مجله اکوفیزیولوژی بذر

جلد اول، شماره دوم، نیمه دوم ۹۴

۱۱۷-۱۳۵

مقایسه‌ی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌ی بذور گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) حاصله از پایه مادری در تراکم‌های گیاهی مختلف و در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی

محمد بهزاد امیری [*۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲] ، محسن جهان[۳]

۱. استادیار مجتمع آموزش عالی گناباد

۲ و ۳. به ترتیب استاد و دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۱۹

چکیده

مقدمه: اخیراً تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات خاک و مؤلفه‌های رشدی گیاه مجدداً مورد توجه قرار گرفته‌اند (Motta and Maggiore, 2013). گرچه استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان بهترین راه‌حل بر حسب باروری گیاه در نظر گرفته شده ولی این روش غالباً در دراز مدت در اکوسیستم‌های گرمسیری به دلیل محدودیت قابلیت نگهداری عناصر غذایی در خاک بازدهی اندکی دارد. استفاده مفرط از مواد شیمیایی در نظام‌های کشاورزی پیامدهای جبران‌ناپذیری بر منابع آب و خاک در پی دارد (Weber et al, 2014). کمپوست ماده‌ای آلی است که به عنوان کود و اصلاح‌کننده خاک تجزیه و بازیافت شده است. کمپوست می‌تواند تا حد زیادی ساختمان خاک را تقویت نماید. تجزیه مواد آلی موجب آزادسازی تدریجی موادغذایی شده که ممکن است توسط گیاهان جذب گردند و منجر به بهبود بهره‌وری اکوسیستم‌های کشاورزی گردند (Csizinszky, 2002). استفاده از کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست باعث افزایش کیفیت خاک، کاهش نیاز به آب و کود و در نتیجه افزایش پایداری فعالیت‌های کشاورزی در کشورهای گرمسیر می‌شود. تولید ورمی‌کمپوست فرآیندی است که منجر به تثبیت مواد آلی در شرایط هوازی و طریق فعالیت مشترک کرم‌های خاکی و میکرو ارگانیسم‌ها می‌شود. محصولات ورمی‌کمپوست برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها و همچنین افزایش بهره‌وری محصول با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Sadeghi et al, 2014). ارزیابی جوانه‌زنی و خصوصیات بیولوژیکی بذر یکی از مطالعات پایه و مقدماتی در زمینه کشت گیاهان دارویی است (Canter et al, 2005). با وجود مطالعات فراوانی که در زمینه اثر کودهای آلی و تراکم بوته بر محصولات مختلف انجام شده، اطلاعات موجود در مورد اثرات این عوامل بر بذر ایجاد شده از پایه مادری بسیاری از گیاهان محدود می‌باشد، به همین دلیل در این پژوهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ناشی از بذر حاصل از پایه مادری گاوزبان در سطوح مختلف تراکم بوته و در حضور کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌ی بذور گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) حاصله از پایه مادری در تراکم‌های گیاهی مختلف و در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی، پژوهشی در خردادماه سال ۱۳۹۳ در دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بذور حاصله از گاوزبان ایرانی تیمار شده با عوامل زراعی مختلف در مزرعه شامل ۳ تراکم کشت (۳، ۵ و ۱۰ بوته در مترمربع) و ۴ نوع مدیریت تغذیه‌ای (۱۰ تن در هکتار کمپوست، ۷ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، ۳۰ تن در هکتار کود گاوی، ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود.

نتایج و بحث: نتایج آزمایش نشان داد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، بیشترین درصد جوانه‌زنی در بذور حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده با کود ورمی‌کمپوست بدست آمد. سرعت جوانه‌زنی در تراکم ۵ بوته در مترمربع و کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب ۶، ۴۳، ۴۹ و ۴۰ درصد نسبت به کاربرد این کودها در تراکم ۳ بوته در مترمربع بیشتر بود. تمامی کودهای آلی مورد مطالعه میانگین زمان جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش دادند، به این ترتیب که میانگین زمان جوانه‌زنی در هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب ۵۸، ۵۵ و ۴۲ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار تراکم ۵ بوته در مترمربع بدست آمد و کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و شیمیایی به ترتیب افزایش ۳، ۵ و ۱۲ درصدی نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه را نسبت به تیمار شاهد سبب شدند. کودهای آلی از

[*] مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: m.b2.amiri@gmail.com

مهم‌ترین منابع موجود برای بهبود کیفیت خاک کشاورزی و افزایش عملکرد گیاهان دارویی مختلف هستند. گزارش شده که این نهاده های اکولوژیکی ازطریق بهبود فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شرایط مطلوبی برای رشد و نمو گیاه فراهم می‌آورند (Motta and Maggiore, 2013). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهبود صفات مورد مطالعه در مرحله جوانه زنی بذر گاوزبان در این پژوهش به دلیل استفاده از کودهای آلی بوده است. فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2008) اثرات مثبت استفاده از کودهای آلی بر بهبود صفات کمی و کیفی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) را گزارش کردند. به نظر می‌رسد که رقابت گیاهان در تراکم های بالا بر سر آب و مواد غذایی کمیاب منجر به توفق رشد آن ها می‌گردد (Ibrahim, 2012). در پژوهشی اثر تراکم‌های ۴۰ ×۲۰، ۴۰ ×۳۰و ۵۰ ×۳۰، بر عملکرد و اجزای عملکرد بادرنجبویه (*Melissa Officinalis*) بررسی و مشاهده شد که خصوصیات مربوط به بذر در تیمار ۴۰ ×۲۰ در بالاترین سطح خود قرار داشت (Saglam et al, 2004). به طور کلی با توجه به یافته‌هایی این پژوهش به نظر می‌رسد که استفاده از نهاده‌های اکولوژیک و تراکم مطلوب در کشت گاوزبان ایرانی، می تواند آسیب‌های ناشی از استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش داده و همچنین کیفیت و خصوصیات بذر را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، گیاهان دارویی، میانگین زمان جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

گاوزبان ایرانی با نام علمی (*Echium amoenum*) گیاهی چند ساله و متعلق به خانواده‌ی گاوزبان می‌باشد و در طب سنتی ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Mehrabani et al, 2005). عصاره‌ی گلبرگ‌های این گیاه تسکین‌دهنده، ضدالتهاب و ضد درد هستند و خاصیت ضدمیکروبی دارند (Nooriyan Soroor et al, 2013) و منجر به افزایش ظرفیت ایمنی سلول‌ها می‌شوند (Heidari et al, 2006). امروزه ثابت شده است استفاده از این گیاه در درمان سرماخوردگی و وسواس نیز بسیار مؤثر است (Sayyah et al, 2009).

کودهای آلی حاوی مقدار زیادی ماده‌ی آلی هستند و منبع اولیه‌ی نیتروژن به‌شمار می‌روند و در بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نقش کلیدی دارند (Motta and Maggiore, 2013). این کودها ضمن ذخیره-سازی مواد آلی خاک منجر به اصلاح خاک‌های آلوده می-شوند (Weber et al, 2014). در یک پژوهش، اثر کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris*) و مرزنجوش (*Origanum majorana*) بررسی و گزارش شد که کاربرد ۹ تن در هکتار کود کمپوست خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مذکور را به میزان قابل‌توجهی بهبود بخشید (Csizinszky, 2002). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گل‌ختمی (*Althaea officinalis*) گزارش شد که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست منجر به افزایش ۲ تا ۳ برابری درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر این گیاه شد (Sadeghi et al, 2014). اثر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) حاکی از آن بود که استفاده‌ی همزمان از کود ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بهبود رشد گیاه را به همراه داشت و منجر به افزایش خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد (Anwar et al, 2005).

اگر چه عوامل محیطی تأثیر به‌سزایی بر کمیت و کیفیت محصول بدست آمده از گیاهان دارویی دارد، با این

حال کنترل کامل این عوامل امکان‌پذیر نیست، ولی می‌توان با استفاده از روش‌هایی اثرات محیطی را به‌شکلی مدیریت نمود که گیاه تحت هر شرایطی حداکثر توانایی خود را بروز دهد. از جمله‌ی مهم‌ترین این تکنیک‌ها، انتخاب تراکم گیاهی مطلوب برای کشت و کار گیاه مادری است. که به‌عنوان یک عامل زراعی تحت‌کنترل، نقش مؤثری در عملکرد محصولات مختلف ایفا می‌کند و مشخص نمودن تراکم گیاهی از اصول اولیه‌ی زراعت هر محصول و از جمله مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید گیاهان دارویی به شمار می‌رود (Ibrahim, 2012). در یک پژوهش اثر سطوح مختلف تراکم و کود نیتروژنه بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بذر حاصل از گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*) بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و وزن تر و خشک گیاهچه در تراکم ۵ بوته در مترمربع و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد و کمترین مقدار صفات مذکور متعلق به تراکم ۱۰ بوته در مترمربع و عدم مصرف کود بود (Bikian et al, 2008). در پژوهشی دیگر گزارش شد که کیفیت بذر کلزا (*Brassica napus*) به توانایی بذر در تولید گیاهچه‌های قوی و سالم و ایجاد یک تراکم مناسب مرتبط است (Marcroft and Potter, 1998).

مطالعه‌ی خصوصیات جوانه‌زنی و بیولوژیکی بذر از مطالعات پایه‌ای و اولیه در خصوص اهلی کردن گیاهان دارویی می‌باشد. یکی از مشکلات بذور گیاهان دارویی این است که در شرایط طبیعی به خوبی جوانه زده و رشد می‌کنند ولی جوانه‌زنی آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی و زراعی صورت نمی‌گیرد یا نامطلوب می‌باشد. این امر می‌تواند ناشی از سرعت جوانه‌زنی پایین و یا نیازهای اکولوژیکی خاص هر گونه برای جوانه‌زنی و رشد باشد (Canter et al, 2005). در پژوهشی دیگر، اثرات تغذیه‌ی نیتروژنی متفاوت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور گندم (*Triticum aestivum* L.) حاصله از پایه‌های مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن در شرایط تنش خشکی بررسی و گزارش شد که کود بیولوژیک نیتراژین مقاومت به تنش خشکی را در مقایسه با شاهد افزایش داد، به‌طوری‌که در سطح تنش ۴- بار، درصد جوانه‌زنی در بذور تیمار شده با نیتراژین ۷۹ درصد بیشتر از شاهد بود (Yazdani Biuki et al, 2010). در یک پژوهش، پس از بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای‌ترش (*Hibiscus Sabdariffa*) گزارش شد که با افزایش فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی‌متر، عملکرد کمی و کیفی اندام‌های زایشی افزایش یافت و بذور حاصله از کیفیت بیشتری برخوردار شدند (Mir et al, 2011). در یک پژوهش اثر سه فاصله‌ی کاشت ۲۰×۴۰، ۳۰×۴۰ و ۳۰×۵۰ سانتی‌متر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه(*Melissa officinalis*) بررسی و گزارش شد که خصوصیات مرتبط با بذر در فاصله‌ی ۲۰×۴۰ سانتی‌متر دارای بیشترین مقدار خود بودند (Saglam et al, 2004).

نظر به اهمیت گاوزبان ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد و از آنجایی‌که اطلاعات در زمینه‌ی تأثیر مدیریت اگرواکولوژیکی بر کیفیت بذور تولیدی این گیاه اندک است، این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌ی بذور گاوزبان ایرانی حاصله از پایه مادری در تراکم‌های گیاهی مختلف و در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در خردادماه سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بذور حاصله از گاوزبان ایرانی تیمار شده با عوامل زراعی مختلف در مزرعه شامل ۳ تراکم کشت (۱۰، ۵ و ۳ بوته در مترمربع به‌ترتیب معادل با فواصل روی ردیفی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی متر) و ۴ نوع مدیریت تغذیه‌ای بر پایه‌ی کودهای آلی و شیمیایی کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گاوی، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد بود. برای اعمال کودهای آلی در مزرعه، میزان عناصر غذایی هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی تعیین (نتایج تجزیه‌ی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آورده شده است) و بر حسب درصد نیتروژن موجود در خاک و کودهای آلی به‌ترتیب بر مبنای ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست، ۷ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و ۳۰ تن در هکتار کود گاوی، در اسفندماه ۱۳۹۰ در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل دستی وارد خاک شدند. لازم به ذکر است که در اسفندماه ۱۳۹۱ نیز به‌منظور تقویت رشد مجدد گیاه و ایجاد شرایط مساعد برای رشد گیاه در سال‌های بعد، همین میزان کود به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد. بر اساس منابع موجود (۳۴)، نیاز کودی گاو زبان ایرانی برای نیتروژن از منبع شیمیایی (کود اوره)، ۹۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد که نیمی از این مقدار در زمان کاشت و نیم دیگر آن بعد از انجام عملیات تنک به خاک مزرعه اضافه گردید، ضمن اینکه در دومین سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱) نیز همین میزان کود شیمیایی طی دو مرحله (آغاز رشد مجدد گیاه در سال دوم و مرحله‌ی چهار برگی) در اختیار گیاه قرار گرفت.

در پژوهش حاضر، از بذور حاصله از گیاه مادری در سال دوم آزمایشات مزرعه‌ای استفاده شد. قبل از شروع پژوهش، مجموعه‌ی پتری‌دیش‌ها و کاغذ صافی‌های واتمن در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت دو ساعت استریل شد. بذور به روش استاندارد و با استفاده از الکل ۵۰ درصد و هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شدند.

جدول ۱. خصوصیات کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Used organic fertilizers characteristics in experiment.

نوع کود آلی Type of organic fertilizer	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorous (%)	پتاسیم Potassium (%)
کمپوست Compost	0.64	0.44	0.49
ورمی‌کمپوست Vermicompost	0.89	1.53	0.96
کود گاوی Cow manure	0.21	0.29	1.04

در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر از تیمار مورد نظر قرار گرفت و مقدار ۵ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه شد. با توجه به بررسی منابع انجام شده، دمای کاردینال برای جوانه‌زنی بذور گاوزبان ایرانی ۲۵ درجه سانتیگراد تعیین شد، در نتیجه پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه زده هر ۲۴ ساعت یک‌بار انجام گرفت. با ثابت شدن درصد جوانه‌زنی بذور و خصوصیات رشدی گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی گیاهچه‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری و سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با درجه‌ی حرارت ۷۲ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم توزین شدند. درصد جوانه‌زنی از نسبت تعداد بذور جوانه زده پس از ۷ روز به تعداد کل بذور قرار داده شده در هر پتری‌دیش بدست آمد برای محاسبه سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی برای محاسبه سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب از معادلات ۱ و ۲ استفاده شد (Salehzade et al, 2009).

$$RS = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di} \qquad (۱)$$

در این رابطه RS سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش، Di تعداد روز تا شمارش n ام، و n دفعات شمارش می‌باشند.

$$MGT = \sum Dn / \sum n \qquad (۲)$$

در این رابطه MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، n تعداد بذوری که در روز D جوانه زدند و D تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی می‌باشند. تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، Excel Ver. 11، Slide Write Ver. 2 و Sigma Plot Ver. 12 و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد، سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی

درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر مصرف کودهای آلی و شیمیایی مختلف بر روی گیاه پایه مادری قرار گرفتند (جدول ۲)، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۳). کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب افزایش ۲۵، ۲۹، ۲۴ و ۱۱ درصدی درصد جوانه‌زنی و افزایش ۷۰، ۶۶، ۶۳، ۵۵ درصدی سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد سبب شدند (جدول ۳).

تراکم گیاهی تأثیر معنی‌داری بر میانگین زمان جوانه‌زنی داشت (جدول ۲) و کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تراکم ۵ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۳). بین کودهای آلی و شیمیایی مختلف از نظر میانگین زمان جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲)، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی مورد مطالعه میانگین زمان جوانه‌زنی را نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند، به این ترتیب که میانگین زمان جوانه‌زنی در هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب ۵۸، ۵۵ و ۴۲ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت (جدول ۳). کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی کاملاً مشهود بود، به‌طوری‌که کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی میانگین زمان جوانه‌زنی را به‌ترتیب ۳۸، ۳۴ و ۱۵ درصد نسبت به کود شیمیایی کاهش دادند (جدول ۳).

جدول ۲. میانگین مربعات برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذور گاوزبان ایرانی حاصله از پایه مادری تحت‌تأثیر تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی.

Table 2. Mean squares of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by different densities and application of organic and chemical fertilizers.

منبع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle to plumule length ratio	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle to plumule dry weight ratio
تراکم بوته Plant density	2	812.46**	41.12**	1.74**	210.16**	84.35**	0.042ns	3.83**	0.000024**	0.0004*
تیمار کودی Fertilizer	4	1114.46**	55.99**	7.28**	224.00**	101.16**	0.10*	9.58**	0.000051**	0.0036**
کود × تراکم Density×Fertilizer	8	32.30*	6.16**	0.07*	6.54*	0.93*	0.09**	2.46**	0.0000007*	0.0002*
خطای آزمایشی Error	30	6739.20	0.46	0.031	0.88	0.38	0.030	3.06	0.00000024	0.00008
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.37	10.12	7.29	9.16	9.05	11.45	8.39	7.66	9.57

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم‌معنی‌داری.

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصله از پایه مادری تحت‌تأثیر اثرات ساده تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی.

Table 3. Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by simple effects of different densities and application of organic and chemical fertilizers.

	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (seed.day^{-1})	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length/Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule dry weight (g)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle dry weight/Plumule dry weight
Plant density (Plant.m^{-2})									
3	75.06c	5.31c	2.79a	7.45c	4.97c	1.56a	0.00053c	0.0053c	0.092b
5	89.40a	8.56a	2.10c	14.53a	9.52a	1.50a	0.00083a	0.0078a	0.103a
10	85.13b	6.41b	2.41b	8.87b	6.10b	1.46a	0.00060b	0.0059b	0.097ab
Different fertilizers									
Compost	89.66b	9.22a	1.64d	14.64a	9.98a	1.44bc	0.00088b	0.0075b	0.116a
Vermicompost	94.55a	8.15b	1.76d	15.64a	10.52a	1.47bc	0.00101a	0.0093a	0.108a
Cow manure	88.33b	7.52b	2.24c	10.50b	6.56b	1.66a	0.00073c	0.0068c	0.107a
Chemical fertilizer	75.88c	6.13c	2.65b	6.48c	4.25c	1.58ab	0.00045d	0.0049d	0.090b
Control	67.55d	2.77d	3.87a	4.17d	3.00d	1.39c	0.00021e	0.0031e	0.066c

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column and for each factor, means with similar letters are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

در بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و مصرف کودهای آلی و شیمیایی مختلف در مزرعه، بر روی جوانه-زنی بذور حاصله مشاهده شد که در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه، بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول ۴). اثرات مثبت کودهای آلی و شیمیایی در بهبود درصد و سرعت جوانه-زنی در تمامی تراکم‌های گیاهی کاملاً مشهود بود، ولی به-نظر می‌رسد که در تراکم ۵ بوته در مترمربع این اثرات مثبت تشدید شد، به عنوان مثال از نظر درصد جوانه‌زنی در تراکم ۵ بوته در مترمربع کارایی کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب ۱۶، ۹، ۸ و ۲۳ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در تراکم ۳ بوته در مترمربع افزایش یافت (جدول ۴). سرعت جوانه‌زنی در تراکم ۵ بوته در مترمربع و کودهای کمپوست، ورمی-کمپوست، گاوی و شیمیایی به‌ترتیب ۶، ۴۳، ۴۹ و ۴۰ درصد نسبت به کاربرد این کودها در تراکم ۳ بوته در مترمربع بیشتر بود (جدول ۴). استفاده از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست، گاوی و شیمیایی در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب افزایش ۷۰، ۶۶، ۶۳ و ۵۵ درصدی سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد به همراه داشت (جدول ۴).

اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف نشان داد که کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در شرایطی حاصل شد که از این کودها در تراکم ۵ بوته در مترمربع استفاده شد (جدول ۴). استفاده از کودهای آلی در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در مترمربع نیز میانگین زمان جوانه‌زنی را به میزان قابل توجهی نسبت به شاهد کاهش داد، به عنوان مثال در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب کاهش ۶۲، ۶۵ و ۴۵ درصدی میانگین زمان جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد سبب شدند (جدول ۴).

انتخاب تراکم گیاهی مطلوب برای کشت و کار به-عنوان یک عامل زراعی تحت‌کنترل، نقش مؤثری در عملکرد محصولات مختلف ایفا می‌کند و مشخص نمودن تراکم گیاهی از اصول اولیه‌ی زراعت هر محصول و از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تولید گیاهان دارویی به شمار می‌رود (Ibrahim, 2012). جهت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نظیر نور، آب، مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت شدید، تعداد بوته در واحد سطح باید در حد بهینه باشد (Ren et al, 2013). به‌نظر می‌رسد که در تراکم متوسط گیاهی (۵ بوته در مترمربع) رقابت درون و برون‌گونه‌ای حداقل بوده و لذا در فرآیند تولید بذر و رسیدگی آن تنش کمتری به گیاه وارد شده است، در نتیجه بذور حاصله از پایه مادری در این تراکم کاشت از درصد و سرعت جوانه‌زنی بالاتر و از میانگین زمان جوانه-زنی کمتری در مقایسه با سایر تراکم‌ها برخوردار بودند. در تراکم ۳ بوته در مترمربع، مواد غذایی کافی در اختیار گیاه قرار گرفت و بوته‌ها از رشد رویشی مطلوبی برخوردار شدند و به تبع آن تعداد ساقه‌های گل‌دهنده و تعداد بذر تولیدی در بوته افزایش یافت، ولی در ادامه رشد گیاه به نظر می-رسد رقابت بذور تولیدی بر سر مواد فتوسنتزی منجر به کاهش کیفیت آنها و در نتیجه افول ویژگی‌های

جوانه‌زنی بذور تولیدی شد. برای دستیابی به بذرهای مناسب با کیفیت مطلوب توجه به نیازهای غذایی گیاه مادری ضروری است، چرا که گیاه با در اختیار داشتن کافی مواد غذایی مورد نیاز خود، زمینه را برای تولید بذرهایی با کیفیت بالا که منجر به افزایش تولید در واحد سطح می‌شود فراهم می‌سازد (Omer and Ebrahim, 1995). پولوک و رُس (Pollock and Ross, 1972) معتقدند که کمبود عناصر غذایی در طول دوره‌ی رشد گیاه مادری می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم قدرت رویشی بذور حاصله را تحت‌تأثیر قرار دهد.

کمپوست و ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بوده (Gutierrez et al, 2007) که با آزادسازی تدریجی این عناصر در مراحل مختلف رشدی گیاه، منجر به ایجاد بذری با ذخایر غذایی بیشتر می شوند، بنابراین به‌نظر می‌رسد که برتری کودهای آلی نسبت به سایر تیمارها از نظر اکثر خصوصیات جوانه زنی، به ذخایر غذایی بیشتر بذور حاصل از اعمال این کودها در مزرعه مرتبط باشد. از آنجایی که کمپوست و ورمی-کمپوست دارای ویتامین ها و مواد تنظیم کننده رشد می باشند (Padmavathiamma et al, 2008) به‌نظر می‌رسد که آنزیم‌های درگیر در فرآیندهای جوانه زنی (آنزیم‌های هیدرولیتیک) بذور حاصل از مصرف آن‌ها در مزرعه، سریع‌تر از سایر تیمارها فعالیت خودشان را آغاز و لذا میانگین زمان جوانه‌زنی کمتری داشته باشند.

آرتکا (Arteca, 1996) گزارش کرد که ورمی‌کمپوست از طریق بهبود شرایط برای فعالیت میکرو ارگانیسم‌های خاک‌زی منجر به افزایش غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر اکسین، جیبرلین و سیتوکینین می‌شود که این امر افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها و در نتیجه افزایش رشد گیاه را به همراه دارد. در یک پژوهش اثر سطوح مختلف تراکم و کود نیتروژنه بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی بذر حاصل از گیاه دارویی ماریتیغال بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و وزن تر و خشک گیاهچه در تراکم ۵ بوته در مترمربع و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد و کمترین مقدار صفات مذکور متعلق به تراکم ۱۰ بوته در مترمربع و عدم مصرف کود بود (Bikian et al, 2008). در پژوهشی دیگر گزارش شد که کیفیت بذر کلزا به توانایی بذر در تولید گیاهچه‌های قوی و سالم و ایجاد یک تراکم مناسب مرتبط است (Marcroft and Potter, 1998). امیری و همکاران (Amiri et al, 2012) پس از بررسی خصوصیات جوانه‌زنی بذور رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تولید شده تحت‌شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک و آلی گزارش کردند که تیمار کمپوست به‌علاوه‌ی ورمی-کمپوست از نظر درصد، سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به سایر تیمارها برتری داشت.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه-چه

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، رابطه‌ی بین طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه رابطه‌ای قوی و مثبت بود (r= ۰/۹۶) و از آنجاییکه استفاده از کودهای آلی و شیمیایی منجر به افزایش طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شد (جدول ۴)، لذا افزایش طول ساقه‌چه در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی منطقی به نظر می‌رسد.

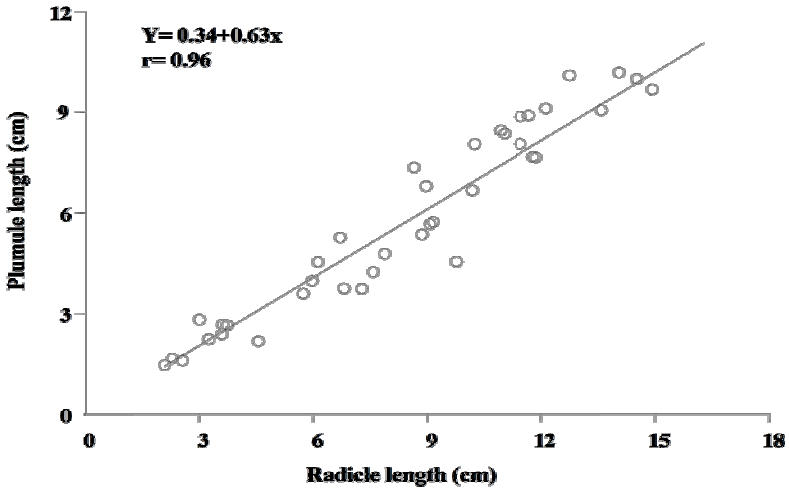
جدول ۴. مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصله از پایه مادری تحت‌تأثیر اثرات متقابل تراکم‌های مختلف و کاربرد کودهای آلی و شیمیایی.

Table 4. Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by interaction effects of different densities and application of organic and chemical fertilizers.

	درصد جوانه‌زنی Germinaton percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed.day^{-1})	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle to plumule length ratio	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule dry weight (g)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle to plumule dry weight ratio
					تراکم ۳ بوته در مترمربع Density of 3 plants per m2				
Compost	80.33d	8.43c	1.88f	11.45c	8.02c	1.43c-e	0.00066e	0.0063d	0.105b-f
Vermicompost	89.33bc	5.79d	2.30e	11.35c	8.69bc	1.30c-e	0.00079d	0.0077c	0.103b-f
Cow manure	84.00cd	5.41d	2.42e	8.20de	4.17e	1.95a	0.00069e	0.0061d	0.113a-c
Chemical fertilizer	64.66e	5.42d	3.03d	3.96g	2.40f	1.67a	0.00036g	0.0042e	0.087fg
Control	57.00f	1.49f	3.91b	2.32g	1.57f	1.47c-e	0.00013h	0.0025f	0.053h
					تراکم ۵ بوته در مترمربع Density of 5 plants per m2				
Compost	95.33ab	9.01bc	1.38g	20.75a	12.79a	1.62cd	0.00117b	0.0095b	0.123a
Vermicompost	98.33a	10.11ab	1.49g	21.33a	13.82a	1.54c-e	0.00128a	0.0110a	0.116a-c
Cow manure	91.33b	10.67a	1.92f	14.35b	9.57b	1.49c-e	0.00082d	0.0082c	0.099c-g
Chemical fertilizer	84.00cd	9.08bc	2.32e	9.32d	6.58d	1.43c-e	0.00057f	0.0060d	0.095d-g
Control	78.00d	3.94e	3.41c	6.90ef	4.86e	1.42c-e	0.00034g	0.0041e	0.082g
					تراکم ۱۰ بوته در مترمربع Density of 10 plants per m2				
Compost	93.33ab	10.22ab	1.65fg	11.71c	9.14bc	1.28e	0.00080d	0.0066d	0.120ab
Vermicompost	96.00ab	8.54c	1.49g	14.25b	9.06bc	1.57c-e	0.00098c	0.0093b	0.105b-e
Cow manure	89.66bc	6.48d	2.38e	8.96d	5.93d	1.52c-e	0.00067e	0.0061d	0.110a-d
Chemical fertilizer	79.00d	3.91e	2.60e	6.17f	3.77e	1.63c	0.00041g	0.0047e	0.089e-g
Control	67.66e	2.88e	4.29a	3.29g	2.57f	1.29de	0.00016h	0.0027f	0.062h

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.



شکل ۱- رابطه‌ی بین طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه‌ی بذور گاوزبان ایرانی حاصله از پایه‌ی مادری تحت‌شرایط استفاده از کودهای آلی و شیمیایی مختلف.

Figure 1- Relation between radicle and plumule length of Iranian Ox-Tongue resulting from the rootstock affected by organic and chemical fertilizers.

بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف نشان داد که استفاده از کودهای آلی در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد شد، به‌عنوان مثال کاربرد کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی در تراکم ۳ بوته در مترمربع طول ریشه‌چه را به‌ترتیب ۸۰، ۷۹ و ۷۲ درصد و طول ساقه‌چه را به‌ترتیب ۸۰، ۸۲ و ۶۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). اگر چه کاربرد کودهای آلی در تمام تراکم‌های گیاهی بهبود طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را به همراه داشت، ولی بیشترین نقش مثبت کودهای آلی بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه زمانی بروز یافت که از آن‌ها در تراکم ۵ بوته در مترمربع استفاده شد، به عنوان مثال طول ریشه‌چه در تراکم ۵ بوته در مترمربع و در کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب ۴۴، ۳۳ و ۳۸ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بیشتر بود و طول ساقه‌چه در تراکم ۵ بوته در مترمربع در شرایط استفاده از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی به‌ترتیب از افزایش ۳۷، ۳۸ و ۵۶ درصدی نسبت به کاربرد این کودها در تراکم ۳ بوته در مترمربع برخوردار شد (جدول ۴).

بیشترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه نیز در تراکم‌های ۳، ۵ و ۱۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب در تیمارهای مصرف کود گاوی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بدست آمد (جدول ۴).

طبق مطالعات انجام گرفته بر روی بذر گیاهان مختلف، برخی محققین اعلام داشتند که در توده‌های بذر با قدرت رویش پایین، اکثر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه با کاهش مواجه می‌شود (Perry, 1980)، به‌عبارت دیگر، می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت بذر نقش تعیین-کننده‌ای در ظهور و کیفیت گیاهچه‌های حاصله در مزرعه به ویژه در شرایط نامساعد محیطی داشته و در صورتی که

میزان گیاهچه‌های سبز شده در مزرعه زیر حد بحرانی باشد، کاهش عملکرد محصول را به همراه خواهد داشت (Tekrony and Egli, 1991).

جهت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نظیر نور، آب، مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت شدید، تعداد بوته در واحد سطح باید در حد بهینه باشد و مشخص نمودن تراکم گیاهی از اصول اولیه‌ی زراعت هر محصول و از جمله مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید گیاهان دارویی به شمار می‌رود (Ibrahim, 2012).

به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی احتمالاً از طریق بهبود ساختمان خاک، افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش میزان هوموس و ظرفیت بافری خاک و افزایش برخی آنزیم‌ها و تأثیر بر جمعیت میکروبی خاک (Hatam and Ronaghi, 2011) منجر به بهبود خصوصیات جوانه-زنی و رشد گیاهچه بذور گاوزبان ایرانی شد. آلبیاچ و همکاران (Albiach et al, 2001) گزارش کردند که تحت-تأثیر کاربرد ۲۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست طی ۴ سال، برخی ویژگی‌های خاک شامل مقدار ماده‌ی آلی، میزان اسیدهیومیک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و پایداری ساختمان خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. آتیه و همکاران (Atiyeh et al, 2000) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست به دلیل ایجاد تغییرات مثبت در شرایط فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت، نقش مؤثری در بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و فاکتورهای رشدی گیاهان مختلف ایفا می‌کند. بالا بودن ظرفیت نگهداری آب در ورمی‌کمپوست، باعث افزایش آب قابل‌دسترس، افزایش فتوسنتز، افزایش رشد و تعداد شاخه‌ها و همچنین بهبود رشد اندام‌های زایشی گیاه و افزایش کیفیت بذر حاصله از پایه مادری می‌گردد (Taiz and Zeiger, 2000). در یک پژوهش، پس از بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی چای‌ترش (*Hibiscus Sabdariffa*) گزارش شد که با افزایش فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ سانتی‌متر، عملکرد کمی و کیفی اندام‌های زایشی افزایش یافت و بذور حاصله از کیفیت بیشتری برخوردار شدند (Mir et al, 2011). در یک پژوهش اثر سه فاصله‌ی کاشت ۲۰×۴۰، ۳۰×۴۰ و ۳۰×۵۰ سانتی‌متر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه(*Melissa officinalis*) بررسی و گزارش شد که خصوصیات مرتبط با بذر در فاصله‌ی ۲۰×۴۰ سانتی‌متر دارای بیشترین مقدار خود بودند (Saglam et al, 2004).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

در بررسی اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که استفاده از کودهای آلی در تمامی تراکم‌های گیاهی مورد مطالعه افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را در مقایسه با تیمار شاهد به همراه داشت که البته بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمامی تراکم‌ها در تیمار ورمی‌کمپوست بدست آمد، به عنوان مثال کاربرد کودهای کمپوست، ورمی-کمپوست و گاوی در تراکم ۳ بوته در مترمربع به‌ترتیب

منجر به افزایش ۸۰، ۸۴ و ۸۱ درصدی وزن خشک ریشه‌چه و کاربرد این کودها در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب افزایش ۵۹، ۷۱ و ۵۶ درصدی وزن خشک ساقه‌چه را نسبت به شاهد سبب شد (جدول ۴).

کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را به‌ترتیب ۵۰، ۴۹ و ۵۳ درصد در تراکم ۳ بوته در مترمربع و به‌ترتیب ۴۸، ۴۱ و ۴۴ درصد در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴). استفاده از کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست در تراکم ۵ بوته در مترمربع نیز به‌ترتیب افزایش ۳۳ و ۲۹ درصدی نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را در مقایسه با شاهد به همراه داشت (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد تیمارهایی که در مزرعه از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند، در آزمایشگاه نیز از خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مطلوب‌تری در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند.

برخی محققین (Jain and Lyer, 1983) بر این باورند که با افزایش وزن بذر، توانایی جوانه‌زنی و تولید وزن خشک گیاهچه‌ی بذر افزایش می‌یابد. در یک پژوهش بیکیان و همکاران (Bikian et al, 2008) گزارش کردند که وزن گیاهچه‌های حاصله از پایه مادری ماریتیغال تحت‌تأثیر وزن دانه قرار گرفت و بذرهای سنگین‌تر گیاهچه‌های قوی‌تری تولید کردند. سینگ و ماکِن (Singh and Maken, 1985) نیز گزارش کردند که بین اندازه‌ی بذر و خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه رابطه‌ای مستقیم وجود دارد. در تراکم‌های بسیار زیاد، به‌دلیل سایه‌اندازی و رقابت شدید گیاهان برای نور و کمبود منابع در دسترس و همچنین حساسیت بیشتر گیاهان به عوامل بیماری‌زا، سرعت ریزش برگ‌ها افزایش یافته و در نتیجه ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه از جمله وزن هزار دانه دچار نقصان می‌گردد (Zhang et al, 2012).

جهت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نظیر نور، آب، مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت شدید، تعداد بوته در واحد سطح باید در حد بهینه باشد (Ren et al, 2013). افزایش بیش از حد تراکم گیاهی رقابت درون‌گونه‌ای را افزایش می‌دهد و در این شرایط گیاهان برای جذب نور با یکدیگر رقابت کرده و رشد طولی آن‌ها افزایش می‌یابد. این افزایش رشد طولی علاوه بر کاهش عملکرد، مشکلاتی نظیر بروز ورس را در پی خواهد داشت. کاهش بیش از حد تراکم گیاهی نیز مسلماً منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Zhang et al, 2012). در یک پژوهش، اثر تراکم‌های مختلف بوته بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه دارویی ماریتیغال بررسی و گزارش شد که با افزایش تراکم کاشت ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد کاپیتول و وزن هزار دانه‌ی گیاه با کاهش مواجه شدند و بیشترین مقدار صفات مذکور در تراکم ۵ بوته در مترمربع بدست آمد (Mohammadi et al, 2013).

کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منابعی غنی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند (Azeez et al, 2010) و به مرور این عناصر را در اختیار گیاه قرار دهند (Lee, 2010)، ضمن این‌که این

کودها به‌طور مؤثری منجر به بهبود ساختمان فیزیکی و ذخیره‌ی رطوبت خاک می‌شوند (Mao et al, 2008).

در یک پژوهش، اثر کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آویشن و مرزنجوش بررسی و گزارش شد که کاربرد ۹ تن در هکتار کود کمپوست خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مذکور را به میزان قابل-توجهی بهبود بخشید (Csizinsky, 2002). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف کود ورمی-کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گل‌ختمی گزارش شد که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست منجر به افزایش ۲ تا ۳ برابری خصوصیات مرتبط با بذر این گیاه شد (Sadeghi et al, 2014). مطالعه‌ی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی ریحان نیز حاکی از آن بود که استفاده‌ی همزمان از کود ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بهبود رشد گیاه را به همراه داشت و منجر به افزایش خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد (Anwar et al, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی در تراکم ۵ بوته در مترمربع به‌ترتیب ۱۶ و ۳۸ درصد بیشتر از تراکم ۳ بوته در مترمربع و به‌ترتیب ۵ و ۲۵ درصد بیشتر از تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بود. مقایسه‌ی تراکم ۳ و ۱۰ بوته در مترمربع نشان داد که مقدار بسیاری از صفات نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۳ بوته در مترمربع افزایش یافت. تمامی کودهای آلی مورد مطالعه بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را در پی داشتند، ولی بیشترین درصد جوانه‌زنی و طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در نتیجه‌ی کاربرد ورمی-کمپوست حاصل شد. مقایسه‌ی کود گاوی و کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست حاکی از آن بود که مقدار اکثر صفات مورد مطالعه در کودهای کمپوست و ورمی-کمپوست به مراتب بیشتر از مقدار آن‌ها در کود گاوی بود. اگر چه استفاده از کود شیمیایی منجر به بهبود بسیاری از خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شد، ولی این کود در مقایسه با کودهای آلی از اثرات مثبت کمتری برخوردار بود. نتایج اثرات متقابل تراکم گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی نشان داد که اثر مثبت این کودها در بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در تراکم ۵ بوته در مترمربع تشدید شد، به عنوان مثال استفاده از کود کمپوست در تراکم ۵ بوته در مترمربع درصد جوانه‌زنی را به‌ترتیب ۱۶ و ۳ درصد نسبت به کاربرد این کود در تراکم‌های ۳ و ۱۰ بوته در مترمربع افزایش داد. به طور کلی به‌نظر می‌رسد تیمارهای مؤثر در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در شرایط مزرعه، در شرایط آزمایشگاه نیز اثرات مثبت خود را بروز دادند.

منابع

Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., Ingelom, F., 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendements to a horticultureal soil. Bioresource Technology. 76, 125-129.

Amiri, M.B., Ghorbani, R., Jahan, M., Ehyaee, H.R., 2013. Evaluation of some germinationand emergence characteristics of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds in conditions of organic and biofertilizers in farm. Iranian Journal of Field Crops Research. 10, 649-658. [In Persian with English Summary]

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., Khanuja, S.P.S., 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Commun. Soil Science and Plant Analysis. 36, 1737-46.

Arteca, R.N., 1996. Plant Growth Substances Principles abd Application Chapman and Hall. New York by Chapman & Hall.

Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., Shuster, W., 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia. 44, 579–590.

Azeez, J.O., Van Averbeke, W., Okorogbona, A.O.M., 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology. 101, 2499–2505.

Bikian, M., Haj Seyyed Hadi, M.R., Delkhosh, B., 2008. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on some of morphological characteristics of seeds resulting from *Silybum marianum*. Journal of Plants and Ecosystems. 16, 46-60. [In Persian with English Summary]

Canter, P.H., Thomas, H., Enst, E., 2005. Bringing medicinal plants into cultivation opportunities and challenges for biotechnology. Trands in Biotechnology. 23, 180-185.

Csizinszky, A.A., 2002. Reduced iput production of herbs under sub tropical conditions in Florida. XXVIth International Horticultural Congress. 11-17 August, Toronto, Ontario, pp 196.

Fakhr Tabatabaee, M., 1993. Medicinal Plants and the Effects of Stress in Their Lives. Iranian Journal of Natural Resources. 47, 14-19. [In Persian]

Fallahi, J., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., 2008. Investigating the effects of organic fertilizer on quantity index and the amount essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita*). Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 1(8): 157 - 168.

Ghasemi, A., 2009. Medicinal and Aromatic Plants, Identifying and Studying Their Effects. Publications of Islamic Azad University, Shahrkord. [In Persian]

Ghorbani, R., Wilcockson, S., Leifert, C., 2006. Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against Phytophtora infestans. Potato Research. 48, 171-179.

Gutierrez, F.A., Santiago, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud, M., Llaven, M.A.O., Rincon, R., Dendooven, L., 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology, 98: 2781-2786.

Hatam, Z., Ronaghi, A.M., 2011. Effect of compost and compost leachate on growth and chemical composition of barley and bioavailability of some nutrients in the sandy and clay loam soil. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 15, 109-122. [In Persian with English Summary]

Heidari, M.R., Azad, E.M., Mehrabani, M., 2006. Evaluation of the analgesic effect of *Echium amoenum* Fisch and C.A. Mey. extract in mice: Possible mechanism involved. Journal of Ethnopharmacology. 103, 345-349.

Ibrahim, H.M., 2012. Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. APCBEE Procedia. 4, 175-182.

Jain, S.C., Lyer, B.G., 1983. Effect of nitrogen and plant density on nutrient utilization and yield of cotton. Indian Journal of Agronomy. 28, 59-64.

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

Mao, J., Olk, D.C., Fang, X., He, Z., Schmidt-Rohr, K., 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. Geoderma, 146: 353–362.

Marcroft, S.J., Potter, T.D., 1998. Effect of farmer-retained canola for tropical climates. Horticultural Science. 23, 495-500.

Mehrabani, M., Ghassemi, N., Sajjadi, S.E., Ghannadi, A., Shams-Ardakani, M., 2005. Main phenolic compounds of petals of *Echium amoenum* fisch. And C.A. Mey., a famous medicinal plant of Iran. Daru. 13, 65-69. [In Persian with English Summary]

Mohammadi, S., Farzane, A., Fatemi, H., Nezami, S., Arooee, H., Aminifard, M.H., 2013. Effect of organic fertilizer and plant density on vegetative and reproduce factors of *Silybum marianum* L. Journal of Research and Development. 101, 171-180. [In Persian with English Summary]

Mir, B., Ghanbari, A., Ravan, S., Asgharipour, M., 2011. Effects of plant density and sowing date on yield and yield components of *Hibiscus sabdarij* in Zabol region. Advances in Environmental Biology. 5, 1156-1161.

Motta, S.R., Maggiore, T., 2013. Evaluation of nitrogen management in maize cultivation grows on soil amended with sewage sludge and urea. European Journal of Agronomy. 45, 59-67.

Nooriyan Soroor, E., Rouzbehan, Y., Alipour, D., 2013. Effect of *Echium amoenum* extract on the growth rate and fermentation parameters of Mehraban lambs. Animal Feed Science and Technology. 184, 49-57.

Omer, E.A., Ebrahim, M.E., 1995. Effect of spacing, nitrogen and potassium fertilization on *Silybum marianum*. Horticulture, 66: 132-137.

Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y., Kumari, U.R., 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. Bioresource Technology. 99, 1672-1681.

Perry, D.A., 1980. Seed vigour and seedling establishment. Advances in Research and Technology of Seeds. 5, 25-40.

Pollock, B.M., Ross, E.E., 1972. Seed and Seedling Vigour. Seed Biology, Academic Press.

Ren, X., Zhang, L., Du, M., Evers, J.B., Van der Werf, W., Tian, X., Li, Zh., 2013. Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton. Field Crops Research. 149, 1-10.

Sadeghi, A.A., Bakhsh Kelarestaghi, K., Haj Mohammadnia, K., 2014. Effects of urea and vermicompost fertilizers on quantitative and qualitative yield of *Altheae officinalis* L. Agroecology. 6, 42-50. [Persian with English Summary]

Saglam, C., Atakisi, I., Turhan, H., Kaba, S., Arslanoglu, F., Onemli, F., 2004. Effect of propagation method, plant density, and age on lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 32, 419-423.

Salehzade, H., Izadkhah Shishvan, M., Chiyasi, M., 2009. Effect of seed priming on germination and seedling Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Biological Sciences. 4, 629-631.

Sayyah, M., Boostani, H., Pakseresht, S. Malaieri, A., 2009. Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive disorder. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. 33, 1513-1516.

Singh, A.R., Maken, V.G., 1985. Correlation studies on seed viability and seedling vigour in relation to seed size in sorghum (*Sorgum bicolor*). Seed Science and Technology, 13: 139-142.

Taiz, L., Zeiger, E., 2000. Plant Physiology. Sinauer Associates Publisher, New York.

Tekrony, D.M., Egli, D.B., 1991. Relationship between seed vigour to crop yield a review. Crop Science. 31, 816-822.

Weber, J., Kocowicz, A., Bekier, J., Jamroz, E., Tyszka, R., Debicka, M., Parylak, D., Kordas, L., 2014. The effect of a sandy soil amendment with municipal solid waste (MSW) compost on nitrogen uptake efficiency by plants. European Journal of Agronomy. 54, 54-60.

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Amiri, M.B., Fallahi, H.R., Deihimfard, R., 2010. Effects of different nitrogen nutrition of wheat (Sayonese cultivar) on germination characteristics and seedling growth affected by drought stress levels and

biofertilizers. Agroecology. 2, 266-276. [In Persian with English Summary]

Zargari, A., 1997. Medicinal Plants. Tehran University Press. [In Persian]

Zhang, Sh., Liao, X., Zhang, Ch., Xu, H., 2012. Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Industrial Crops and Products. 40, 27-32.

Journal of Seed Ecophysiology

Vol 1, No 2, 2016

117 - 135

University of Birjand

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

Mohammad Behzad Amir [1*], Parviz Rezvani Moghaddam[2], Mohsen Jahan[3]

1. Assistant Professor of Gonabad University, Gonabad, Iran
2 And 3. Professor, Associate Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively

Received 25 November 2015; Accepted 8 June 2016

Abstract

Introduction: In recent years, the effect of exogenous organic amendments on soil properties and plant growth characteristics has received renewed attention (Motta and Maggiore, 2013). Although the utilization of mineral fertilizers could be viewed as the best solution in terms of plant productivity, this approach is often inefficient in the long-term in tropical ecosystems due to the limited ability of low-activity clay soils to retain nutrients. Intensive use of agrochemicals in agricultural systems is also known to have irreversible effects on soil and water resources (Weber et al, 2014). Compost is organic matter that has been decomposed and recycled as a fertilizer and soil amendment. Compost can greatly enhance the physical structure of soil. Decomposing organic amendments slowly release nutrients which may be taken up by plants and thus result in improved agro ecosystem productivity (Csizinszky, 2002). Vermicompost is currently being promoted to improve soil quality, reduces water and fertilizer needs and therefore increases the sustainability of agricultural practices in tropical countries. Vermicomposting is a process which stabilizes organic matter under aerobic and mesophilic conditions through the joint action of earthworms and microorganisms. The products of vermicomposting have been successfully used to suppress plant pests and disease as well as increase crop productivity (Sadeghi et al, 2014). Evaluation of germination and biological characteristics of seed is the basic and primary studies in field of medicinal plants cultivation (Canter et al, 2005). Despite of many researches on the effect of organic fertilizers and plant density on different crops, information on the effects of these factors for seed resulting from rootstock of many medicinal plants is scarce, therefore, in this study germination and seedling growth indices of *Echium amoenum* seeds resulting from the rootstock in different plant densities and in condition of organic and chemical fertilizers was studied.

Materials and Methods: In order to evaluation of germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*) seeds resulting from the rootstock in different plant densities and in conditions of organic and chemical application, a factorial experiment based on CRD design with three replications was conducted in 2014 year, in Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experimental treatments included seeds

*Correspondent author Email: m.b2.amiri@gmail.com

resulting from treated Iraninan Ox-Tongue with different agronomic factors in farm including 3 plant densities (3, 5 and 10 plants per m2) and 4 different types of organic and chemical fertilizers (10 $t.ha^{-1}$ compost, 7 $t.ha^{-1}$ vermicompost, 30 $t.ha^{-1}$ cow manure, 90 $kg.ha^{-1}$ nitrogen chemical fertilizer and control).

Results and Discussion: The results showed that in all studied plant densities, the highest germination percentage obtained from vermicompost treatment. Germination rate in density of 5 plants per m^2 and application of compost, vermicompost, cow manure and chemical fertilizers was 6, 43, 49 and 40% more than the application of these fertilizers in density of 3 plants per m2, respectively. The all studied organic fertilizers decreased the mean germination time compared to control, so that the mean germination time in compost, vermicompost and cow manure treatments decreased 58, 55 and 42% compared to control. The highest radicle and plumule length obtained in density of 5 plants per m2 and compost, vermicompost and chemical fertilizers increased radicle to plumule length ratio 3, 5 and 12% compared to control, respectively. Organic fertilizers are among the most significant resources for development of agricultural soil quality and increase in the yield of different medicinal plants. It has been reported that this ecological inputs provide favorable conditions for plant growth and development through improvement of physical, chemical and biological properties of the soil (Motta and Maggiore, 2013), therefore, it can be concluded that improvement of the most studied traits on germination characteristics of resulting seeds of *Echium amoenum* in the present study were due to use of organic fertilizers. Fallahi et al., (5) have reported the positive effects of organic fertilizers on the improvement of quantitative and qualitative characteristics in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). It seems plants compete with each other over scarce nutrients and water in high plant density and cause stunted growth (Ibrahim, 2012). In a study, effect of row spacing 20×40, 30×40 and 30×50 cm on yield and yield components of lemon balm (*Melissa officinalis*) reviewed and reported the related properties of seeds in treatment of 20×40 cm had the highest value (Saglam et al, 2004). Overall, according to the findings of this study, it seems that application of ecological inputs and use of optimum plant density in cultivation of *Echium amoenum*, can reduce the damage caused by the use of chemical fertilizers, meanwhile effective in improving the quality and properties of the resulting seeds.

Keywords: **Germination percentage, Mean germination time, Medicinal plant, Radicle to plumule length ratio, Vermicompost**.