نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۶۵۸-۶۴۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p.649-658

ارزیابی برخی خصوصیات جوانه‌زنی و سبز شدن بذور رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تولید شده تحت شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک و آلی در مزرعه

محمد بهزاد امیری[1*] - رضا قربانی[2] - محسن جهان[3] - حمید رضا احیایی[4]

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۱۰

چکیده

به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی بذور رازیانه تولید شده در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیکی و آلی مختلف، دو آزمایش در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه ای در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. در این مطالعه ۱۱ نوع تیمار آزمایشی شامل بذور تولید شده در شرایط مصرف کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، *ازتوباکتر*، *سودوموناس*، *ازتوباکتر*+کمپوست، کمپوست+سودوموناس، کمپوست+ورمی کمپوست، *سودوموناس*+*ازتوباکتر*، *سودوموناس*+ورمی کمپوست، ورمی کمپوست+*ازتوباکتر* و شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که به جز طول اندام‌های هوایی در گلخانه بین تیمارهای آزمایشی در تمامی‌صفات مورد مطالعه تفاوت معنی داری وجود داشت. نتایج بخش آزمایشگاهی نشان داد که تیمار کمپوست + ورمی‌کمپوست از نظر درصد، سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. نتایج آزمایش گلخانه ای حاکی از برتری تیمار ورمی‌کمپوست از نظر درصد سبز کردن و برتری تیمار کمپوست+*سودوموناس* از نظر وزن خشک اندام‌های هوایی بود. به طور کلی یافته‌های این تحقیق نشان داد که تولید بذور تحت شرایط استفاده از کودهای بیولوژیکی و آلی مختلف در مزرعه می‌تواند روش مناسبی جهت تولید بذور مورد نیاز در کشاورزی ارگانیک این گیاه فراهم سازد؛ به طوری که میزان مطلوبی از خصوصیات رشدی و جوانه‌زنی در بذور حاصل مشاهده گردد.

واژه های کلیدی: ازتوباکتر، تولید ارگانیک، رازیانه، سودوموناس، ورمی‌کمپوست

مقدمه

از دیرباز گیاهان دارویی از منابع مهم درمان بیماری ها در تمام نقاط جهان بوده و در حال حاضر نیز این گیاهان از جایگاه مهمی‌در پیشگیری و درمان بیماری ها برخوردار می‌باشند، به خصوص در طی دهه‌های گذشته کاربرد این گیاهان در طب سنتی و مدرن رو به افزایش بوده است. رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی چند ساله و متعلق به خانواده چتریان[5] می‌باشد. این گیاه یکی از ۴ گیاه اصلی معطر جهان است که بویژه در نواحی معتدل و نیمه گرمسیری جهان کشت و کار می‌شود. کشورهایی نظیر روسیه، آلمان، فرانسه، ایتالیا، ژاپن و آمریکا از مهم‌ترین تولیدکننده‌های آن محسوب می‌شوند. رازیانه و بویژه اسانس حاصل از آن در فرآورده‌های غذایی نظیر فرآورده‌های نانوایی، نوشیدنی ها و شیرینی پزی ها به عنوان مکمل، در صنایع آرایشی و بهداشتی و در داروسازی به عنوان داروی ضد عفونی کننده چشم، خلط آور و افزاینده شیر مادران مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱، ۱۲، ۱۷ و ۲۱).

کشاورزی اکولوژیک یک سیستم کشاورزی تلفیقی مبتنی بر اصول و قوانین طبیعی بوده که در آن کیفیت محصولات مهمتر از کمیت آنهاست. نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم نهاده می‌توانند به عنوان جایگزینی مناسب برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث پایداری نظام‌های تولید و حفظ سلامت محیط زیست گردند (۷، ۲۰ و ۲۹). در کشاورزی اکولوژیک به جای استفاده از نهاده‌های خارجی نظیر کودها و آفت کش‌های شیمیایی، از تناوب زراعی با گیاهان تثبیت کننده نیتروژن، بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی، کودهای بیولوژیک و کنترل بیولوژیک آفات استفاده می‌شود، تا ضمن ذخیره مواد غذایی در خاک، علف‌های هرز و آفات کنترل شده و تنوع زیستی در مزارع افزایش یابد (۱۰). یکی از امکانات زیستی برای افزایش تولید در کشاورزی، استفاده از میکروارگانیزم‌های مفید خاکزی است که می‌توانند از طرق مختلف باعث افزایش رشد و

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانشیار، استادیار و دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.b2.amiri@gmail.com)

5- Apiaceae

Archive of SID
www.SID.ir

عملکرد گیاه شوند. از جمله این موجودات می‌توان به ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه[1] اشاره کرد (۲۸). کودهای زیستی تولیدی شامل انواع گوناگون از باکتری ها یا قارچ‌های زنده ای هستند که توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن یا حل‌کردن و افزایش جذب فسفات موجود در خاک را دارند (۱۹). این میکروارگانیسم ها با تولید مقادیر قابل ملاحظه ای از هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، ژیبرلین و سیتوکینین رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۲۲). از جمله این باکتری ها می‌توان به گونه‌های متعلق به جنس‌های *سودوموناس*، *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم* و *باسیلوس* اشاره کرد (۲۷). اثر *ازتوباکتر* در افزایش جوانه‌زنی دانه‌های محصولات مختلف مثبت گزارش شده است، که میزان این تأثیر به سویه *ازتوباکتر* بستگی دارد (۱). محفوظ و شرف الدین (۱۴) با بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک *ازتوباکتر*، *سودوموناس* و *آزسپیریلیوم* و مخلوط آنها بر روی گیاه رازیانه بیان کردند که اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش چشم گیری در ارتفاع و وزن خشک گیاه شد. مونا و همکاران (۱۸) ضمن تحقیق بر روی گیاه رازیانه گزارش کردند که با افزایش مقادیرکمپوست، کلیه خصوصیات رشدی گیاه رازیانه افزایش یافت. درزی و همکاران (۲) با بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر خصوصیات رشد گیاه رازیانه، گزارش کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست خصوصیات رشدی این گیاه را افزایش داد. مرادی و همکاران (۳) نتیجه گرفتند که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیکی مختلف موجب بهبود شاخص‌های رشدی و عملکرد دانه و اسانس رازیانه شد.

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته حائز اهمیت در تولید این گونه‌های ارزشمند، بهبود خصوصیات کمی‌و کیفی این گیاهان بدون استفاده از نهاده‌های مضر شیمیایی می‌باشد، لذا این تحقیق با هدف بررسی برخی خصوصیات جوانه‌زنی بذور رازیانه تولید شده در شرایط ارگانیک در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه انجام گرفت.

مواد و روش ها

مطالعه آزمایشگاهی در مردادماه سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل بذوری بودند که در شرایط مصرف کودهای آلی و بیولوژیک مختلف اعم از کمپوست، ورمی کمپوست، ازتوباکتر، سودوموناس، ازتوباکتر+کمپوست، کمپوست+سودوموناس، کمپوست+ورمی کمپوست، *سودوموناس+ازتوباکتر*، *سودوموناس*+ورمی کمپوست، ورمی کمپوست+*ازتوباکتر* و عدم استفاده از کود به عنوان تیمار شاهد تولید شده بودند. بذور این آزمایش از پایه های مادری ای تهیه شدند که در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با کودهای آلی و بیولوژیک مختلف تحت تیمار قرار گرفته بودند (در مزرعه تیمارهای کمپوست و ورمی‌کمپوست به ترتیب به میزان ۱۵ و ۱۰ تن در هکتار و مایه تلقیح در تیمارهای کود بیولوژیک به میزان ۲ لیتر در هکتار به خوبی با بذور آغشته شده بود) (۳). در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ متوسط بارندگی مزرعه، ۲۸۶ میلی متر، حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۲ و ۲۸/۸- درجه سانتیگراد و آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک گزارش شده بود. برای انجام آزمایش در شرایط آزمایشگاه از ژرمیناتور با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد و پتری دیش هایی به ابعاد ۹ × ۹ سانتیمتر استفاده شد. پس از قرار دادن کاغذ صافی داخل پتری دیش ها میزان ۳ میلی لیتر آب مقطر به هر یک اضافه و سپس تعداد ۲۵ عدد بذر از تیمار مربوطه داخل آنها قرار داده شد. شمارش بذرهای جوانه زده به طور روزانه یکبار و به مدت ۱۴ روز صورت گرفت. در پایان روز چهاردهم طول ساقه‌چه و ریشه چه با استفاده از خط کش شفاف اندازه گیری و تعداد گیاهچه‌های نرمال شمارش شدند. برای تعیین وزن خشک ریشه چه و ساقه‌چه، نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتیگراد قرار داده شدند، سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک ده هزارم گرم وزن خشک آن ها تعیین گردید. درصد جوانه‌زنی از نسبت درصد تعداد بذور جوانه زده پس از ۱۴ روز به تعداد کل بذور کشت شده در هر پتری بدست آمد. برای محاسبه سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه‌زنی به ترتیب از معادلات شماره ۱، ۲ و ۳ استفاده گردید (۲۳).

$$RS = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

معادله (۱):

که در آن RS= سرعت جوانه‌زنی، Si= تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش، Di= تعداد روز تا شمارش n ام، n=دفعات شمارش، می‌باشند.

معادله (۲): شاخص جوانه‌زنی= (تعداد بذرهای جوانه زده/روز اول شمارش)+. . .+ (تعداد بذرهای جوانه زده/روز آخر شمارش)

معادله ۳:
$$MGT = \sum Dn / \sum n$$

که در آن MGT= میانگین زمان جوانه‌زنی، n= تعداد بذوری که در روز D جوانه زده اند و D= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی می‌باشند.

برای انجام آزمایش در شرایط گلخانه از گلدان هایی به ابعاد ۹×۱۲ سانتی متر به حجم تقریبی ۲ کیلوگرم خاک استفاده شد. گلدان ها با خاک دارای۶۰ درصد ماسه و ۴۰ درصد شن پر و در هر گلدان ۵ عدد بذر با فواصل مساوی (۲ سانتی متر) کشت و بلافاصله آبیاری شدند (نیتروژن، فسفر، اسیدیته و شوری خاک محل آزمایش به ترتیب ۰/۰۱۲ درصد، ۵/۶ قسمت در میلیون، ۷/۴ و ۲/۹۶ دسی زیمنس بر

1- Plant Growth Promoting Rhyzobacteria

Archive of SID

www.SID.ir

متر بود). شمارش بذرهای سبز شده، از روز دوم و به مدت ۱۴ روز در یک نوبت و در ساعتی معین انجام شد. ۳۰ روز پس از کاشت گیاهچه ها با دقت از گلدان ها خارج و طول آن ها توسط خط کش شفاف اندازه گیری شد. سپس گیاهچه ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۲ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. بعد از اطمینان حاصل کردن از ثابت شدن وزن نمونه ها، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک ده هزارم گرم وزن خشک آنها تعیین شد. برای محاسبه درصد سبز کردن، تعداد بذور سبز شده در هر شمارش بر تعداد کل بذور کشت شده در هر گلدان تقسیم و عدد حاصل در ۱۰۰ ضرب گردید. سرعت و میانگین زمان سبز شدن با استفاده از معادلات ۲ و ۳ تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها و تجزیه خوشه ای با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با Excel انجام گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

مطالعات آزمایشگاهی

درصد، سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر درصد، سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه‌زنی اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱). همانگونه که در شکل ۱ (الف و ب) مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در تیمارهای کمپوست+ورمی کمپوست (۹۴ درصد) و کمپوست+*سودوموناس* (۷۳ درصد) حاصل شد. از نظر صفات سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه‌زنی تیمار کمپوست+ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (شکل ۳)، سرعت و شاخص جوانه‌زنی در تیمارهای کمپوست+ورمی‌کمپوست، *ازتوباکتر*+ورمی‌کمپوست و یا سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان نداد. کمپوست و ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بوده (۴) که با آزادسازی تدریجی این عناصر در مراحل مختلف رشدی گیاه، منجر به ایجاد بذری با ذخایر غذایی بیشتر می‌شوند، بنابراین به نظر می‌رسد که برتری تیمار کمپوست+ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارها از نظر اکثر خصوصیات جوانه‌زنی، به ذخایر غذایی بیشتر بذور حاصل از اعمال این تیمار در مزرعه مرتبط باشد. از آنجایی که کمپوست و ورمی‌کمپوست دارای ویتامین ها و مواد تنظیم کننده رشد می‌باشند (۹) به نظر می‌رسد که آنزیم‌های درگیر در فرآیندهای جوانه‌زنی (آنزیم‌های هیدرولیتیک) بذور حاصل از مصرف آنها در مزرعه، سریع تر از سایر تیمارها فعالیت خودشان را آغاز و لذا میانگین زمان جوانه‌زنی کمتری داشته باشند. کریشنا و همکاران (۱۳) گزارش کردند استفاده از کودهای بیولوژیک *آزوسپیریلوم*، باکتری‌های حل کننده فسفات، *ازتوباکتر* و ترکیب آنها در گیاهان *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی مانند درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی شد.

جدول ۱- شاخص‌های جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه گیاه دارویی رازیانه تولید شده در شرایط مختلف کودی

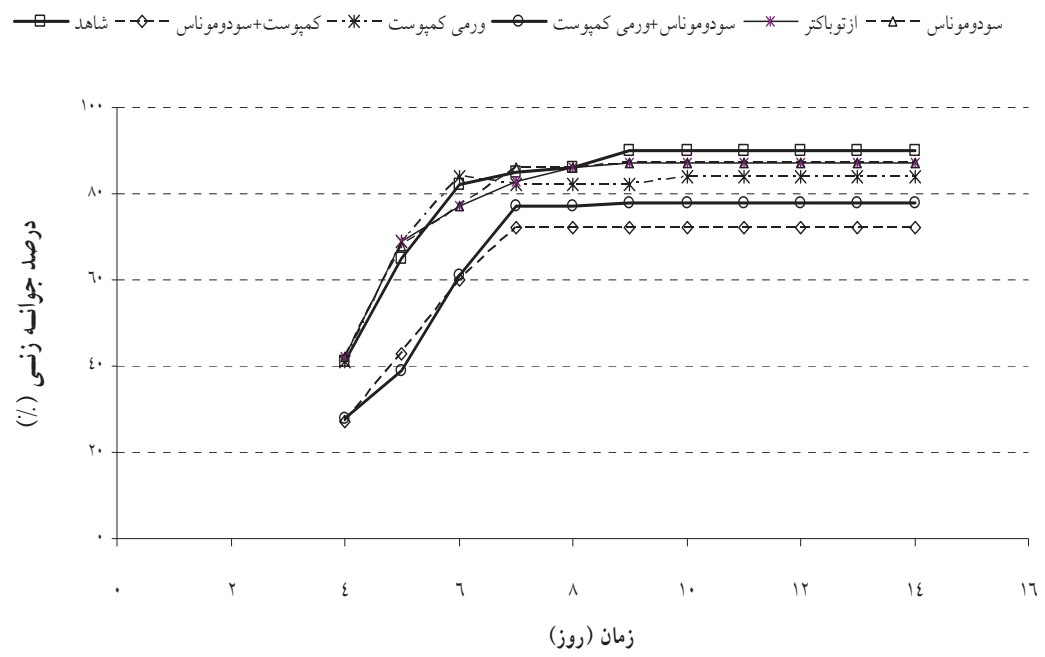
تیمار	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در ساعت)	شاخص جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه
A	۰/۸۷Abc*	۴/۷۸abc	۷۰/۷۲abc	۴/۸۴ab	۵/۷۷abc	۶/۵۵ab	۰/۰۷abc	۰/۰۳a	۰/۰۴a	۰/۲۷b
PS	۰/۸۷abc	۴/۷۳abcd	۷۰/۷۲abc	۴/۸۳ab	۶/۴۵a	۶/۶۶ab	۰/۰۷abc	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۳۵ab
V	۰/۸۸abc	d۴/۷۵abc	۷۱/۵۳abc	۵/۰۱ab	۵/۷۲abc	۶/۷۳a	۰/۰۸ab	۰/۰۱b	۰/۰۲ab	۰/۴۸a
C	۰/۷۷bc	۳/۸۳cde	۶۲/۵۹bc	۵/۲۲a	۶/۱۰ab	۶/۱۷ab	۰/۰۵c	۰/۰۱b	۰/۰۲b	۰/۲۸b
A+C	۰/۹۱ab	۴/۸۸ab	۷۳/۹۷ab	۵/۰۲ab	۵/۲۰bc	۴/۵۸c	۰/۰۶ac	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۳۰ab
A+Ps	۰/۸۵abc	۳/۹۶bcde	۶۹/۰۹abc	۴/۸۹ab	۵/۷۱abc	۵/۹۴ab	۰/۰۵c	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۲۶b
C+V	۰/۹۴a	۵/۷۷a	۷۶/۴۱a	۴/۴۰b	۵/۲۷bc	۶/۱۴ab	۰/۰۹a	۰/۰۲ab	۰/۰۳ab	۰/۳۹ab
C+Ps	۰/۷۳C	۳/۶۴e	۵۹/۳۴c	۵/۳۳a	۴/۸۴cd	۵/۲۴bc	۰/۰۵c	۰/۰۱b	۰/۰۲b	۰/۳۲ab
Ps+V	۰/۷۸abc	۳/۸۱ed	۶۳/۴۰abc	۵/۴۱a	۵/۱۵bc	۶/۰۸ab	۰/۰۴c	۰/۰۱b	۰/۰۱b	۰/۳۵ab
V+A	۰/۸۶abc	۴/۸۹ab	۶۹/۹۰ab	۴/۷۳ab	۶/۰۳ab	۶/۵۹ab	۰/۰۶bc	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۳۰ab
CON	۰/۹۲ab	۴/۸۶ab	۷۴/۷۸ab	۵/۱۴ab	۴/۰۵d	۶/۰۴ab	۰/۰۰۵bc	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۲۸b

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

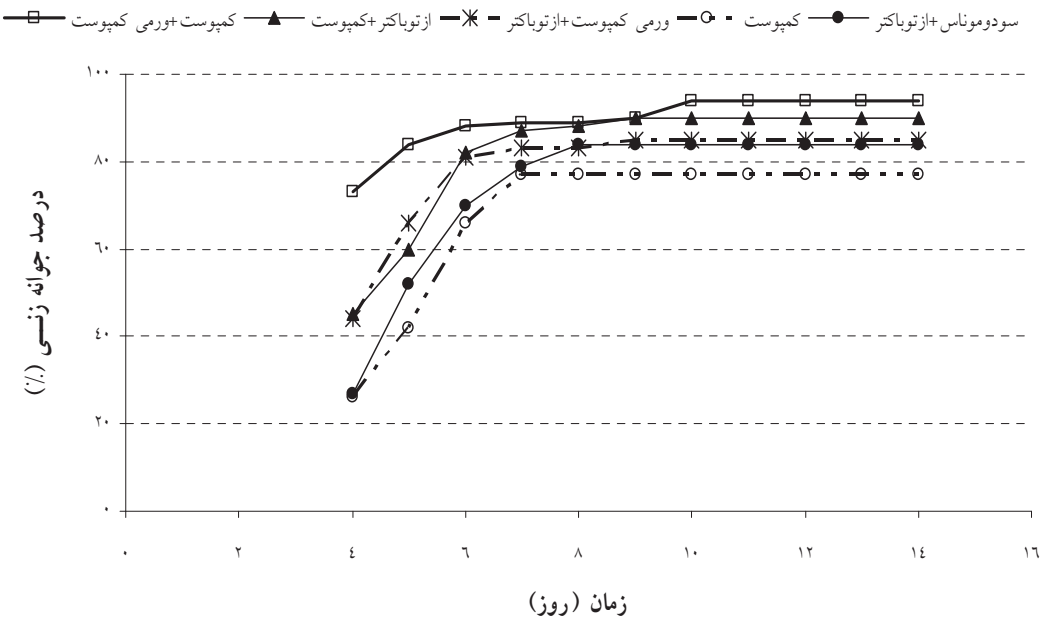
(A- *ازتوباکتر*، Ps- *سودوموناس*، V- ورمی‌کمپوست، C- کمپوست، CON- شاهد)

Archive of SID

www.SID.ir



(الف)



(ب)

شکل ۱- الف و ب- روند تغییرات درصد بذر رازیانه تولید شده در شرایط استفاده از کودهای مختلف

طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و تعداد گیاهچه نرمال

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه حاکی از اثر مثبت کودهای آلی و بیولوژیک مختلف بر روی آنها بود (جدول ۱ و شکل ۲). به طور کلی کلیه بذوری که در شرایط مصرف کودهای مختلف تولید شده اند،

www.SID.ir

طول ریشه‌چه بلندتری نسبت به شاهد داشتند. نتایج حاکی از آن است که تلقیح بذور در مزرعه با *سودوموناس* افزایش رشد ریشه‌چه بذور حاصل از پایه‌های مادری را در پی داشته است و از این نظر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. سودوموناس از طریق ساز و کارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی بیوتیک ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه و تثبیت نیتروژن، سبب تحریک رشد گیاه و افزایش طول ریشه‌چه می‌شود (۵). دلیپ و همکاران (۸) نشان دادند که تلقیح بذرهای نخود با *سودوموناس* منجر به افزایش ارتفاع ساقه، طول ریشه و وزن خشک گیاه نسبت به تیمارهای شاهد شد. در آزمایش حاضر، هر چند که بلندترین طول ساقه‌چه در تیمار ورمی کمپوست حاصل شد ولی تفاوت آن با شاهد معنی دار نبود، اما تیمار *ازتوباکتر*+کمپوست موجب کاهش معنی دار طول ساقه‌چه در مقایسه با شاهد گردید. همچنین بیشترین طول ساقه‌چه در تیمار ورمی‌کمپوست حاصل گردید که تفاوت آن با تیمارهای کمپوست+*سودوموناس* و کمپوست+*ازتوباکتر* از نظر آماری معنی دار بود. احتمالاً ورمی‌کمپوست با دارا بودن ویتامین ها و مواد تنظیم کننده رشد نظیر اکسین، جیبرلین و سیتوکینین (۹) موجب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذور از جمله افزایش طول ساقه‌چه شده است. آرانکون و همکاران (۶) در بررسی خود، تاثیر ورمی‌کمپوست را بر رشد توت فرنگی مثبت ارزیابی و گزارش کردند که افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها و ظرفیت نگهداری عناصر غذایی، منجر به بهبود خصوصیات رشدی گیاه شده است. از نظر صفت تعداد گیاهچه نرمال بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۱).

وزن خشک ریشه چه و ساقه‌چه، وزن خشک کل و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه‌چه

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بین کودهای آلی و زیستی مختلف از نظر صفات وزن خشک ریشه چه و ساقه‌چه، وزن خشک کل و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه‌چه اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱). بیشترین وزن خشک ریشه چه در تیمار کمپوست + ورمی کمپوست (۰/۰۰۹گرم) مشاهده شد (جدول ۱). ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است.

با توجه به رابطه مثبت و معنی دار وزن خشک ریشه‌چه با درصد جوانه‌زنی تیمار کمپوست+ورمی‌کمپوست که بالاترین درصد جوانه‌زنی را دارا بود بیشترین وزن خشک ریشه‌چه را ایجاد کرد. تیمار ازتوباکتر از نظر وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک کل نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (جدول ۱).

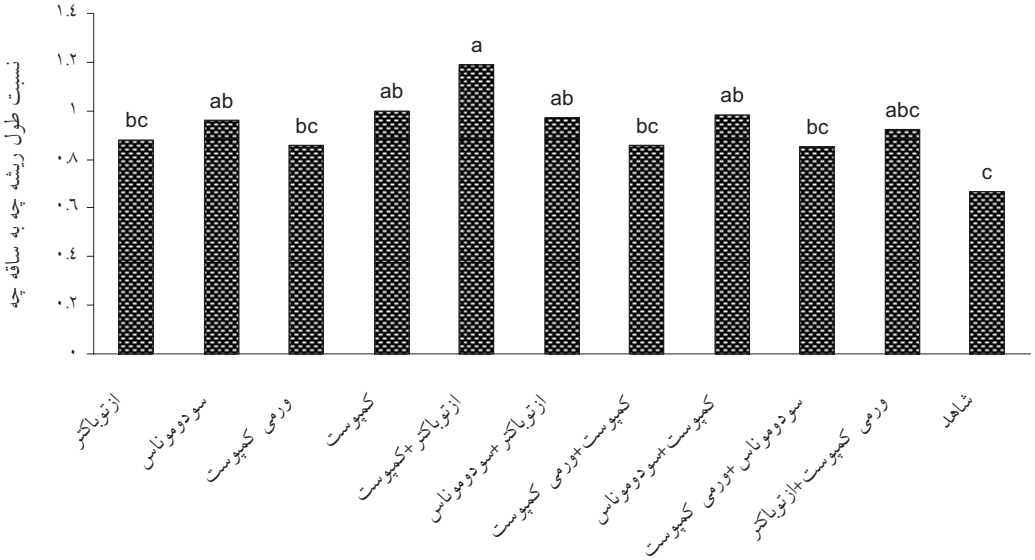
جدول ۲ – وزن هزار دانه و وزن دانه در بوته گیاه دارویی رازیانه تحت شرایط مزرعه

تیمار	ازتوباکتر	سودوموناس	ورمی‌کمپوست	کمپوست	ازتوباکتر+ کمپوست	ازتوباکتر+ سودوموناس	کمپوست+ ورمی‌کمپوست	کمپوست+ سودوموناس	سودوموناس+ ورمی‌کمپوست	ورمی‌کمپوست + ازتوباکتر	شاهد
وزن هزار دانه	۳/۸۴a*	۳/۹۱a	۳/۹۱a	۴/۰۴a	۳/۹۷a	۳/۶۸a	۴/۱۱a	۳/۸۹a	۳/۸۴a	۳/۹۸a	۳/۵۷a
وزن دانه در بوته	۲۳/۸۶d	۱۸/۰۸b	۲۰/۱۲e	۱۹/۱۸g	۲۴/۸۰c	۱۷/۱۱i	۲۷/۸۱a	۲۰/۵۰ef	۲۷/۱۴e	۲۶/۰۵b	۷/۹۸j

* در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

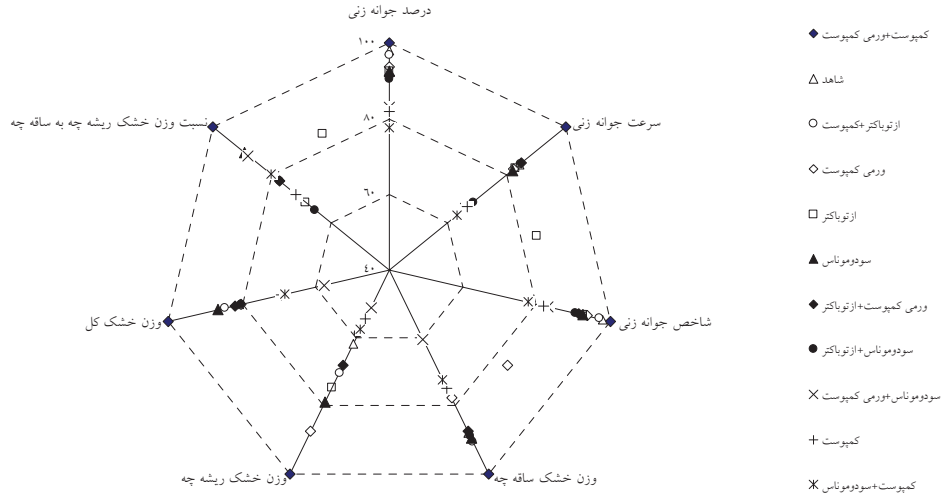
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نسبت طول ریشه‌چه به ساقه چهٔ دانه رازیانه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف در شرایط آزمایشگاه

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.



شکل۳- اثر کودهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه (مبنای مقایسه تیمارها، تیمار کمپوست+ورمی‌کمپوست بوده است)

ازتوباکتر از طریق تولید فیتوهورمون‌های رشد و سیدروفورهای مختلف و همچنین افزایش حلالیت فسفر (۲۲) منجر به ایجاد بیشترین وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه شده است.

میجاهد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که کاربرد *ازتوباکتر* به تنهایی و یا در ترکیب با کودهای بیولوژیک دیگر نظیر *Bacillus* و *Azospirillum* منجر به بهبود برخی خصوصیات رشدی کرفس وحشی[1] از جمله وزن خشک آن شده است. برترین تیمار از نظر نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه‌چه تیمار ورمی کمپوست بود (شکل ۳) با توجه به رابطه منفی و معنی دار نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه با وزن خشک ساقه‌چه، *ازتوباکتر* که منجر به ایجاد بیشترین وزن خشک ساقه‌چه شده بود کمترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را ایجاد کرد (جدول ۳ و جدول ۱).

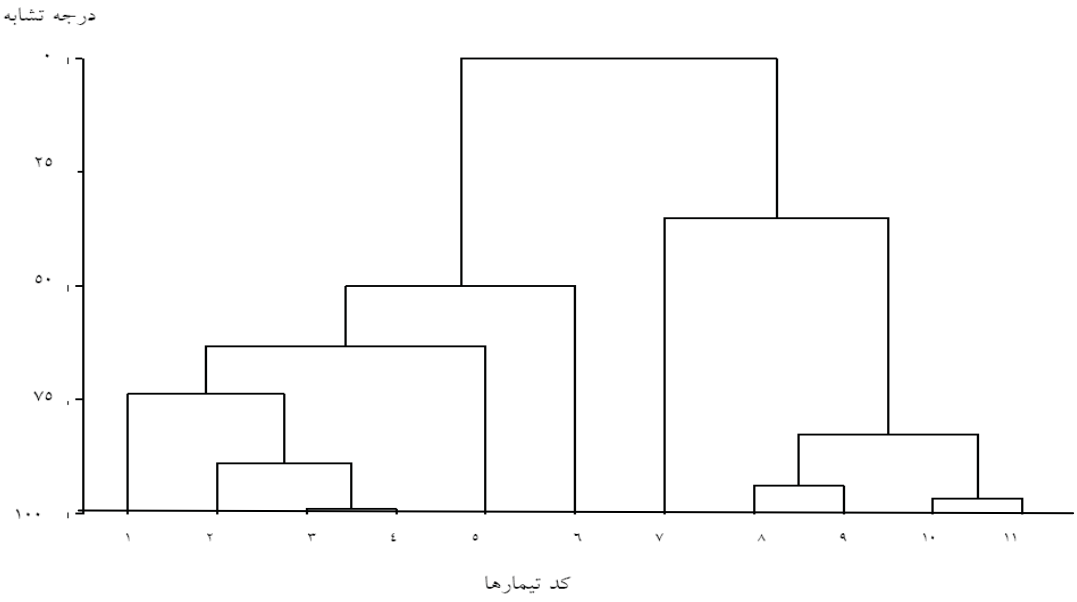
نتایج تجزیه خوشه ای نشان داد بذور تولید شده در شرایط مصرف کودهای آلی و بیولوژیک مختلف، در سطح تشابه ۷۵ درصد، در دو خوشه قرار گرفتند، بطوریکه تیمارهای کمپوست+ورمی‌کمپوست، ورمی‌کمپوست، ورمی‌کمپوست+*ازتوباکتر* و *سودوموناس* در یک خوشه و تیمارهای کمپوست، کمپوست+*سودوموناس*، *سودوموناس*+ورمی‌کمپوست و *سودوموناس*+*ازتوباکتر* در خوشه دوم قرار گرفتند. تیمارهای *ازتوباکتر*، *ازتوباکتر*+کمپوست و شاهد تشابه قابل قبولی با سایر تیمارها نشان ندادند و هر یک در خوشه‌های مستقلی قرار گرفتند (سطح تشابه ۷۵ درصد) (شکل۴).

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در بذور رازیانه تولید شده در شرایط مختلف کودی

صفات	درصد جوانه‌زنی (A)	سرعت جوانه‌زنی (B)	شاخص جوانه‌زنی (C)	میانگین زمان جوانه‌زنی (D)	طول ریشه‌چه (E)	طول ساقه‌چه (F)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (G)	وزن خشک ریشه‌چه (H)	وزن خشک ساقه‌چه (I)	وزن خشک کل (J)	نسبت وزن‌خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه (K)
A	۱										
B	۰/۸۵**	۱									
C	۱**	۰/۸۵**	۱								
D	۰/۱۰	-۰/۳۴	-۰/۱۰	۱							
E	-۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۰۴	-۰/۲۷	۱						
F	-۰/۲۸	-۰/۱۶	-۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۳۱*	۱					
G	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۱۸	-۰/۰۱	۰/۴۲**	-۰/۷۰**	۱				
H	۰/۵۴**	۰/۵۸**	۰/۵۴**	-۰/۴۰	۰/۳۵*	۰/۱۰	۰/۱۱	۱			
I	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۷	-۰/۰۷	-۰/۰۹	-۰/۰۱	-۰/۰۹	۰/۲۶	۱		
J	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۳۶*	-۰/۱۴	-۰/۰۱	۰/۰۰۷	-۰/۰۵	۰/۴۴**	۰/۹۸**	۱	
K	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۰	-۰/۲۵	۰/۳۹**	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۶۴**	-۰/۳۷*	-۰/۲۱	۱

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ٤- گروه بندی تیمارهای مختلف استفاده شده در آزمایش (کود کمپوست+ورمی‌کمپوست (۱)، ورمی‌کمپوست (۲)، *سودوموناس* (۳)، ورمی‌کمپوست+*ازتوباکتر* (٤)، *ازتوباکتر* (٥)، شاهد (٦)، *ازتوباکتر*+کمپوست (۷)، *سودوموناس*+*ازتوباکتر* (۸)، کمپوست (۹)، *سودوموناس*+ورمی‌کمپوست (۱۰) و کمپوست+*سودوموناس* (۱۱))

1- *Apium graveolens*

www.SID.ir

مطالعات گلخانه ای

درصد، سرعت و میانگین زمان سبز شدن

مقایسه میانگین ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر درصد، سرعت و میانگین زمان سبز شدن اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۴). به طور کلی، تولید بذر در شرایط مصرف کودهای آلی و زیستی مختلف موجب افزایش درصد سبز شدن گردید که بیشترین درصد سبز کردن (۹۰٪) در تیمار ورمی‌کمپوست حاصل شد. تغییرات درصد سبز شدن بذور حاصل از مصرف تیمارهای کودی مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین تغییرات درصد سبز شدن نسبت به شاهد در تیمار ورمی‌کمپوست حاصل شد. ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (۲۵) و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه و فراهمی‌جذب بیشتر عناصر غذایی (۲۲) سبز شدن گیاه را بهبود بخشیده است. از نظر سرعت سبز شدن، تیمار کمپوست+ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. دلیل این امر همانگونه که قبلاً اشاره شد احتمالاً به ذخایر غذایی بیشتر بذور حاصل از اعمال این تیمار در مزرعه مربوط می‌باشد. سینگ و همکاران (۲۵) نیز نتایج مشابهی را در مورد سرعت سبز شدن توت فرنگی گزارش کردند. نتایج نشان داد که تیمار کمپوست+*سودوموناس* از نظر صفت میانگین زمان سبز شدن نسبت به سایر تیمارها برتری نسبی داشت. کمپوست از طریق افزایش آب قابل دسترس در خاک (۲۶) و *سودوموناس* از طریق تولید هورمون‌های گیاهی (۱۵) میانگین زمان سبز شدن گیاه را کاهش داده اند.

وزن خشک اندام‌های هوایی

از نظر صفت وزن خشک اندام‌های هوایی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۴). بیشترین و کمترین وزن خشک اندام‌های هوایی به ترتیب در تیمار کمپوست + *سودوموناس* (۰/۰۰۱۸ گرم) و *ازتوباکتر* (۰/۰۰۱۲ گرم) حاصل شد. کمپوست با دارا بودن مواد غذایی از جمله بقایای گیاهی، جانوری و زباله‌های شهری و از طرفی با افزایش آب قابل دسترس گیاه و سودوموناس از طریق تولید هورمون‌های گیاهی مانند ایندول استیک اسید (IAA) می‌تواند سبب بهبود خصوصیات رشدی گیاه شوند. شالان (۲۴) گزارش کرد که بذرهای حاصل از کاربرد کودهای زیستی نظیر *آزوسپیریلیوم*، *ازتوباکتر* و *سودوموناس*، باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی سیاهدانه، نظیر وزن خشک اندام‌های هوایی آن شد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج آزمایش حاکی از آن بود که تمامی‌تیمارهای کودی مورد استفاده در مزرعه نسبت به تیمار شاهد بر روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی بذورحاصل، تاثیر مثبت داشتند. تیمار کمپوست+ ورمی‌کمپوست دارای ویتامین ها و مواد تنظیم کننده رشد می‌باشد و لذا در اکثر صفات مورد مطالعه، برتری قابل توجهی نسبت به سایر تیمارها ایجاد کرد.

جدول٤- درصد، سرعت و میانگین زمان سبز شدن و وزن خشک اندام‌های هوایی در گیاه دارویی رازیانه تولید شده در شرایط مصرف تیمارهای مختلف کودی

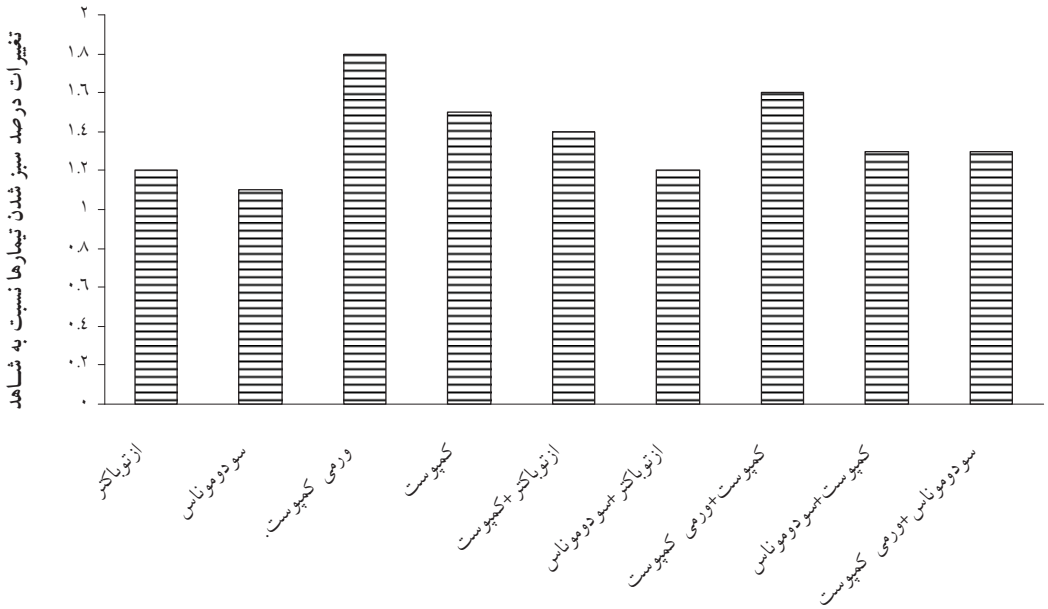
تیمار	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن (تعداد در روز)	میانگین زمان سبز شدن	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم)
A	۶۰Ab*	۰/۵۱۳ab	۶/۴۷abc	۰/۰۰۱۲c
PS	۵۵b	۰/۴۵۱abc	۶/۶۴ab	۰/۰۰۱۴abc
V	۹۰a	۰/۴۰۲bc	۵/۲۶ef	۰/۰۰۱۵abc
C	۷۵ab	۰/۵۳۱a	۶/۳۶abcd	۰/۰۰۱۷ab
A+C	۷۰ab	۰/۵۰۸ab	۵/۴۸cdef	۰/۰۰۱۴abc
A+S	۶۰ab	۰/۳۸۱c	۵/۶۲bcdef	۰/۰۰۱۶abc
C+V	۸۰ab	۰/۵۲۰a	۷/۱۵a	۰/۰۰۱۵abc
C+PS	۶۵ab	۰/۴۵۸abc	۴/۹۷f	۰/۰۰۱۸a
PS+V	۶۵ab	۰/۴۵۷abc	۵/۶۲bcdef	۰/۰۰۱۴bc
V+A	۶۰ab	۰/۵۱۵ab	۶/۲۵abcde	۰/۰۰۱۴abc
CON	۵۰b	۰/۴۵۳abc	۵/۳۱def	۰/۰۰۱۳bc

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

(A- *ازتوباکتر*، Ps- *سودوموناس*، V- ورمی‌کمپوست، C- کمپوست، CON- شاهد)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۵- تغییرات درصد سبز شدن بذور حاصل از مصرف تیمارهای کودی مختلف نسبت به تیمار شاهد

استفاده از مخلوط کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست، راه مناسبی برای تأمین نیاز غذایی گیاهان محسوب می‌شود که کیفیت خاک را نیز بهبود می‌بخشد. لذا به نظر می‌رسد که کودهای آلی و زیستی می‌توانند به عنوان جایگزینی بوم سازگار برای کودهای شیمیایی مطرح شوند، ضمن اینکه استفاده از این منابع پایداری منابع خاک و عدم آلودگی محیط زیست را در پی دارد. در حال حاضر استفاده از بذور ارگانیک در سراسر جهان رو به افزایش است. بذور تولید شده در مزارع ارگانیک علاوه بر کیفیت بالاتر، دارای نیاز کودی کمتر، مقاومت بیشتر به امراض و بیماری و ماندگاری بالاتر نسبت به بذور حاصل از کشاورزی رایج می‌باشند، از این رو به نظر می‌رسد که استفاده از بذور تولید شده در شرایط ارگانیک از مقبولیت بیشتری برخوردار باشند.

منابع

۱- رجایی، س.، ح. ع. علیخانی، و ف. رئیسی. ۱۳۸۶. اثر پتانسیل‌های محرک رشد سویه‌های بومی‌ازتوباکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۱: ۲۹۶-۲۸۵.

۲- درزی، م. ت.، ا. قلاوند، و ف. رجالی. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست، و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه در گیاه رازیانه. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰: ۱۰۹-۸۸.

۳- مرادی، ر.، پ. رضوانی مقدم، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) . پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- میر سهیل، م.، و م. ر. غلامی. ۱۳۸۷. ورمی‌کمپوست و طریقه تولید آن. مجله زیتون. ۱۸۶: ۴۴-۴۳.

5- Abdul-Jaleel, C., P. Manivannan, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Gopi, R. Somasundaram, and R. Panneerselvam. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 60: 7-11.

6- Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J. D. Metzger. 2004. Influence of vermicompost on field strawberries. Bioresource Technology. 93: 145-153.

7- Arun, K. S. 2002. A Handbook of Organic Farming Publication. Agrobios, India.

8- Dileep Kumar, S. B., I. Berggren, and A. M. Martensson. 2001. Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent *Pseudomonas* and *Rhizobium*. Plant and Soil Journal. 229: 25-34.

9- Atiyeh, R. M., S. S. Lee, C. A. Edwards, N. Q. Arancon, and J. Metzger. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. Bioresource Technology. 84: 7–14.

Archive of SID

www.SID.ir

10- Griffe, P., S. Metha, and D. Shankar. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.
11- Gross, M., J. Friedman, N. Dudai, O. Larkov, Y. Cohen, and E. Bar. 2002. Biosynthesis of estragole and t-anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. vulgare) chemotypes. Changes in SAM: phenylpropene o-methyltranferase activities during development. Plant Science. 163: 1047-1053.
12- Kapoor, R., B. Giri, and K. G. Mukerii. 2004. Essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 93: 307-311.
13- Krishna, A., C. R. Patil, S. M. Raghavendra, and M. D. Jakati. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination and seedling quality of medicinal plants. Karnataka Journal of Agriculture and Science. 21: 588-590.
14- Mahfouz, S. A., and M. A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Agrophysics Journal. 21: 361-366.
15- Mehnaz, S., and G. Lazarovits. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *azospirillum lipoferum* on corn plant growth under green house conditions. Microbial Ecology. 51:326-335.
16- Migahed, H. A., A. E. Ahmed, and B. F. Abd El-Ghany. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolense* under Calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences. 12: 511-525.
17- Mimica, N., S. Kujundzic, M. Sokovic, and M. Couladis. 2003. Essential oil composition and antifungal activity of *Foeniculum vulgare* Mill obtained by different distillation conditions. Phytotherapy Research. 17: 368-371.
18- Mona, Y., A. M. Kandil, and M. F. Swaefy Hend. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. Biological Sciences. 4: 34-39.
19- Narula, N., V. Kumar, R. K. Behl, A. Deubel, A. Gransee, and W .Merbach. 2000. Effect of P-solubilizin *Azotobacter chroococcum* on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. Journal of Plant and Nutrient Soil Science. 163: 393–398.
20- Poudel, D. D., W. R. Hoawath, W. T. Lanini, S. R. Temple, and A. H. C. Van Bruggen. 2002. Comparison of soil N availability and conventional farming systems in northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment. 90:125-137.
21- Raj, H., and K. K. Thakral. 2008. Effect of chemical fertilizers on growght, yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.). Journal of Spices and Aromatic crops. 17: 134-139.
22- Ravikumar, S., K. Kathiresan, S. Thadedus Maria Ignatiammal, M. Babu Selvam, and S. Shanthy. 2004. Nitrogen-fixing azotobacters from mangrove habitat and their utility as marine biofertilizers. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 312: 5-17.
23- Salehzade, H., M. Izadkhah Shishvan, and M. Chiyasi. 2009. Effect of seed priming on germination and seedling Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Biological Sciences, 4: 629-631.
24- Shaalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research. 83: 811-828.
25- Sing, R., R. R. Sharma, S. Kumar, R. K. Gupta, and R. T. Patil. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria xananssa* Duch.). Bioresource Technology. 99: 8507-8511.
26- Singer, W. J., S. D. Sally, and D. W. Meek. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal. 99: 80-87.
27- Tilak, K. V. B. R., N. Ranganayaki, K. K. Pal, R. De, A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, A. K. Shilpi Mittal, and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89: 136-150.
28- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 255: 571–586.
29- Wallace, J. 2001. Organic Field Crop Handbook. Pub. Canadian Organic Growers. Ottana, Ontario.

Archive of SID

www.SID.ir