

تأثیر تغذیه گیاه مادری بر جذب برخی عناصر غذایی و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر زیره سبز
(*Cuminum cyminum* L.)

ستار غلامی گنجه^۱، امین صالحی^۲ و علی مرادی^{۳*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشگاه یاسوج

۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه یاسوج

۳- نویسنده مسئول، استادیار گروه زراعت دانشگاه یاسوج

چکیده

تغذیه مناسب گیاه مادری نقش مهمی در تولید بذره‌های با بنیه زیاد دارد. به همین منظور آزمایشی در سال ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور زیره سبز حاصله از پایه‌های مادری تیمار شده با سطوح مختلف کودهای زیستی ورمی کمپوست و قارچ مایکوریزا در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج انجام شد. بذره‌های مورد استفاده در آزمایش از مزرعه‌ای که در سال قبل مقادیر ورمی کمپوست در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و قارچ مایکوریزا در ۴ سطح (بدون کاربرد، کاربرد گونه *Glomus mosseae*، گونه *Glomus intraradices* و کاربرد تلفیقی هر دو گونه) دریافت کرده بودند به دست آمدند. نتایج نشان داد که اثرات ساده ورمی کمپوست و مایکوریزا بر اغلب صفات جوانه‌زنی و نیز میزان نیتروژن و فسفر بذر معنی‌دار بود. همچنین نتایج اثرات متقابل حاکی از آن بود که بیشترین طول ریشه‌چه (۲/۵۷۱ سانتی‌متر)، طول ساقه‌چه (۱/۶۱۲ سانتی‌متر) و شاخص بنیه بذر (۳/۰۶۹) در بذور حاصل از مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae*، بیشترین میزان نیتروژن و فسفر بذر در بذور حاصل از مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کاربرد تلفیقی هر دو گونه قارچ *G. mosseae* و *G. intraradices*، بیشترین طول گیاهچه در بذور حاصل از مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدون استفاده مایکوریزا؛ بیشترین سرعت جوانه‌زنی در بذور حاصل از مصرف ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار بدون استفاده مایکوریزا و بیشترین درصد جوانه‌زنی در بذور حاصل از مصرف ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae* به دست آمد. در مجموع نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از کود ورمی کمپوست و قارچ مایکوریزا به ویژه مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کاربرد تلفیقی هر دو گونه قارچ *G. intraradices* و *G. mosseae* می‌تواند از طریق افزایش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر بذر منجر به بهبود اکثر شاخص‌های جوانه‌زنی در گیاه زیره سبز شود.

کلمات کلیدی: جوانه‌زنی بذر، زیره سبز، شاخص بنیه گیاهچه، فسفر، نیتروژن

مقدمه

معرق، محرک اشتها، تقویت معده، ضد انگل، ضد نفخ و ضد اسهال برای آن عنوان شده است (Salami *et al.*, 2004). جوانه‌زنی بذر بر تراکم نهایی بوته در

زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. گیاهی است یک ساله از تیره جعفری که خواص و مصارف دارویی متعددی از جمله به عنوان مدر،

*نویسنده مسئول: علی مرادی، نشانی: یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

E-mail: amoradi@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۲

تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۱۳

ثبیت زیستی نیتروژن، بر بهبود خواص کمی و کیفی فرآورده‌های زراعی مؤثرند (Alizade and Alizade 2007). ورمی کمپوست در مقایسه با ترکیب‌های حاکی و محیط‌های بدون خاک تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی بذر، رشد نشاءها و باروری گیاهان داشته است و تأثیر مثبت آن تنها به دلیل تأمین، تغییر شکل و افزایش عناصر غذایی نیست، بلکه در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست، جمعیت میکروبی خاک افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی نشان داده و میکروارگانیسم‌ها با تولید موادی مانند تنظیم‌کننده‌های رشدی بر روند رشد گیاه مؤثر هستند (Suthar, 2009). تحقیقات نشان داده است که سرعت ظهور گیاهچه در محصولات زراعی از جمله گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.)، هویج (*Phaseolus vulgaris* L.)، گندم، ذرت (*Zea mays* L.)، و یونجه (*Medicago sativa* L.) با کاربرد باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد (Kloepper et al., 1991). با توجه به اینکه تحقیقات چندانی در ارتباط با تأثیر تغذیه گیاه مادری بر روی خصوصیات جوانه‌زنی بذور حاصل از آنها به ویژه در تیره جعفری صورت نگرفته است، این آزمایش با هدف تعیین کارایی و اثربخشی مصرف سطوح مختلف کود ورمی-کمپوست و قارچ میکوریزا بر بهبود ویژگی‌های بذری و قابلیت رشد گیاهچه بذرهای زیره سبز حاصل از بوته مادری و تعیین بهترین تیمار کودی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه ژنتیک دانشگاه

واحد سطح تأثیر زیادی گذاشته و تراکم کافی بوته در واحد سطح هنگامی حاصل می‌گردد که بذرهای کشت شده به طور کامل و با سرعت کافی جوانه بزنند. درصد و یکنواختی سبز شدن همچنین بر عملکرد کمی و کیفی بذر تأثیر می‌گذارد، بنابراین مرحله جوانه‌زنی گیاهچه مرحله حساس و مهمی است که در استقرار مطلوب گیاهچه‌ها و تولید عملکرد نهایی نقش مهمی دارد. فرایند جوانه‌زنی شامل انتقال مواد ذخیره‌ای به محور جنین و شروع فعالیت‌های متابولیک و رشد آن است. بالا بودن میزان این ذخایر موجب جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذر و تولید گیاهچه‌های قوی‌تر می‌شود (Lopez et al., 1996).

عوامل متعددی تعیین‌کننده اختصاص مواد به دانه می‌باشند به طوری که علاوه بر کنترل ژنتیکی (Lopez et al., 1996)، وابستگی زیادی به شرایط محیطی از قبیل تغذیه، دما، تنش کم‌آبی و شدت نور دارد (Spiritez., 1977). شرایط اکولوژیکی احاطه‌کننده گیاه مادری می‌توانند بر رنگ، ضخامت پوسته، ترکیبات بیوشیمیایی و واکنش‌های فیزیولوژیک بذر به طور جدی تأثیر بگذارد (Tajbaksh ang Giasi., 2009). نیتروژن و فسفر از عناصر پر مصرف غذایی هستند که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، این عناصر نقش اساسی در دستیابی به عملکرد بالای کمی و کیفی در محصولات زراعی ایفا می‌کنند (Foulkes, 1998). در همین رابطه استفاده از کودهای زیستی از جمله قارچ‌های میکوریزا در گیاه مادری با تأثیر بر جذب عناصر غذایی مثل فسفر و نیتروژن و همچنین جذب آب در شرایط تنش، تولید هورمون‌های گیاهی، تعدیل اثر تنش‌های محیطی، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زا در گیاه، کاهش آسیب‌های ریشه‌ای، تأثیر بر دانه‌بندی خاک، تشدید فعالیت

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی نیز از رابطه ۲ استفاده شد (Agrawal, 2004).

رابطه (۲)

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum (ni/Di)$$

که n: تعداد بذور جوانه‌زده در روز iام و Di: تعداد روز پس از شروع آزمایش است.

میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) از رابطه ۳ الیس و روبرت (Ellis & Roberts., 1981) محاسبه شد:

رابطه (۳)

$$MGT = \sum Dn / N$$

که در آن n: بذور جوانه رده در روز iام، D: تعداد روز از شروع جوانه‌زنی و N: تعداد کل بذور جوانه‌زده است. شاخص بنیه بذر (SVI) نیز از رابطه ۴ محاسبه شد (Abdul baki & Anderson, 1970):

فرمول (۴)

$$\text{میانگین طول گیاهچه} \times \text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{شاخص بنیه گیاهچه}}{100}$$

جهت اندازه‌گیری فسفر از روش کالیمتری (رنگ زرد مولیدات - وآنادات) با دستگاه اسپکتروفتومتر (Lamda EZ 201) استفاده شد و به منظور تعیین غلظت عنصر غذایی نیتروژن نیز از نمونه های بذری پس از خشک شدن در آون و پودر شدن، عصاره (به روش هضم توسط اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم) تهیه شد و عصاره مزبور برای اندازه‌گیری میزان عنصر نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب درصد نیتروژن به روش تیتراسیون بعد از تقطیر توسط دستگاه کجل تک اتو (Model 750) آنالیزر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Emami, 1996).

یاسوج اجرا شد. بذورهای کشت شده از بوته‌هایی که سال قبل تحت تأثیر تیمارهای کود ورمی کمپوست در ۳ سطح (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و قارچ میکوریزا در ۴ سطح (بدون کاربرد، کاربرد گونه *Glomus intraradices*، کاربرد گونه *Glomus mosseae*، و کاربرد هر دو گونه) در خاک قرار گرفته بودند به دست آمد. قبل از کشت بذرها با استفاده از قارچ کش ویتاواکس به نسبت دو در هزار ضدعفونی و سپس به تعداد ۲۵ بذر در هر تکرار در داخل پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۶ سانتی‌متر بر روی یک لایه کاغذ صافی قرار داده شدند و مقدار ۵ سی‌سی آب مقطر به آنها اضافه شد. پتری‌دیش‌ها به مدت ۱۴ روز در داخل ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند (ISTA., 2013). جوانه‌زنی روزانه ثبت شده و شاخص جوانه‌زنی برای همه‌ی بذرها، خروج ۲ میلی‌متر ریشه‌چه از بذر در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش از هر پتری‌دیش تعداد ۱۰ گیاهچه به صورت تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه‌های حاصل از بذورهای بوته‌های مادری؛ ۱۴ روز بعد از شروع آزمایش به وسیله خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. جهت به‌دست آوردن وزن خشک گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی برای هر تیمار با استفاده از رابطه ۱ بدست آمد:

رابطه (۱)

$$100 \times (\text{تعداد کل بذر} / \text{تعداد بذر جوانه‌زده}) = \text{درصد جوانه‌زنی}$$

کیلوگرم در هکتار در مزرعه تولید بذر پنبه باعث افزایش رشد طولی هیپوکوتیل، ریشه‌چه و گیاهچه بذرهای تولیدی شد. در یک مطالعه دیگر که بر روی کلزا (*Brassica napus* L.) انجام گرفت مشخص شد که گونه‌های سودوموناس پوتید و سودوموناس فلورسنس منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شوند (Glick, 1998). نتایج مشابهی نیز در مورد گندم و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) توسط سالنچور (Salantur et al., 2006) گزارش شده است. استفاده از کود نیتروژن موجب شد بذرهای حاصل از گیاهان مادری میانگین طول گیاهچه بیشتری نسبت به شرایط عدم استفاده از کود نیتروژن داشته باشد (Abbasmanesh et al., 2008).

به نظر می‌رسد کود ورمی‌کمپوست با آزادسازی آرام و پیوسته عناصر غذایی نیتروژن و فسفر، پتاسیم و سایر عناصر ریزمغذی و از طرفی قارچ‌های مایکوریزا با نفوذ ریشه‌های خود به اعماق خاک حجم بیشتری از خاک را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهند و از این طریق عناصر غذایی زیادی در اختیار گیاه مادری قرار می‌گیرد که نتایج تجزیه نیتروژن و فسفر نیز موید این موضوع است (شکل ۱). تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر این بود که ورمی‌کمپوست و قارچ مایکوریزا هر کدام به تنهایی و همچنین اثر متقابل دو عامل تلقیح مایکوریزایی و ورمی‌کمپوست در سطح یک درصد بر نیتروژن و فسفر دانه معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که کاربرد توام ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با کاربرد تلفیقی هر دو نوع قارچ *G. mosseae* و *G. intraradices* منجر به افزایش معنی‌دار نیتروژن (شکل ۱، ب) و فسفر دانه (شکل ۱، الف) شد. به نظر می‌رسد که افزایش فعالیت بیولوژیک در محیط رشد

در پایان تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذرهای زیره سبز به دست آمده از تیمارهای مختلف کودی در جدول ۱ نشان داده شده است. این نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که از میان اثرات ساده و متقابل مورد بررسی، اثر متقابل دوگانه ورمی‌کمپوست × تلقیح مایکوریزایی برای همه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی‌کمپوست × تلقیح مایکوریزایی بر صفات مختلف در جدول ۲ آورده شده است. نتایج تیمارها نشان داد بذرهای حاصل از کاربرد توام ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae* طول ریشه‌چه حدود ۲۶/۷۷ درصد، طول ساقه‌چه ۲۷/۹۳ درصد و طول گیاهچه ۲۷/۲۲ درصد بیشتر از تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست بدون استفاده از مایکوریزا داشتند. این در حالی است که تیمار عدم کاربرد مایکوریزا و مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کمترین مقدار از این صفات را به خود اختصاص داد. بدون در نظر گرفتن اثرات متقابل ورمی‌کمپوست × مایکوریزا، تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست شاخص‌های رشد گیاهچه مناسبتری نسبت به کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست داشت. افزایش دسترسی به عناصر غذایی نیتروژن و فسفر می‌تواند در چنین پاسخی موثر باشد (Abbasmanesh et al., 2008). در پژوهشی ساوان و همکاران (Sawan et al., 1989) بیان کردند که افزایش مصرف کود نیتروژن از ۱۰۸ به ۲۱۶

دارد. در پژوهشی دیگر، موهانتی و همکاران (Mohanty *et al.*, 2006) دریافتند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش غلظت فسفر دانه گیاه بادام زمینی شد.

حاوی ورمی کمپوست و مایکوریزا و پیامد آن بهبود جذب عناصری چون نیتروژن و فسفر می‌تواند باعث افزایش عناصر غذایی نیتروژن و فسفر جذب شده توسط گیاه زیره سبز شود که با نتایج صالحی و همکاران (Salehi *et al.*, 2011) بر روی بابونه مطابقت

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه زیره سبز تحت تاثیر ورمی کمپوست و مایکوریزا در آزمون جوانه‌زنی استاندارد

Table 1- Analysis of variances (mean squares) of studied characteristics of cumin under effects of vermicompost and mycorrhiza in standard germination test.

میانگین مربعات (MS)										
منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (df)	طول ریشه‌چه (Radicle length)	طول ساقه‌چه (Plumule length)	طول گیاهچه (Seedling length)	درصد جوانه‌زنی (Germination Percent)	سرعت جوانه‌زنی (Germination rate)	متوسط زمان جوانه‌زنی (Mean of Germination time)	شاخص بنیه گیاهچه (vigor Index)	نیتروژن دانه (Seed Nitrogen)	فسفر دانه (Seed Phosphor)
ورمی- کمپوست (V)	2	1.0324 **	0.4019 **	2.722 **	381.77 **	0.104 ns	1.207 ns	0.550 *	0.0999 **	0.0122 **
مایکوریزا (M)	3	0.7000 **	0.2563 **	1.770 **	32.44 ns	0.021 ns	0.541 ns	1.086 **	0.0054 **	0.003 **
M*V	6	0.7420 **	0.3002 **	1.959 **	346.22 **	0.496 **	1.549 **	1.467 **	0.0004 **	0.0003 **
خطای آزمایش	24	0.1058	0.0313	0.192	48.44	0.035	0.364	0.140	0.00014	0.000095
C.V (%)		20.03	16.42	16.24	9.74	9.72	6.22	19.43	15.28	8.53

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

ns** و * : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح آماری ۱ و ۵ درصد.

با قارچ *G. mosseae* دارای بیشترین میزان (۳/۰۶۹) و کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست بدون استفاده از قارچ مایکوریزا دارای کمترین میزان (۰/۹۳۳) شاخص بنیه گیاهچه بود (جدول ۲). مشابه آنچه در صفات قبلی نیز مشاهده شد، کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست به طور میانگین شاخص بنیه بالاتری نسبت به دو تیمار دیگر داشت. با توجه به اینکه جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ورمی- کمپوست و قارچ مایکوریزا هر کدام به تنهایی به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و همچنین اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی کمپوست در سطح ۱ درصد بر شاخص بنیه گیاهچه معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کاربرد توام ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه

یکنواخت بذر و تولید گیاهچه‌های قوی‌تر شده (Lopez *et al.*, 1995) که می‌تواند از طریق افزایش سطح برگ، ارتفاع گیاه و کارایی فتوسنتز موجب افزایش عملکرد شود (Kochaki & Sarmadnia, 2000). از طرفی با توجه به اینکه مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد دانه مؤثر است، لذا به نظر می‌رسد که فراهمی مناسب این عنصر با ایجاد شرایط مناسب جهت تولید بذر قوی‌تر بر روی گیاه مادری، بر خصوصیات جوانه‌زنی دانه مؤثر باشد (Lloyd *et al.*, 1997).

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 (Kochaki & Sarmadnia, 2000)، لذا می‌توان چنین استدلال کرد که احتمالاً کود ورمی‌کمپوست با دارا بودن عناصر غذایی از جمله نیتروژن و قارچ‌های میکوریزا نیز با توجه به فرار بودن عنصر نیتروژن با نفوذ به اعماق بیشتر خاک و قرار دادن حجم زیادی از خاک در اختیار ریشه گیاه مانع آبشویی 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

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست × میکوریزا بر برخی صفات جوانه‌زنی بذر زیره سبز

Table 2- Mean comparisons of interactive effects of vermicompost and mycorrhizal on some germination characteristics of cumin

ورمی کمپوست vermicompost	مایکوریزا mycorrhizal	طول ریشه‌چه (سانتی متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی متر) Plumule length (cm)	طول گیاهچه (سانتی متر) Seedling length (cm)	شاخص بیه گیاهچه Seed ling vigor Index	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean of Germination time (day)
صفر	بدون مایکوریزا	1.491 ^{cef}	1.026 ^{ode}	2.517 ^{ode}	1.738 ^{bcd}	9.06 ^c
	<i>G. mosseae</i>	2.055 ^{ab}	1.360 ^{ab}	3.415 ^b	1.957 ^{bc}	11.12 ^a
	<i>G. intraradices</i>	1.669 ^{bce}	1.067 ^{bode}	2.736 ^{bcd}	2.301 ^b	9.65 ^{bc}
	<i>G. mosseae</i> × <i>G. intraradices</i>	2.016 ^{bc}	1.296 ^{bc}	3.312 ^b	2.338 ^b	9.42 ^c
۵ تن درهکتار	بدون مایکوریزا	0.832 ^g	0.541 ^f	1.374 ^f	0.933 ^e	10.64 ^{ab}
	<i>G. mosseae</i>	1.492 ^{cef}	0.961 ^{de}	2.454 ^{de}	2.225 ^b	9.92 ^{bc}
	<i>G. intraradices</i>	1.844 ^{bce}	1.365 ^{ab}	3.209 ^{bc}	2.367 ^b	9.88 ^{bc}
	<i>G. mosseae</i> × <i>G. intraradices</i>	0.973 ^{fg}	0.597 ^f	1.580 ^f	1.205 ^{de}	9.51 ^{bc}
۱۰ تن درهکتار	بدون مایکوریزا	2.028 ^{abc}	1.260 ^{bcd}	3.288 ^b	2.318 ^b	9.49 ^c
	<i>G. mosseae</i>	2.571 ^a	1.612 ^a	4.183 ^a	3.069 ^a	8.96 ^c
	<i>G. intraradices</i>	1.073 ^{fg}	0.840 ^{ef}	1.913 ^{ef}	1.119 ^{de}	9.47 ^c
	<i>G. mosseae</i> × <i>G. intraradices</i>	1.441 ^{ef}	1.004 ^{ode}	2.445 ^{de}	1.549 ^{ode}	9.57 ^c

* در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

* Means with same letters in each column are not significantly different at 5 (%) probability level according to LSD Test.

همچنین اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی کمپوست در سطح یک درصد بر درصد

جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که ورمی کمپوست به تنهایی بر درصد جوانه‌زنی و

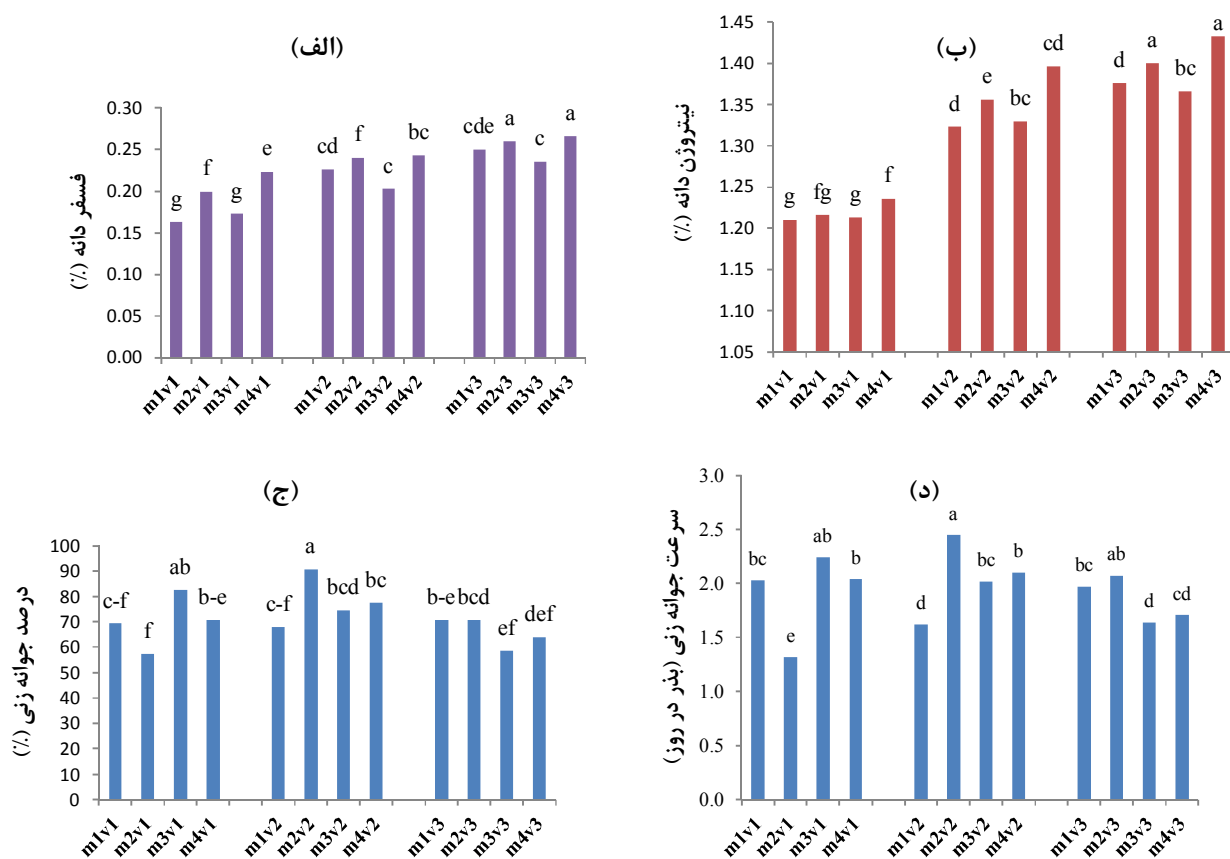
جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی‌کمپوست نشان داد که بذور بدست آمده از تیمار کاربرد توام ۵ تن ورمی-کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae* با ۹۰/۶۶ درصد و تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست همراه با استفاده از قارچ میکوریز *G. mosseae* با ۵۷/۳۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی را نشان داد (شکل ۱، ج). به نظر می‌رسد با توجه به اینکه استفاده از مقادیر بالای ورمی-کمپوست میزان عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر ذخیره شده در بذر گیاه مادری را افزایش داده (شکل ۱ الف و ب)، که احتمالاً افزایش بیش از حد مصرف کود نیتروژن و فسفر تعادل هورمونی را مختل نموده و با ایجاد سمیت منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. بررسی‌های انجام شده توسط یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2011) در استفاده از کود نیتروژنه زیاد در گیاه نخود که باعث کاهش قدرت جوانه‌زنی آنها گردید نیز بیانگر همین مطلب می‌باشد. آنها بیان کردند که این اثر می‌تواند به دلیل اثر غیر مستقیم نیتروژن باشد که موجب تحریک رشد رویشی شده و در نتیجه باعث کاهش رشد زایشی و عدم انتقال مواد فتوسنتزی کافی به بذر گردد.

مشابه با آن چه که در صفت درصد جوانه‌زنی مشاهده شد، مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی‌کمپوست برای سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بذور بدست آمده از تیمار کاربرد توام ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae* با (۲/۴۵ بذر در روز) و تیمار عدم کاربرد

ورمی‌کمپوست همراه با استفاده از قارچ میکوریز *G. mosseae* با (۱/۳۲ بذر در روز) به ترتیب بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (شکل ۱، د). نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب دانه است و از آنجایی که در ترکیب اکثر آنزیم‌های جوانه‌زنی، نیتروژن به عنوان یک جزء اصلی حضور دارد، لذا با فراهمی این عنصر به اندازه کافی برای گیاه، درصد و سرعت جوانه‌زنی تسریع می‌شود (Emam & Nicknejad, 1995). کودهای نیتروژنی، احتمالاً مقدار انتقال نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را افزایش داده و باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین دانه می‌گردند و متعاقب آن بذوری با شاخص‌های جوانه‌زنی بهتری حاصل می‌شود (Kim & Paulsem, 1986). در ارتباط با تأثیر قارچ‌های میکوریزا نیز نتایج مشابهی توسط غلامی و همکاران (Gholami et al., 2009) مبنی بر بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت بواسطه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گزارش شده است. طی پژوهشی که سالار و همکاران (Salar et al., 2013) بر روی برنج انجام دادند مشاهده کردند که بالاترین سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی بذر (P ≤ 0.05) توسط N104 با ۹/۰۷ و ۹۵/۱۷ درصد و کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی بذر توسط N35 با ۸/۰۷ و درصد جوانه‌زنی بذر توسط N69 با ۸۸/۳۳ درصد به دست آمد. آنها بیان کردند که افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر و درصد جوانه‌زنی بذر با در دسترس بودن مواد مغذی بالا به دلیل فعالیت‌های متابولیک دانه‌های مرتبط آنها با تشکیل بافت‌های جدید و فعالیت آنزیم‌ها می‌باشد.

جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی‌کمپوست نشان داد که بذور بدست آمده از تیمار کاربرد توام ۵ تن ورمی-کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae* با ۹۰/۶۶ درصد و تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست همراه با استفاده از قارچ میکوریز *G. mosseae* با ۵۷/۳۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی را نشان داد (شکل ۱، ج). به نظر می‌رسد با توجه به اینکه استفاده از مقادیر بالای ورمی-کمپوست میزان عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر ذخیره شده در بذر گیاه مادری را افزایش داده (شکل ۱ الف و ب)، که احتمالاً افزایش بیش از حد مصرف کود نیتروژن و فسفر تعادل هورمونی را مختل نموده و با ایجاد سمیت منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. بررسی‌های انجام شده توسط یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Biuki et al., 2011) در استفاده از کود نیتروژنه زیاد در گیاه نخود که باعث کاهش قدرت جوانه‌زنی آنها گردید نیز بیانگر همین مطلب می‌باشد. آنها بیان کردند که این اثر می‌تواند به دلیل اثر غیر مستقیم نیتروژن باشد که موجب تحریک رشد رویشی شده و در نتیجه باعث کاهش رشد زایشی و عدم انتقال مواد فتوسنتزی کافی به بذر گردد.

مشابه با آن چه که در صفت درصد جوانه‌زنی مشاهده شد، مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی‌کمپوست برای سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بذور بدست آمده از تیمار کاربرد توام ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با قارچ *G. mosseae* با (۲/۴۵ بذر در روز) و تیمار عدم کاربرد



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف ورمی کمپوست و میکوریزا بر صفات فسفر بذر (الف)، نیتروژن دانه (ب)، درصد جوانه زنی (ج) و سرعت جوانه زنی (د) بذور زیره سبز. (V سطوح مختلف ورمی کمپوست (v₁: صفر، v₂: ۵ و v₃: ۱۰ تن در هکتار)؛ M سطوح مختلف میکوریزا (m₁: بدون تلقیح، m₂: تلقیح با *G. mosseae*، m₃: تلقیح با *G. intraradices* و m₄: کاربرد تلفیقی هر دو قارچ)

Figure 1. Comparison of interaction of vermicompost and mycorrhiza on seed phosphorus (a), seed nitrogen (b), germination (c) and germination rate of cumin (d). (V: levels of vermicompost (v₁: zero, v₂: 5 and v₃: 10 tons/ha); M Mycorrhiza levels (m₁: no inoculation, m₂: inoculation with *G. mosseae*, m₃: inoculated with *G. intraradices* and m₄: use a combination of both fungi).

شد (Yarnia et al., 2011). صفت میانگین زمان جوانه زنی عکس سرعت جوانه زنی است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در این صفت نشان داد که اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی کمپوست در سطح ۱ درصد بر متوسط زمان جوانه زنی معنی دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و ورمی کمپوست نشان داد که بذرهایی که از تیمار عدم استفاده ورمی کمپوست همراه با کاربرد قارچ *G. mosseae* با میانگین ۱۱/۱۲

عباس‌منش و همکاران (Abbasmanesh et al., 2008) نشان دادند که اثر کود نیتروژن روی بوته مادری بر سرعت جوانه زنی، زمان تا ۱۰ درصد جوانه زنی (شروع جوانه زنی) و زمان تا ۹۰ درصد جوانه زنی (پایان جوانه زنی) معنی دار بود. بذرهایی که از گیاهان تیمار شده از محلول پاشی با عناصر روی و منگنز در مرحله ساقه روی + گلدهی بدست آمده بودند جوانه زنی سریعتری را نسبت به سایر تیمارها داشتند، ولی کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده

که بوته مادری آنها از تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست به همراه کاربرد قارچ *G. mosseae* تغذیه شده بودند بیشترین طول ریشه‌چه، طول ساقچه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر و بذرهایی که بوته مادری آنها از تیمار کاربرد قارچ *G. mosseae* بدون استفاده از ورمی کمپوست تغذیه شده بودند بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی و بذرهایی که بوته مادری آنها از تیمار ۵ تن ورمی کمپوست به همراه کاربرد قارچ *G. mosseae* تغذیه شده بودند بیشترین سرعت و درصد جوانه‌زنی را نشان دادند.

سپاسگزاری

از مسئول محترم آزمایشگاه ژنتیک دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج سرکار خانم مهندس کرمی که در اجرای این تحقیق مساعدت کردند، تشکر و سپاسگزاری می‌نمایم.

روز و بذور حاصل از مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کاربرد قارچ *G. mosseae* با میانگین ۸/۹۶ روز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار متوسط زمان جوانه‌زنی را دارا بودند (جدول ۲). این بدین معنی است که با مصرف مقادیر بیشتری از کود ورمی کمپوست مقدار بیشتری نیتروژن در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و از این طریق باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی بذور می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تغذیه گیاه مادری با کود آلی ورمی کمپوست و قارچ‌های مایکوریزا با ذخیره‌سازی و جذب برخی عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر در بذر می‌تواند نقش بسزایی در شاخص‌های جوانه‌زنی داشته باشد به نحوی که در بین تیمارهای مورد آزمایش، بذرهایی

References

- Abbasmanesh, G.A., Movahedi Naeini, A., Soltani, M. and Bahraini T. 2008.** Effect of planting management on seeds vigor from native plant. The first national conference of seed science and technology, Gorgan, Iran.
- Abdul-baki, A.A. and Anderson, J.D., 1970.** Viability and leaching of sugars from germinating barely. *Crop Sci.*, 10: 31-34.
- Agrawal, R.L., 2004.** Seed technology. Oxford and IBH publishing Co. LTD. New Dehli, 350 p.
- Alizade, A. and Alizade, A. 2007.** Mycorrhizal effects in different soil moisture on nutrient element uptake in corn. *Research in agriculture*. 3(1): 101-108.
- Anderson, B., and Bengts. 1989.** The influence of row spacing, seed rate and sowing time on over wintering and yield in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Can.J.Plant.Sci.*69:43-51.
- Bachman, G.R., Metzger, J.R., 2008.** Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource. Technol.* 99, 3155-3161.
- Ellis RA and Roberts EH, 1981.** The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* 9: 373-409.
- Emam, Y., and Nicknejad, M. 1995.** Introduction to Crop Physiology (translation). Shiraz University Press. 572 Pp. (In Persian).
- Emami, A., 1996.** Methods of plant analysis (Volume I). Publication No. 982. Soil and Water Research Institute, 128 pages.
- Foulkes, M. J., Sylvester-Bradley, R., and Scott, R. K. 1998.** Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. *Journal of Agriculture Science Cambridge* 130: 29-44.
- Gholami, A., Shahsavani, S., and Nezarat, S. 2009.** The Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *Proceedings of Word Academy of Science. Engineering and Technology* 37: 2070-3740.
- Glick, B.R. 1998.** A model for the lowering of plant ethylene concentration by PGPR. *Journal of Theoretical and Biology* 190: 63-68.
- ISTA, 2013.** Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

منابع

- Kim, N. I., and Paulsen, G. M. 1986.** Response of yield attributes of isogenic tall, semi dwarf, and double dwarf winter wheats to nitrogen fertilizer and seeding rates. *Crop Science* 156(3):197-205.
- Kloepper, J. W., Zablotowicz, R. M., Tipping, E. M., and Lifshitz, R. 1991.** Plant Growth Promoting Mediated by Bacterial Rhizosphere Colonizers. In: *The Rhizosphere and Plant Growth*, Keister, D.L., and Cregan, P. B. eds. Pp: 315-326. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kochaki, E. and Sarmadnia, Gh. 2000.** Physiology of crop plants (translated). Mashhad Jahad Daneshgahi Press. PP. 400.
- Lloyd, A., Webb, J., Archer, J. R., and Bradly, R. S. 1997.** Urea as a nitrogen fertilizer for cereals. *Journal of Agronomy Science* 128: 263-271.
- Lopez Castaneda, C., Richards, R.A., and Farquhar, D.G. 1995.** Variation in early vigour between wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.). *Crop Sci.*35:472-479.
- Lopez Castaneda, C., Richards, R.A., Farquhar, D.G., and Williamson, R.E. 1996.** Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigour among temperate cereals. *Crop Sci.* 36:1257-1266.
- Mohanty, S., N. K. Paikaray. and A. R. Rajan. 2006.** Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) –Corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*, 133(3-4): 225-230.
- Pollock, B. M. and E. E. Ross. 1972.** Seed and seedling vigour. Kozlowski, T. T. (Eds.). *Seed biology*, Academic Press.
- Salami, M., Safar Nejad, A. and Hamidi, H. 2004.** Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. 2006, Salami, M.R., A. Safarnejad and H. Hamidi, *Pajouhesh & Sazandegi*, 72:77-83.
- Salantur, A., Ozturk, A., and Akten, S. 2006.** Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to inoculation with rhizobacteria. *Plant Soil and Environment* 52 (3): 111–118.
- Salar, M. Mobasser H. R. and Ghanbari-Malidarreh, A. 2013.** Effects of nitrogen and potassium rates of mother plant on seed N and K content, germination and seedling growth of rice seeds. *Advances in Environmental Biology*, 7(1): 147-151.
- Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade, A. 2011.** The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2):188-201.
- Sarmadnia, Gh. 1996.** Seed technology. 2nd Ed., Mashad Jahad-e Daneshgahi Press, Mashad, Iran
- Sawan, Z. M., M. S. Maddah El Din and B. R. Gregg. 1989.** Effect of nitrogen fertilization and foliar application of calcium and micro-elements on cotton seed yield, viability and seedling vigor. *Seed Sci. Technol.* 17. 421-431.
- Skousen, J., Clinger, C., 1994.** Sewage sludge land application program in West Virginia. *J. Soil. Water. Conserv.* 48, 145-151.
- Spiertz, J.H.J. 1977.** The influence of temperature light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant, *Neth. J. Agric. Sci.*, 25:182-197.
- Suthar, S. 2009.** Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecol. Eng.* 35, 914–920.
- Tajbaksh, M. and Ghiasi, M. 2008.** Seed ecology. *Jahad Daneshgahi Azarbayjan Gharbi*.
- Yarnia, M., Savjabalaghchi lar Y. and Rahimzadeh Khoiee, F. 2011.** Spraying of zinc and manganese in native plant growth during on germination of bean varieties produced in Khomein. 2nd national onference of seed science and technology. Mashhad, Iran.
- Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Amiri, Mohammad Behzad., Falahi, J. and Daihim Fard, R. 2011.** Effects of different nitrogen nutrition of wheat (*Tritium aestivum* L) cv Sayonz on germination and seedling growth indices under the effects of drought and biofertilizer. *Journal of Agroecology* 2(2): 266-276.