

## 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<sup>۱\*</sup> - رضا قربانی<sup>۲</sup> - محسن جهان<sup>۳</sup> - حمید رضا احیایی<sup>۴</sup>

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 بیولوژیک 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 تمامی صفات مورد مطالعه تفاوت معنی داری وجود داشت. نتایج بخش آزمایشگاهی نشان داد که تیمار کمپوست + ورمی کمپوست از نظر درصد، سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. نتایج آزمایش گلخانه ای حاکی از برتری تیمار ورمی کمپوست 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 بیولوژیک 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.

**واژه‌های کلیدی:** ازتوباکتر، تولید ارگانیک، رازیانه، سودوموناس، ورمی کمپوست

#### مقدمه

نظیر فرآورده‌های نانویی، نوشیدنی‌ها و شیرینی‌پزی‌ها به عنوان مکمل، در صنایع آرایشی و بهداشتی و در داروسازی به عنوان داروی ضد عفونی کننده چشم، خلط آور و افزایش دهنده 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 آفت‌کش‌های 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 میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی است که می‌توانند از طرق مختلف باعث افزایش رشد و

از دیرباز گیاهان دارویی از منابع مهم درمان بیماری‌ها در تمام نقاط جهان بوده و در حال حاضر نیز این گیاهان از جایگاه مهمی در پیشگیری و درمان بیماری‌ها 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<sup>۵</sup> می‌باشد. این گیاه یکی از ۴ گیاه اصلی معطر جهان است که بویژه در نواحی معتدل و نیمه گرمسیری جهان کشت و کار می‌شود. کشورهای نظیر روسیه، آلمان، فرانسه، ایتالیا، ژاپن و آمریکا از مهم‌ترین تولیدکننده‌های آن محسوب می‌شوند. رازیانه و بویژه اسانس حاصل از آن در فرآورده‌های غذایی

۱، ۲، ۳، 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)

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 ورمی کمپوست 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 آمبرزه، 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 بذورهای جوانه زده به طور روزانه یکبار و به مدت ۱۴ روز صورت گرفت. در پایان روز چهاردهم طول ساقچه چه و ریشه چه با استفاده از خط کش شفاف اندازه گیری و تعداد گیاهچه های نرمال شمارش شدند. برای تعیین وزن خشک ریشه چه و ساقچه چه، 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 جوانه زنی 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 جوانه زنی به ترتیب از معادلات شماره ۱، ۲ و ۳ استفاده گردید (۲۳).

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

که در آن RS = سرعت جوانه زنی، Si = تعداد بذورهای جوانه زده در هر شمارش، Di = تعداد روز تا شمارش n ام، n = دفعات شمارش، می باشند.

معادله (۲): شاخص جوانه زنی = (تعداد بذورهای جوانه زده/روز اول شمارش) + ... + (تعداد بذورهای جوانه زده/روز آخر شمارش)  
معادله ۳:  $MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n}$

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

برای انجام آزمایش در شرایط گلخانه از گلدان هایی به ابعاد ۱۲×۹ سانتی متر به حجم تقریبی ۲ کیلوگرم خاک استفاده شد. گلدان ها با خاک دارای ۶۰ 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 (نیترژن، فسفر، اسیدیت و شوری خاک محل آزمایش به ترتیب ۰/۱۲/۰ درصد، ۵/۶ قسمت در میلیون، ۷/۴ و ۲/۹۶ دسی زیمنس بر

عملکرد گیاه شوند. از جمله این موجودات می توان به ریزوباکتری های محرک رشد گیاه<sup>۱</sup> اشاره کرد (۲۸). کودهای زیستی تولیدی شامل انواع گوناگون از باکتری ها یا قارچ های زنده ای هستند که توانایی تثبیت بیولوژیکی نیترژن یا حل کردن و افزایش جذب فسفات موجود در خاک را دارند (۱۹). این میکروارگانیسم ها با تولید مقادیر قابل ملاحظه ای از هورمون های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، ژبیرلین و سیتوکینین رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهند (۲۲). از جمله این باکتری ها می توان به گونه های متعلق به جنس های *سودوموناس*، *ازتوباکتر*، *آزوسپیریوم* و *باسیلوس* اشاره کرد (۲۷). اثر *ازتوباکتر* در افزایش جوانه زنی دانه های محصولات مختلف مثبت گزارش شده است، که میزان این تاثیر به سویه *ازتوباکتر* بستگی دارد (۱). محفوظ و شرف الدین (۱۴) با بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک *ازتوباکتر*، *سودوموناس* و *آزوسپیریوم* 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 مقادیر کمپوست، کلیه خصوصیات رشدی گیاه رازیانه افزایش یافت. درزی و همکاران (۲) با بررسی تاثیر ورمی کمپوست بر خصوصیات رشد گیاه رازیانه، گزارش کردند که استفاده از ورمی کمپوست خصوصیات رشدی این گیاه را افزایش داد. مرادی و همکاران (۳) نتیجه گرفتند که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیکی مختلف موجب بهبود شاخص های 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 گونه های ارزشمند، بهبود خصوصیات کمی و کیفی این گیاهان بدون استفاده از نهاده های مضر شیمیایی می باشد، لذا این تحقیق با هدف بررسی برخی خصوصیات جوانه زنی 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+کمپوست، سودوموناس، کمپوست+ورمی کمپوست، سودوموناس+ازتوباکتر، سودوموناس+ورمی کمپوست، ورمی کمپوست+ازتوباکتر و عدم استفاده از کود به عنوان تیمار شاهد تولید

تیمارهای کمپوست+ورمی کمپوست (۹۴ درصد) و کمپوست+سودوموناس (۷۳ درصد) حاصل شد. از نظر صفات سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه زنی تیمار کمپوست+ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (شکل ۳)، سرعت و شاخص جوانه زنی در تیمارهای کمپوست+ورمی کمپوست، *ازتوباکتر*+ورمی کمپوست و یا سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان نداد. کمپوست و ورمی کمپوست 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 می شوند، بنابراین به نظر می رسد که برتری تیمار کمپوست+ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارها از نظر اکثر خصوصیات جوانه زنی، به ذخایر غذایی بیشتر بذور حاصل از اعمال این تیمار در مزرعه مرتبط باشد. از آنجایی که کمپوست و ورمی کمپوست دارای ویتامین ها و مواد تنظیم کننده رشد می باشند (۹) به نظر می رسد که آنزیم های درگیر در فرآیندهای جوانه زنی (آنزیم های هیدرولیتیک) بذور حاصل از مصرف آنها در مزرعه، سریع تر از سایر تیمارها فعالیت خودشان را آغاز و لذا میانگین زمان جوانه زنی کمتری داشته باشند. کریشنا و همکاران (۱۳) گزارش کردند استفاده از کودهای بیولوژیک *آزوسپیریلوم*، باکتری های حل کننده فسفات، *ازتوباکتر* و ترکیب آنها در گیاهان *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود برخی ویژگی های جوانه زنی مانند درصد، سرعت و شاخص جوانه زنی شد.

متر بود). شمارش بذرها 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

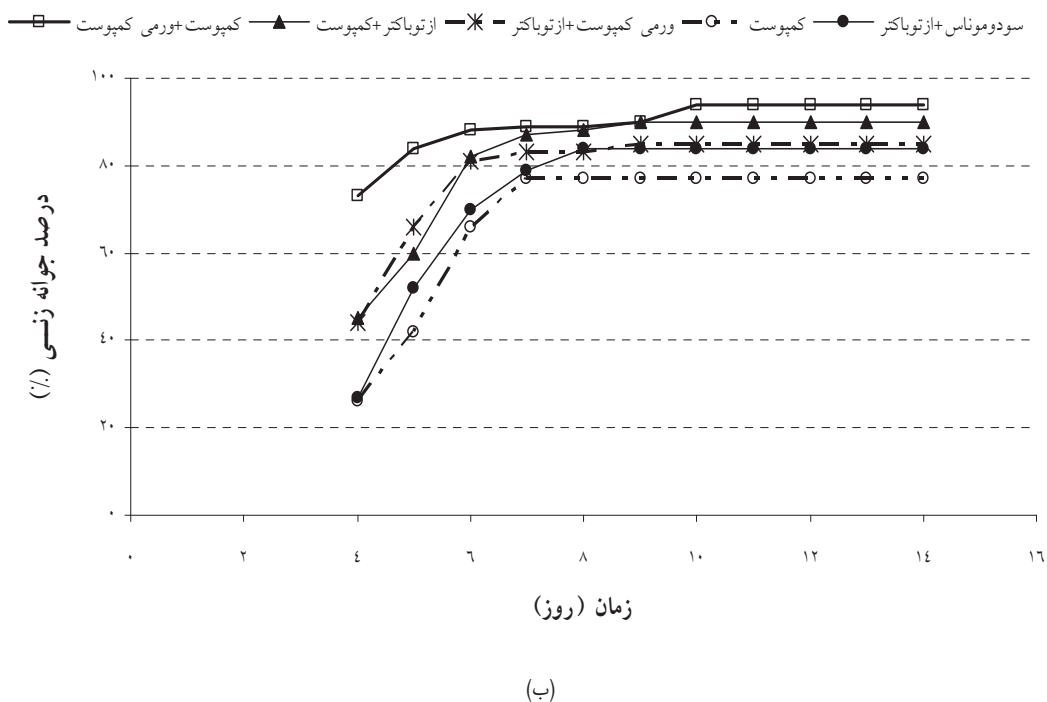
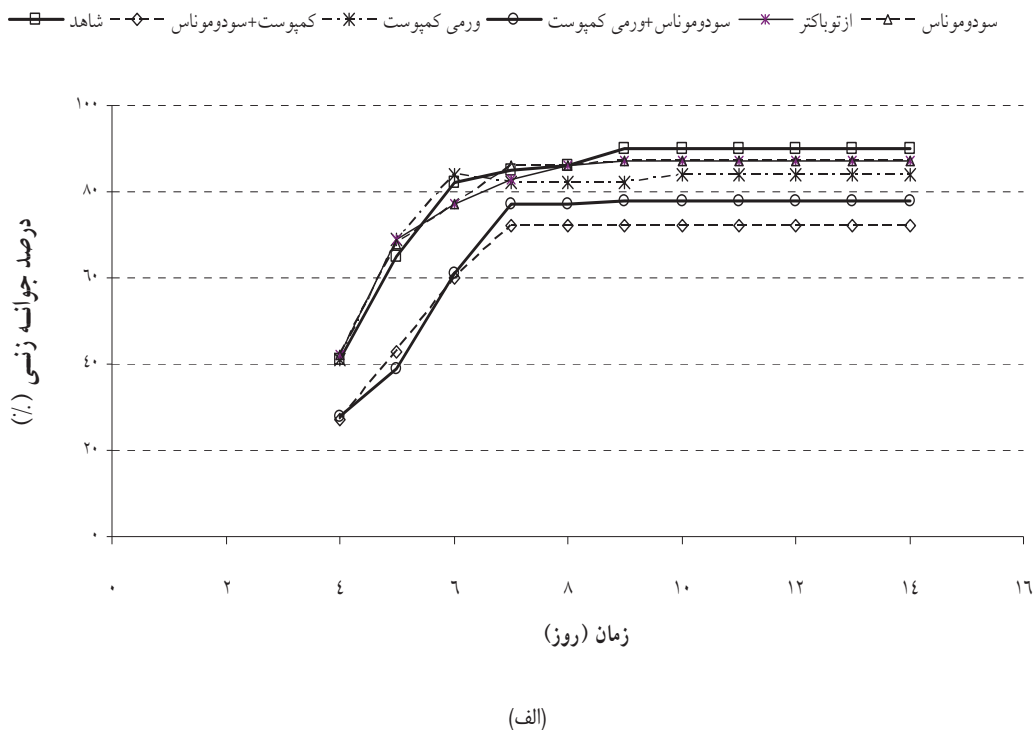
#### درصد، سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه زنی

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر درصد، سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه زنی اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱). همانگونه که در شکل ۱ (الف و ب) مشاهده می شود بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی به ترتیب در

جدول ۱- شاخص های جوانه زنی و ویژگی های گیاهچه گیاه دارویی رازیانه تولید شده در شرایط مختلف کودی

تیمار	درصد جوانه زنی (%)	سرعت جوانه زنی (بذر در ساعت)	شاخص جوانه زنی	میانگین زمان جوانه زنی	طول ریشه چه (سانتیمتر)	طول ساقه چه (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه
A	۰/۸۷abc*	۴/۷۸abc	۷۰/۷۲abc	۴/۸۴ab	۵/۷۷abc	۶/۵۵ab	۰/۰۰۷abc	۰/۰۳a	۰/۰۴a	۰/۲۷b
PS	۰/۸۷abc	۴/۷۳abcd	۷۰/۷۲abc	۴/۸۳ab	۶/۴۵a	۶/۶۶ab	۰/۰۰۷abc	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۳۵ab
V	۰/۸۸abc	۴/۷۵abc	۷۱/۵۳abc	۵/۰۱ab	۵/۷۲abc	۶/۷۳a	۰/۰۰۸ab	۰/۰۱b	۰/۰۲ab	۰/۴۸a
C	۰/۷۷bc	۳/۸۳cde	۶۲/۵۹bc	۵/۲۲a	۶/۱۰ab	۶/۱۷ab	۰/۰۰۵c	۰/۰۱b	۰/۰۲b	۰/۲۸b
A+C	۰/۹۱ab	۴/۸۸ab	۷۳/۹۷ab	۵/۰۲ab	۵/۲۰bc	۴/۵۸c	۰/۰۰۶ac	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۳۰ab
A+Ps	۰/۸۵abc	۳/۹۶bcde	۶۹/۰۹abc	۴/۸۹ab	۵/۷۱abc	۵/۹۴ab	۰/۰۰۵c	۰/۰۲ab	۰/۰۲ab	۰/۲۶b
C+V	۰/۹۴a	۵/۷۷a	۷۶/۴۱a	۴/۴۰b	۵/۲۷bc	۶/۱۴ab	۰/۰۰۹a	۰/۰۲ab	۰/۰۳ab	۰/۳۹ab
C+Ps	۰/۷۳C	۲/۶۴e	۵۹/۳۴c	۵/۳۳a	۴/۸۴cd	۵/۲۴bc	۰/۰۰۵c	۰/۰۱b	۰/۰۲b	۰/۳۲ab
Ps+V	۰/۷۸abc	۳/۸۱ed	۶۳/۴۰abc	۵/۴۱a	۵/۱۵bc	۶/۰۸ab	۰/۰۰۴c	۰/۰۱b	۰/۰۱b	۰/۳۵ab
V+A	۰/۸۶abc	۴/۸۹ab	۶۹/۹۰ab	۴/۷۳ab	۶/۰۳ab	۶/۵۹ab	۰/۰۰۶bc	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، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.  
(A-ازتوباکتر، PS-سودوموناس، V-ورمی کمپوست، C-کمپوست، CON-شاهد)



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

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،

طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و تعداد گیاهچه نرمال نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه

جدول ۲- وزن هزار دانه و وزن دانه در بونه گیاه دارویی رازیانه تحت شرایط مزرعه

شاهد	ورمی کمپوست + ازتوباکتر	سودوموناس + ورمی کمپوست	کمپوست + سودوموناس	کمپوست + ازتوباکتر	ازتوباکتر + سودوموناس	کمپوست + ازتوباکتر	کمپوست	ورمی کمپوست	سودوموناس	ازتوباکتر	تیمار
۳/۵۷a	۳/۹۸a	۳/۸۸a	۳/۱۱a	۳/۶۸a	۳/۹۷a	۳/۰۴a	۳/۹۱a	۳/۹۱a	۳/۹۱a	۳/۸۴a*	وزن هزار دانه
۷/۹۷j	۳۶/۰۵b	۲۰/۵۰-ef	۳۷/۸۱a	۱۷/۱۱i	۳۳/۸۰c	۱۹/۸۸g	۲۰/۱۲e	۱۷-۸b	۲۳/۸۶d	۲۳/۸۶d	وزن دانه در بونه

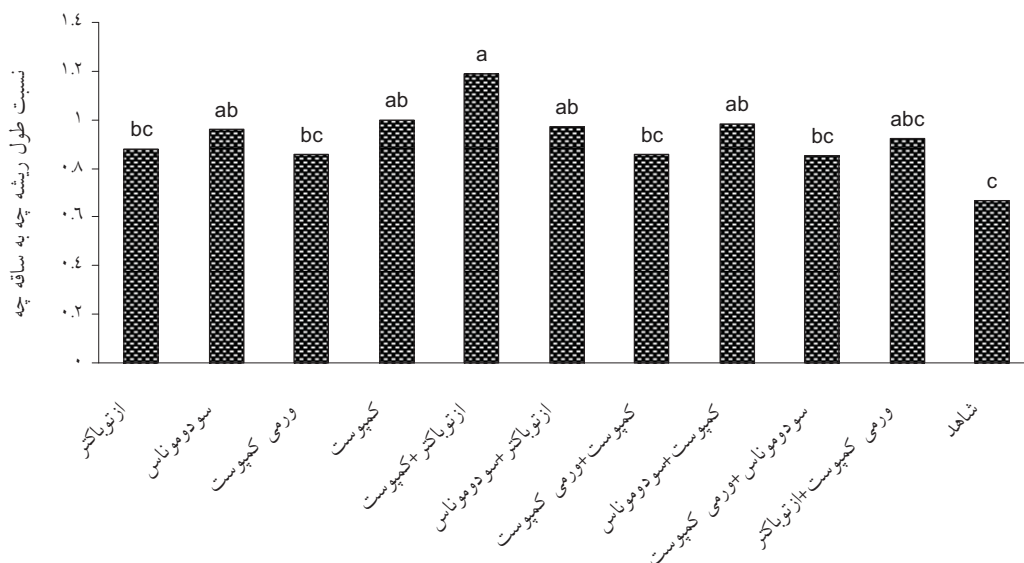
\* در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

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 بیوتیک‌ها، 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 بذرهاى 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 ورمی کمپوست حاصل گردید که تفاوت آن با تیمارهای کمپوست+سودوموناس و کمپوست+ازتوباکتر از نظر آماری معنی دار بود. احتمالاً ورمی کمپوست با دارا بودن ویتامین‌ها 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 ورمی کمپوست را بر رشد توت فرنگی مثبت ارزیابی و گزارش کردند که افزایش فعالیت میکروارگانسیم‌ها 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).

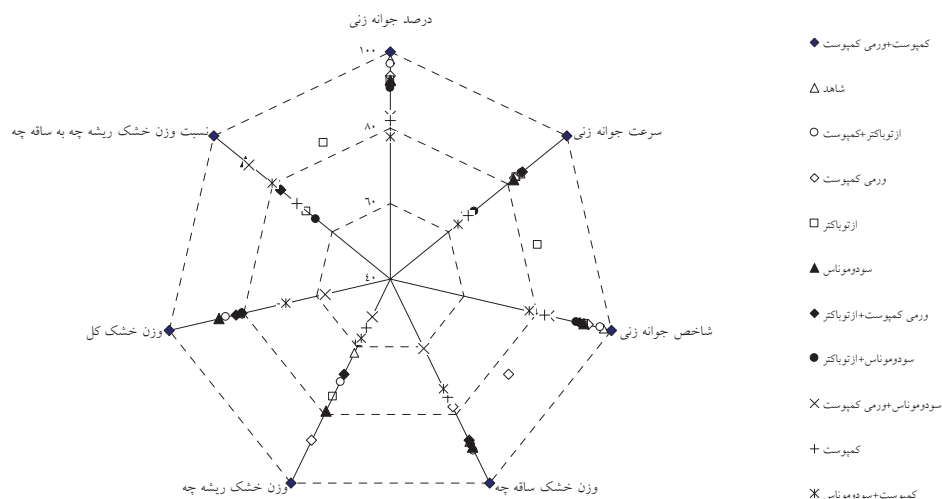
### وزن خشک ریشه چه و ساقه‌چه، وزن خشک کل و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه‌چه

نتایج مقایسه میانگین‌ها 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 (۰/۰۰۹ گرم) 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+ورمی کمپوست 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).



شکل ۲- نسبت طول ریشه چه به ساقه چه 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.



شکل ۳- اثر کودهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه (مبنای مقایسه تیمارها، تیمار کمپوست+ورمی کمپوست بوده است)

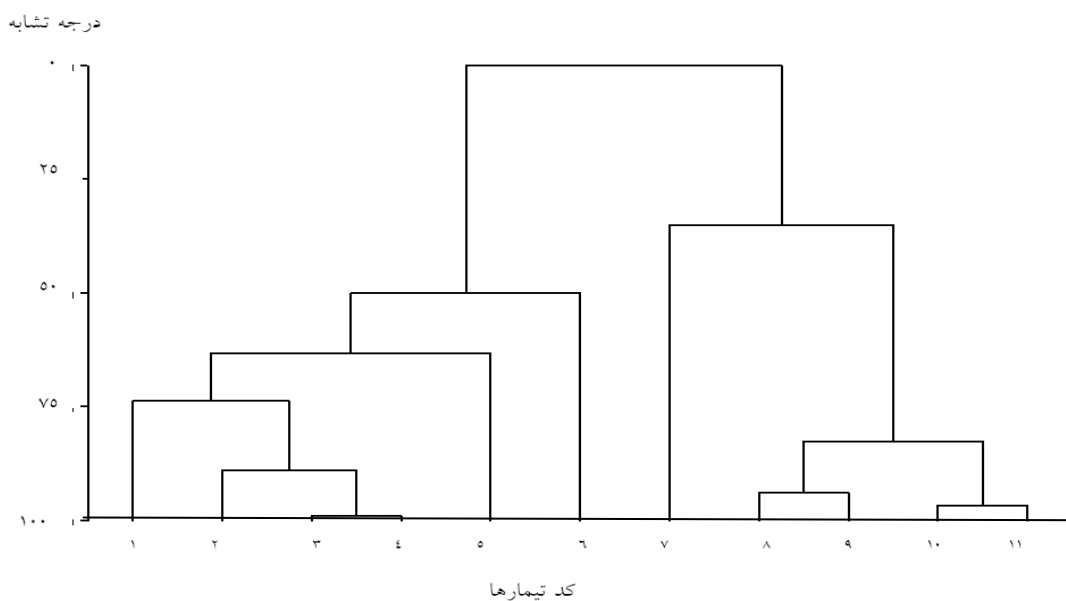
ساقه چه را ایجاد کرد (جدول ۳ و جدول ۱).  
 نتایج تجزیه خوشه ای نشان داد بذور تولید شده در شرایط مصرف کودهای آلی و بیولوژیک مختلف، در سطح تشابه ۷۵ درصد، در دو خوشه قرار گرفتند، بطوریکه تیمارهای کمپوست+ورمی کمپوست، ورمی کمپوست، ورمی کمپوست+سودوموناس در یک خوشه و تیمارهای کمپوست، کمپوست+سودوموناس، سودوموناس+ورمی کمپوست 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) (شکل ۴).

ازتوباکتر از طریق تولید فیتوهورمون‌های رشد و سیدروفورهای مختلف و همچنین افزایش حلالیت فسفر (۲۲) منجر به ایجاد بیشترین وزن خشک ساقه چه و ریشه چه شده است.  
 میچاهد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که کاربرد ازتوباکتر به تنهایی و یا در ترکیب با کودهای بیولوژیک دیگر نظیر *Bacillus Azospirillum* منجر به بهبود برخی خصوصیات رشدی کرفس وحشی<sup>۱</sup> از جمله وزن خشک آن شده است. برترین تیمار از نظر نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه تیمار ورمی کمپوست بود (شکل ۳) با توجه به رابطه منفی و معنی دار نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه با وزن خشک ساقه چه، ازتوباکتر که منجر به ایجاد بیشترین وزن خشک ساقه چه شده بود کمترین نسبت وزن خشک ریشه چه به

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

صفات	درصد جوانه زنی (A)	سرعت جوانه زنی (B)	شاخص جوانه زنی (C)	میانگین زمان جوانه زنی (D)	نسبت		طول ریشه چه به ساقه چه (G)	طول ریشه چه به ساقه چه (F)	وزن خشک ریشه چه (H)	وزن خشک ساقه چه (I)	وزن خشک کل (J)	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه (K)
					طول ریشه چه (E)	طول ساقه چه (F)						
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*	۰/۱۱	۰/۱۱	۱				
I	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۲۶	۰/۰۹	۱			
J	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۴۴**	۰/۰۵	۰/۹۸**	۱		
K	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۳۹**	۰/۱۱	۰/۶۴**	۰/۱۶	۰/۳۷*	۰/۲۱	۱	

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



شکل ۴- گروه بندی تیمارهای مختلف استفاده شده در آزمایش (کود کمپوست+ورمی کمپوست (۱)، ورمی کمپوست (۲)، سودوموناس (۳)، ورمی کمپوست+ازتوباکتر (۴)، شاهد (۵)، ازتوباکتر (۶)، ازتوباکتر+کمپوست (۷)، سودوموناس+ازتوباکتر (۸)، کمپوست (۹)، سودوموناس+ورمی کمپوست (۱۰) و کمپوست+سودوموناس (۱۱))

## مطالعات گلخانه ای

## درصد، سرعت و میانگین زمان سبز شدن

مقایسه میانگین‌ها 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 بذور در شرایط مصرف کودهای آلی و زیستی مختلف موجب افزایش درصد سبز شدن گردید که بیشترین درصد سبز کردن (۹۰٪) در تیمار ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست حاصل شد. ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک (۲۵) و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه و فرامی جذب بیشتر عناصر غذایی (۲۲) سبز شدن گیاه را بهبود بخشیده است. از نظر سرعت سبز شدن، تیمار کمپوست+ورمی کمپوست 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 /زتوباکتر (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 بذرها حاصل از کاربرد کودهای زیستی نظیر *آزوسپیریلیوم*، *ازتوباکتر* و *سودوموناس*، باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی سیاهدانه، نظیر وزن خشک اندام‌های هوایی آن شد.

## نتیجه گیری

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

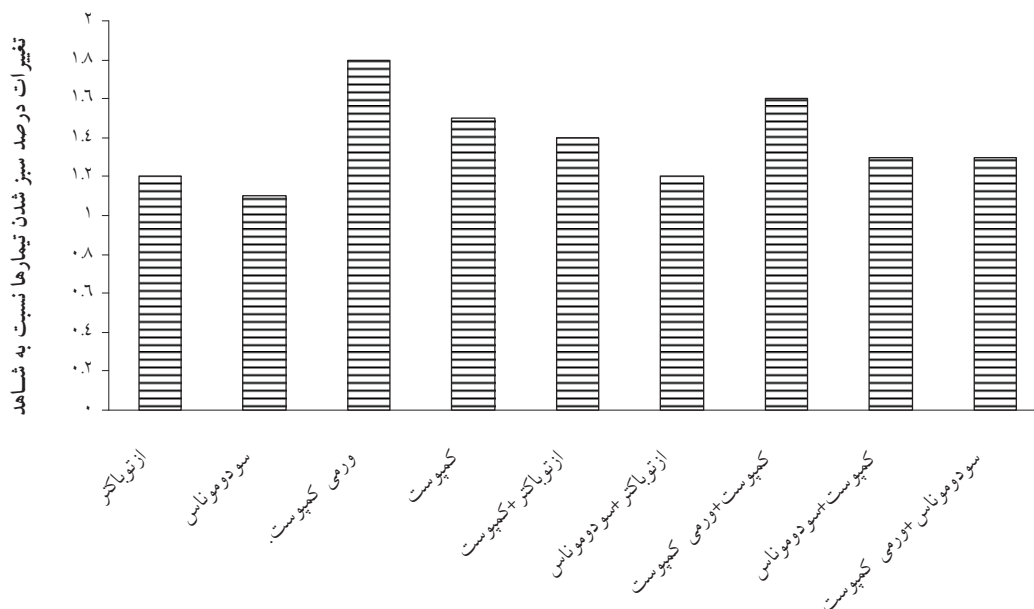
جدول ۴- درصد، سرعت و میانگین زمان سبز شدن و وزن خشک اندام‌های هوایی در گیاه دارویی رازیانه تولید شده در شرایط مصرف تیمارهای مختلف کودی

تیمار	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن (تعداد در روز)	میانگین زمان سبز شدن	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم)
A	۶۰ Ab*	۵/۱۳ ab	۶/۴۷ abc	۰/۰۰۱۲ c
PS	۵۵ b	۴/۵۱ abc	۶/۶۴ ab	۰/۰۰۱۴ abc
V	۹۰ a	۴/۰۲ bc	۵/۲۶ ef	۰/۰۰۱۵ abc
C	۷۵ ab	۵/۳۱ a	۶/۳۶ abcd	۰/۰۰۱۷ ab
A+C	۷۰ ab	۵/۰۸ ab	۵/۴۸ cdef	۰/۰۰۱۴ abc
A+S	۶۰ ab	۴/۳۱ c	۵/۶۲ bcdef	۰/۰۰۱۶ abc
C+V	۸۰ ab	۵/۲۰ a	۷/۱۵ a	۰/۰۰۱۵ abc
C+PS	۶۵ ab	۴/۵۸ abc	۴/۹۷ f	۰/۰۰۱۸ a
PS+V	۶۵ ab	۴/۵۷ abc	۵/۶۲ bcdef	۰/۰۰۱۴ bc
V+A	۶۰ ab	۵/۱۵ ab	۶/۲۵ abcde	۰/۰۰۱۴ abc
CON	۵۰ b	۴/۵۳ abc	۵/۳۱ def	۰/۰۰۱۳ bc

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

(A- /زتوباکتر، PS- سودوموناس، V- ورمی کمپوست، C- کمپوست، CON- شاهد)





شکل ۵- تغییرات درصد سبز شدن بذور حاصل از مصرف تیمارهای کودی مختلف نسبت به تیمار شاهد

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.

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

## منابع

- ۱- رجایی، س.، ح. ع. علیخانی، و ف. رئیسی. ۱۳۸۶. اثر پتانسیل‌های محرک رشد سویه‌های بومی ازتوباکتر 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 گلدھی، 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: ۴۳-۴۴.
- 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.

- 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-methyltransferase activities during development. *Plant Science*. 163: 1047-1053.
- 12- Kapoor, R., B. Giri, and K. G. Mukerji. 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 growth, 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. Shanthi. 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.