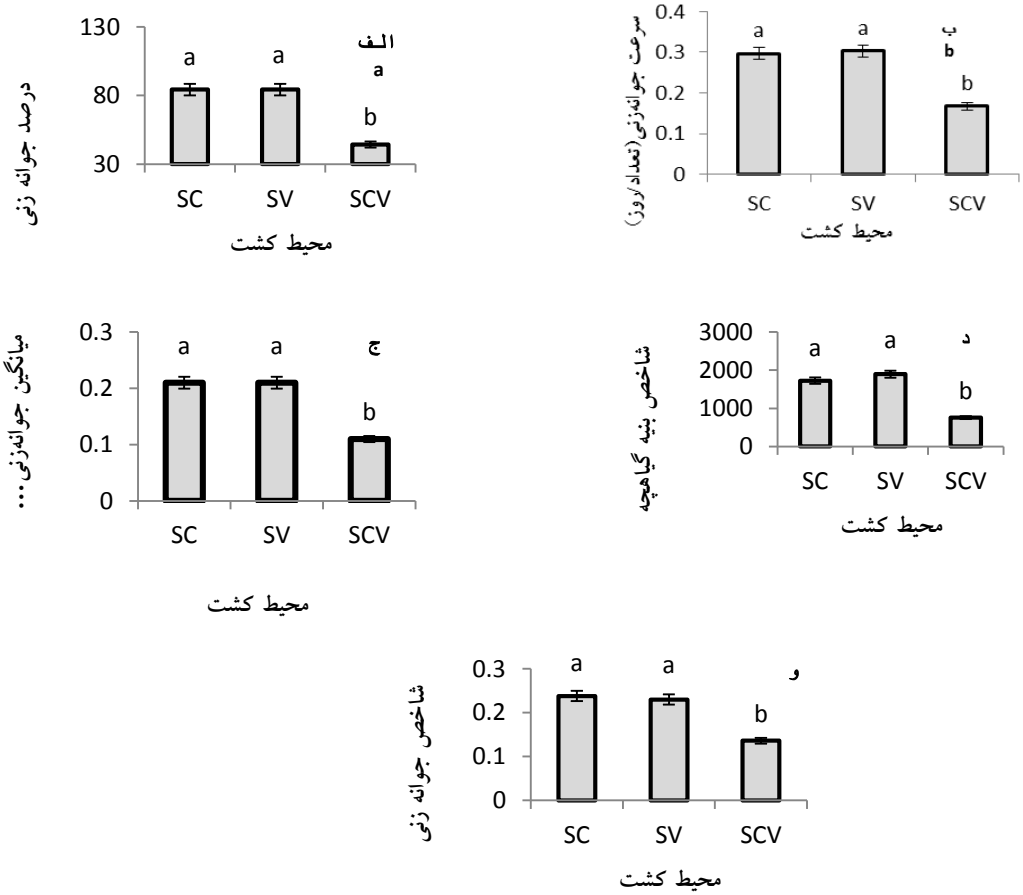
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، اثرات محیط کشت و ماده آلی و هم‌چنین برهم‌کنش محیط کشت و ماده آلی بر شاخص جوانه‌زنی بذر بادرنجبویه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر نوع محیط کشت بر شاخص جوانه‌زنی نشان داد که اضافه کردن کمپوست و ورمی‌کمپوست به تنهایی به خاک باعث افزایش شاخص جوانه‌زنی بذر بادرنجبویه گردید. بیش‌ترین میزان شاخص جوانه‌زنی در محیط کشت خاک + کمپوست و خاک+ ورمی‌کمپوست به ترتیب به میزان ۰/۳۰۳ و ۰/۲۳ مشاهده گردید که از نظر آماری تفاوت معنی داری با همدیگر نداشتند. افزودن توام ورمی کمپوست و کمپوست به خاک اثر کاهشی بر شاخص جوانه‌زنی داشت. کم‌ترین میزان شاخص جوانه زنیبذر بادرنجبویه در محیط کشت ترکیبی خاک+ کمپوست + ورمی‌کمپوست به میزان ۰/۱۳٦ مشاهده گردید (شکل ۱- و). مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی بر شاخص جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین شاخص جوانه‌زنی به میزان ۰/۲٤۳ در بذور تیمار شده با میکروارگانیزم های مؤثر (EM) و کم‌ترین آن در تیمار شاهد و اسید هیومیک مشاهده گردید (شکل ۲-و).

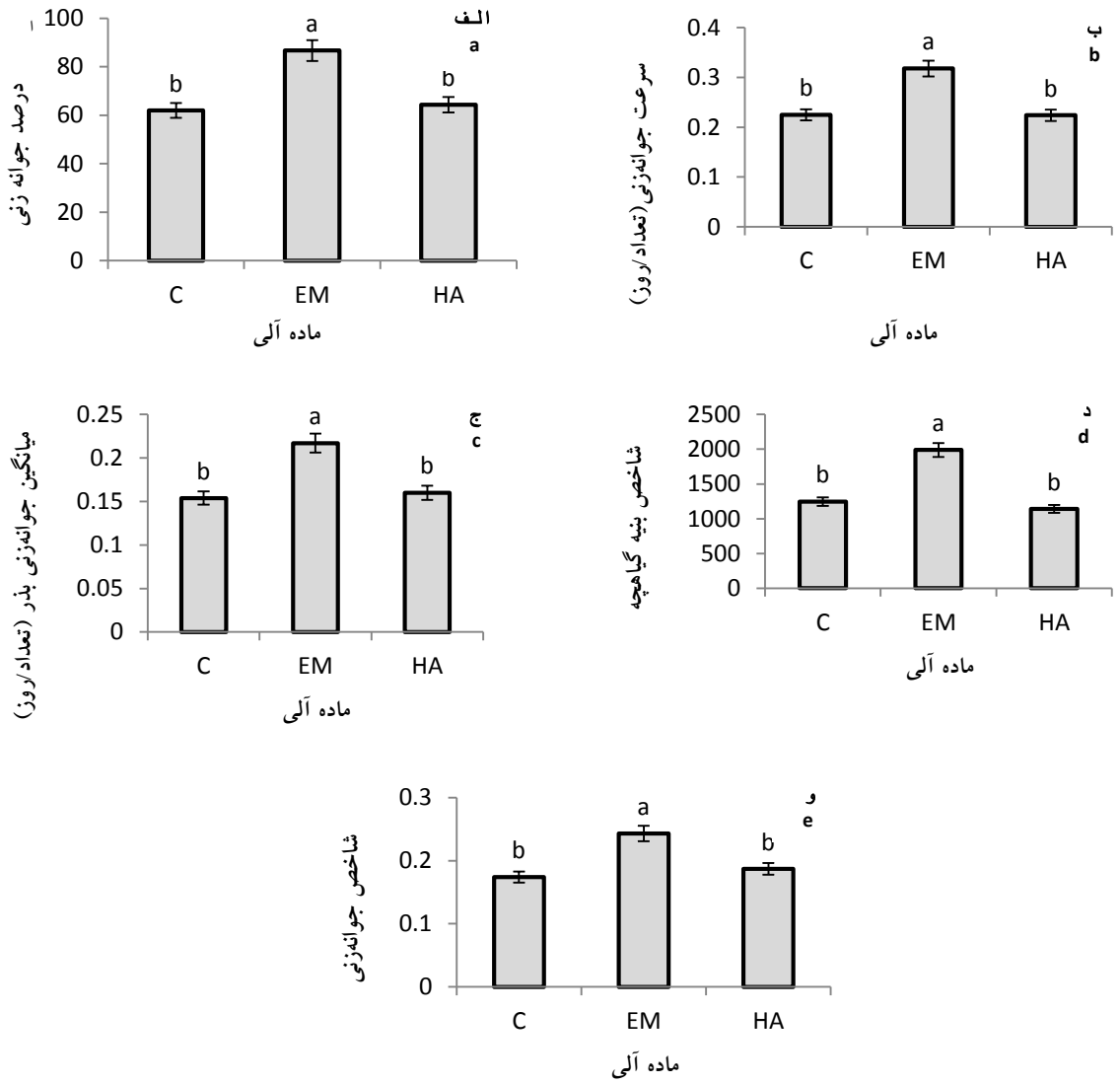
مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی بر شاخص جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین شاخص جوانه‌زنی به میزان ۰/۲۵۹ در محیط کشت حاوی خاک + کمپوست با استفاده از ماده آلی EM مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با محیط کشت خاک + ورمی‌کمپوست (SV) بدون ماده آلی و یا با استفاده از EM نداشت. کم‌ترین شاخص جوانه‌زنی نیز به میزان ۰/۰۵۱ در محیط کشت حاوی خاک+ کمپوست + ورمی‌کمپوست (SCV) بدون ماده آلی مشاهده شد. در محیط کشت حاوی خاک +

کمپوست و ورمی‌کمپوست (SCV) افزودن ماده آلی به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش شاخص جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد (جدول ۳).

کمپوست و ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده که با آزادسازی تدریجی این عناصر در مراحل مختلف رشدی گیاه، منجر به ایجاد بذری با ذخایر غذایی بیش‌تر می‌شوند، بنابراین به‌نظر می‌رسد که برتری کودهای آلی از نظر خصوصیات جوانه‌زنی، به ذخایر غذایی بیش‌تر بذور حاصل از اعمال این کودها مرتبط باشد. ازآنجایی که کمپوست و ورمی‌کمپوست دارای ویتامین‌ها و مواد تنظیم‌کننده رشد می‌باشند (Padmavathiamma *et al.*, 2008). به‌نظر می‌رسد که آنزیم‌های درگیر در فرآیندهای جوانه‌زنی (آنزیم‌های هیدرولیتیک) بذور حاصل از مصرف آن‌ها سریع‌تر فعالیت خودشان را آغاز می‌کنند و شاخص جوانه‌زنی بالاتری را نشان می‌دهند (Shafique *et al.*, 2021). که با نتایج امیری و همکاران (Amiri *et al.*, 2016) بر روی گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) مطابقت دارد.



شکل ۱- تأثیر محیط کشت بر درصد جوانه‌زنی بذر (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (ج)، شاخص بنیه بذر (د) و شاخص جوانه‌زنی (و) بادرنجبویه، SC: خاک + کمپوست (۱:۱)، SV: خاک +ورمی‌کمپوست (۱:۱) و SCV: خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست (۱:۱:۱)



شکل ۲- تأثیر مواد آلی بر درصد جوانه‌زنی بذر (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (ج)، شاخص بنیه بذر (د) و شاخص جوانه‌زنی (و) بادرنجبویه، C: شاهد، EM: میکروارگانیسم‌های موثر و HA: هیومیک اسید (۵ گرم بر لیتر)

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی تحت تأثیر اثر متقابل محیط کشت و ماده آلی

محیط کشت × ماده آلی	صفت	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین جوانه‌زنی روزانه	شاخص بنیه گیاه	شاخص جوانه‌زنی
خاک + کمپوست	شاهد	۸۰^{cd}	۰/۲۹۱^{ab}	۰/۲۰^{ab}	۱۲۷۷^{b}	۰/۲۳۹^{abc}
	EM	۱۰۰^{a}	۰/۳۲۷^{a}	۰/۲۵^{a}	۲۴۵۰^{a}	۰/۲۵۹^{a}
	HA	۷۳^{d}	۰/۲۷۳^{ab}	۰/۱۸^{ab}	۱۴۴۷^{b}	۰/۲۱۷^{c}
خاک + ورمی‌کمپوست	شاهد	۹۳^{ab}	۰/۳۲۷^{a}	۰/۲۳^{a}	۲۲۳۰^{a}	۰/۲۳۳^{abc}
	EM	۸۷^{bc}	۰/۳۳۳^{a}	۰/۲۲^{a}	۲۲۰۲^{a}	۰/۲۴۶^{ab}
	HA	۷۳^{d}	۰/۲۴۸^{b}	۰/۱۸^{ab}	۱۲۵۱^{b}	۰/۲۱۲^{c}
خاک + کمپوست + ورمی‌کمپوست	شاهد	۱۳^{f}	۰/۰۵۶^{d}	۰/۰۳^{c}	۲۲۷^{d}	۰/۰۵۱^{e}
	EM	۷۳^{d}	۰/۲۹۳^{ab}	۰/۱۸^{ab}	۱۳۱۴^{b}	۰/۲۲۵^{bc}
	HA	۴۷^{e}	۰/۱۵۱^{c}	۰/۱۲^{b}	۷۳۱^{c}	۰/۱۳۳^{d}

میانگین های موجود در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، آزمایش جوانه‌زنی بادرنجبویه تحت تأثیر محیط کشت و ماده آلی در شاسی بررسی شد. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات جوانه‌زنی نشان داد که صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه گیاه و شاخص جوانه‌زنی نشان داد که این صفات تحت تأثیر محیط کشت و ماده آلی و برهمکنش این دو تیمار قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که کاربرد ماده آلی میکروارگانیزم‌های مؤثر (EM) همراه با محیط کشت ترکیبی خاک + کمپوست باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه و شاخص جوانه‌زنی گردید. بنابراین جهت افزایش جوانه‌زنی و بهبود کیفیت گیاهچه گیاه دارویی بادرنجبویه کاربرد ماده آلی میکرو ارگانیزم‌های مؤثر و ترکیب محیط کشت خاک + کمپوست توصیه می‌گردد.

قدردانی

این مقاله بخشی از رساله دکتری نگارنده اول (دانشجوی دکتری علوم باغبانی- گرایش گیاهان دارویی، ادویه‌ای و نوشابه‌ای) می‌باشد که به گروه علوم باغبانی واحد یاسوج ارائه شده است.

REFRENCES

Amiri, M. B., Rezvani Moghaddam, P. & Jahan, M. 2016. Comparison of germination and seedling growth indices of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*) seeds resulting from the rootstock in different plant densities and in condition of organic and chemical fertilizers. *J. Seed Ecoph.* 1(2): 117-135.

Aziz, E. & El-Ashry, S. M. 2009. Efficiency of slow release urea fertilizer on herb yield and essential oil production of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plant. Amer. J. *Agri.* Environ. Sci. 5,141-147.

Behboud, R., Moradi, A. & Faraje, H. 2020. Effect of Different Chitosan Concentrations on Seed Germination and Some Biochemical Traits of Sweet Corn (*Zea mays* var. Saccharata) Seedling under Osmotic Stress Conditions. *J. Seed Res*. 7 (1):1-22.

Domenico, P. 2019. Effective microorganisms for germination and root growth in Kalanchoe daigremontiana. J. Advanc. *Res. Rev*. 03(03).

Dos Santos, L. F., Lana, R. P. DaSilva, M. C. Veloso, T. G. R. Kasuya, M. C. M. & Ribeiro, K. G. 2020. Effective micro-organisms inoculant: Diversity and effect on the germination of palisade grass seeds. Ann. Brazil. *Academ. Sci*. 92(1): 1678-2690.

Ebrahimi, M. & Miri. E. 2016. Effect of Humic Acid on Seed Germination and Seedling Growth of Borago officinalis and Cichorium intybus. *Ecop*. 4 (1): 1239-1249.

Gholami Ganjeh, S., Salehi, A. & Moradi, A. 2015. The effect of mother plant nutrition on uptake of some nutrients and seed germination indices of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iran. *J. Seed Sci. Techno*. 4(1): 109-118. (In Farsi)

Hargreaves, J., Adl, M. S. Warman, P. R. & Rupasinghe, H. P. V. 2008. The effects of organic amendments on mineral element uptake and fruit quality of raspberries. *Plant Soil*. 308, 213-226.

Ievins, G., Vikmane, M. Íirse, A. & Karlsons, A. 2017. Effect of vermicompost extract and vermicompostderived humic acid on seed germination and seedling growth of hempt. Proc. *Lat. Aca. Sci*. 71(4): 286–292.

Ievinsh, G. 2011. Vermicompost treatment differentially affects seed germination, seedling growth and physiological status of vegetable crop species. *Plant Growth Regul*. 65 (1): 169–181.

Jangjoo, F. and Tajbakhsh-shishvan, M. 2020. Effect of Different Pre-Treatments on Germination Indices and Chromosomal Aberrations of Aged Onion Seeds (*Allium cepa*). *J. Seed Research*. 7 (1): 151-164.

Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. Sci. *Hort*. 124, 299-305.

Loper, J. E. & Schroth, M. N. 1986. Influence of bacterial sources of indole-3-acetic acid on root elongation of sugar beet. *Phytopath*. 76, 386-389.

Makkar, C., Singh, J. & Parkash, C. 2017. Vermi-compost and vermiwash as supplement to improve seedling, plant growth and yield in *Linum usitassimum* L. for organic agriculture. Inter. J. Recycl. Organic Waste. *Agri*. 6, 203–218.

Menezes, C., Guerra, F. Q. Pinheiro, L.S. Trajano,V. N. Pereira, F. deSouza,V. G. deSouza, F. S. & Lima. E. 2015. Investigation of *Melissa officinalis* L. essential oil for antifungal activity against Cladosporium carrionii. Inter. *J. Trop. Disea. Health*. 8, 49-56.

Mona, Y., Kandil, A.M. & Swaefy Hend, M. F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. *Bio*. Sci. 4, 34 - 39.

Padmavathiamma, P. K., Li, L.Y. & Kumari, U. R. 2008. An experimental study of verminbiowaste composting for agriculture soil improvement. *Biores. Techno*. 99, 1672-1681.

Panahi, F. & Arast, M. 2017. Study of seed dormancy breaking and germination charactristics in Arctium lappa. Iran. J. *seed Sci.Techno*. 7(2): 45-58 (In Farsi).

Shafique, I., Andleeb, S. Aftab, M. S. Naeem, F. Ali, Sh. Yahya, S. Ahmed, F. Tabasum, T. Sultan, T. Shahid, B. Khan, A. H. Islam, G. & Abbasi, W. A. 2021. Efficiency of cow dung based vermi-compost on seed germination and plant growth parameters of *Tagetes erectus* (Marigold). *Heli*. 7, 58-95.

Szymanek, M., Dziwulska-Hunek, A. Zarajczyk, J. Michałek, S. & Tana´s, W. 2020. The Influence of Red Light (RL) and Efective Microorganism (EM) Application on Soil Properties, Yield, and Quality in Wheat Cultivation. *Agronomy Journal*. 10 (12): 1-13.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 1/No.1/Spring2021/P:1-15

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Effects of Culture Medium and Organic Matter on Germination Characteristics of lemongrass seeds (*Melissa Officinalis* L.)

Shima Rahmanian[1], Abdolhossein Aboutalebi Jahromi[*2] and Mehdi Hossini Fahi[3]

[1] Ph. D Student of Horticulture, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.

[2] Associate Professor of Horticulture, Jahroom Branch, Islamic Azad University, Jahroom, Iran.

[3]Associate Professor of Horticulture, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.

* Corresponding Author's Email: aa84607@gmail.com

(Received: April. 29, 2021 – Accepted: July. 11, 2021)

ABSTRACT

Evaluation of seed germination characteristics is one of the basic and preliminary studies of medicinal plants. The present study was conducted to investigate the effect of culture medium and organic matter on improving the germination characteristics of lemongrass seeds as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in Jahrom city. The first factor is the culture medium at three levels (compost, soil and vermicompost, compost + vermicompost and vermicompost + soil at equal ratios) and the second factor was organic matter at three levels (control, effective microorganisms (EM) and humic acid 5mlL^{-1}). Germination percentage, rate and mean daily germination, plant vigor and germination index were measured. The results showed that the effect of culture medium, organic matter and the interaction of culture medium and organic matter on all germination characteristics of lemongrass seeds was significant. Highest germination percentage, germination rate, mean daily germination, vigor index and seed germination index were obtained by using EM. The culture medium containing soil + compost and soil + vermicompost alone had the highest germination traits. The interaction of culture medium and organic matter showed that the highest seed germination percentage of 100% was obtained in soil culture medium + compost using EM. The highest germination rate as well as the highest germination index were observed in soil culture medium containing compost + vermicompost using EM. In order to increase germination and improve the seedling quality of lemongrass, the use of EM and the combination of soil + compost for culture medium is recommended.

Keywords: Germination index, Germination percentage, Compost, Effective microorganisms (EM), Vermicompost.