نقش تغذیه گیاه مادری با کودهای شیمیایی و زیستی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای (*Nepeta racemosa*)

محمدنبی ایلکایی[۱]، علی صارمی‌راد[۲*]، بهلول عباس‌زاده[۳]، هادی صالحی[۴]

[۱]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

[۲]دانشجوی دکتری تخصصی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

[۳]استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، کرج، ایران

[۴]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۹

چکیده

جوانه‌زنی اندک و نامنظم، یکی از مشکلات مهم و اصلی در تکثیر بسیاری از گیاهان دارویی است که با استفاده از روش‌های مختلف می‌توان این مشکل را مرتفع نمود. بدین منظور آزمایشی با هدف بررسی اثر تغذیه پایه مادری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مرحله اجرا درآمد. عوامل مورد مطالعه شامل کودهای شیمیایی ماکرو فسفر و نیتروژن در چهار سطح و کود زیستی نیز در چهار سطح بودند که به شکل تیمار ریشه نشاء قبل از کاشت اعمال گردیدند. نتایج اثر کود شیمیایی نشان داد که در تیمار شاهد و تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بیشترین رشد طولی ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه حاصل می‌شود. در مورد طول گیاهچه، تیمار شاهد بالاترین تأثیر را در پی داشت. بر اساس نتایج اثر کود زیستی، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه با میانگین‌های ۰/۰۰۱۴ و ۰/۰۰۰۱۳ گرم در تیمارهای قارچ میکوریزای آربوسکولار (AM) بعلاوه میکروارگانیسم های حل کننده فسفات (PSM) و شاهد حاصل شد. نتایج حاصل از مقایسات میانگین برهمکنش کود شیمیایی- کود زیستی، نشان داد که وزن تر گیاهچه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (N0P150) به همراه کود زیستی AM+PSM + ریزوباکتری محرک رشد گیاه (PGPR)، درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد و تیمار N0P150 به همراه کود زیستی AM+PSM، شاخص بنیه طولی در تیمار شاهد و وزن هزار دانه در تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (N0P150) به همراه کاربرد کود زیستی AM+PSM+PGPR از بالاترین مقادیر برخوردار بودند. در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که کود فسفر بیشتر از سایر کودها در جوانه‌زنی تأثیر داشت که این موضوع می‌تواند بیانگر نقش مثبت فسفر در کیفیت بذر باشد.

واژه‌های کلیدی: گیاه پونه سای کوهی، جوانه‌زنی بذر، کود شیمیایی، کود زیستی فسفره و نیتروژنه.

مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع حائز اهمیت در تولید دارو هستند که بشر طی سالیان طولانی با طیف وسیعی از خواص درمانی، از آن‌ها استفاده نموده است. موارد استفاده از گیاهان دارویی با پیشرفت و دستیابی جامعه بشری

*نویسنده مسئول: asaremirad@gmail.com

امروزی به مدارج بالای علمی به اثبات رسیده است و سبب بازگشت به‌سوی طبیعت و افزایش روزافزون استفاده از داروهای با منشأ گیاهی و طبیعی شده است. سازمان بهداشت جهانی به‌طور مکرر بر رویکرد جامع به طب سنتی و گیاهان دارویی و نیز ضرورت کاربرد علمی و اقتصادی آن تأکید دارد. این رویکرد یکی از مباحث مهم جهانی در چند دهه اخیر به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه به شمار می‌آید (Saeednia et al., 2009).

تیره نعناعیان (Lamiaceae= Labiatae) از راسته لامیال (Lamiales) یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین تیره‌ها محسوب می‌شود که حدود ۷۵۳ جنس و ۲۳۳۳ گونه در جهان را در خود جای داده است و به لحاظ پراکنش، جهان‌گستر می‌باشد (Harley et al., 2004). گیاهان این تیره به دلیل وجود اسانس و انواع فلاونوئیدها که به‌طور عمده در بخش‌های هوایی تجمع می‌یابد، دارای اهمیت هستند. از جمله مهم‌ترین این گیاهان می‌توان به پونه‌سا (*Nepeta*) اشاره نمود. این جنس دارای گونه‌های دارویی حاوی اسانس بسیار ارزشمندی است (Batooli and Safaei-Ghomi, 2012). اغلب گونه‌های این جنس به دلیل داشتن اثرهای درمانی، در طب سنتی استفاده شده‌اند (Sajjadi and Mehregan, 2005)؛ برای مثال گونه *Nepeta cataria* جهت درمان سرماخوردگی و گونه *Nepeta racemosa* به‌عنوان ضدعفونی‌کننده و اشتهاآور در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفت و امروزه نیز با اهداف درمانی ذکرشده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mojab et al., 2009).

بذر به‌عنوان مهم‌ترین عامل تکثیر و انتشار گیاهان و نیز تأمین‌کننده نیاز تغذیه‌ای انسان، حیوان و پرندگان به شمار می‌رود. تکثیر از طریق بذر یکی از ارکان مهم رویش گیاهی در سطح دنیا محسوب می‌گردد. به‌علاوه به‌عنوان منبع قند و روغن به سهولت قابل ذخیره و دسترس می‌باشند (Gooding et al., 2000). کیفیت بذر یکی از مسائلی است که همواره مورد توجه کشاورزان قرار دارد. این خصوصیت تحت تأثیر عواملی ژنتیکی و محیطی، دچار نوسان می‌گردد؛ بنابراین یافتن راهکاری مناسب جهت افزایش کیفیت بذر ضروری به نظر می‌رسد. تغذیه پایه مادری به‌وسیله کودهای مختلف از جمله کودهای شیمیایی و زیستی می‌تواند راهکار مناسبی جهت افزایش کیفیت بذر باشد. جوانه‌زنی پایین و نامنظم یکی از مشکلات اصلی در تکثیر بسیاری از گیاهان دارویی است (Koppad and Umarbhadsha, 2006). این موضوع می‌تواند با به‌کارگیری کودهای تغذیه‌ای مختلف در گیاه مادری تا حدودی اصلاح شده و بهبود یابد. دراین‌بین نوع و غلظت مورد استفاده کودها باید با توجه به گیاه هدف، آزمایش و تعیین گردد. اثر *Azotobacter* در افزایش جوانه‌زنی دانه‌های محصولات مختلف مثبت گزارش شده است، اما میزان این تأثیر در سویه‌های مختلف *Azotobacter* یکسان نبوده و نتایج متفاوتی را به دنبال داشته است (Rajaei et al., 2007). استفاده از کودهای زیستی *Azospirillum*، باکتری‌های حل‌کننده فسفات، *Azotobacter* و ترکیب آن‌ها با یکدیگر در گیاهان دارویی *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی مانند درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی شد (Krishna et al., 2008). تیمار بذر زیره سبز با *Azotobacter* به نسبت ۶/۲۵ گرم برای هر کیلوگرم بذر سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد (Rezaei et al., 2005). در گیاه *Emblica officinalis*، تیمار بذور با *Azospirillum* درصد و سرعت جوانه‌زنی را بهبود بخشید (Bhadaurla, 2000).

افزایش استفاده از ترکیبات دارویی به‌ویژه ترکیبات با منشأ طبیعی در جمعیت رو به رشد، یک امر اجتناب‌ناپذیر است. در این میان علاوه بر ژنوتیپ گیاه، عوامل محیطی نیز نقش بسزایی در تولید محصولات گیاهی دارد. تغذیه گیاه مادری یکی از عوامل محیطی است که تأثیرات قابل ملاحظه‌ای بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور تولیدشده گیاهان دارد. با این وجود هیچ‌گونه اطلاعات دقیقی در خصوص تغییر در ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور پونه‌سای خوشه‌ای ناشی از

تغذیه گیاه مادری در دسترس نیست. لذا پژوهش حاضر با هدف بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه مادری با به‌کارگیری مقادیر مختلف کودهای شیمیایی و زیستی و تأثیر آن بر ویژگی‌های بذور حاصل از پایه مادری و در نهایت تعیین مطلوب‌ترین تیمار کودی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه خاکی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری مزرعه ایستگاه تحقیقاتی البرز- سازمان جنگل‌ها و مراتع تهیه شد و پیش از شروع آزمایش جهت مشخص‌شدن برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه خاکشناسی انتقال یافت. نتایج حاصل از آزمون خاک در جدول ۱ ارائه گردید. با توجه به نتایج آزمون خاک و خصوصیات گیاه، تغذیه پایه مادری به‌وسیله کود شیمیایی فسفر و نیتروژن در چهار سطح (شاهد، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر، ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۵۰+۳۰۰ کیلوگرم فسفر و نیتروژن برحسب کیلوگرم در هکتار به ترتیب به شکل ناخالص از منبع سوپرفسفات و اوره قبل از کاشت) و کود زیستی نیز در چهار سطح (عدم مصرف کود، کود زیستی فسفاتی (*Pseudomonas fluorescens* strain 187، *Glomus etunicatum+Glomus interaradices+Glomus mosseae*، کود زیستی نیتروژنی (*Pseudomonas putida* strain 4+ *Azospirillum lipoferum* strain OF+*Azotobacter chroococcum* strain 5) به میزان ۲ لیتر از طریق تلقیح ریشه نشاهای ۴ برگی قبل از کاشت با غلظت 10^{7} CFU/mL (واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) در مزرعه ایستگاه تحقیقاتی البرز- سازمان جنگل‌ها و مراتع انجام شد.

پژوهش حاضر به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۹۴-۹۳ اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۶ تیمار آزمایشی و در مجموع ۴۸ واحد آزمایشی، مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد استفاده شامل بذور حاصل از پایه مادری تغذیه‌شده به‌وسیله کود شیمیایی و زیستی بودند. در ابتدا به‌منظور ضدعفونی، بذور به مدت ۳۰ ثانیه در محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد قرار گرفت و پس‌ازآن سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد. هر واحد آزمایشی عبارت از یک پتری دیش ضدعفونی شده به قطر ۹ سانتی‌متر بود که یک عدد کاغذ صافی در کف آن قرارگرفته و سپس ۲۵ عدد بذر از هر تیمار بر روی کاغذ کشت در داخل پتری دیش‌ها با فواصل مناسب قرار گرفتند؛ پس از استقرار بذور بر روی کاغذ کشت به هر پتری دیش ۷ میلی‌لیتر آب اضافه شد و درب آن‌ها به‌وسیله پارافیلم بسته و به مدت هشت روز در داخل ژرمیناتور با دمای متوسط ۲۲ درجه سانتی‌گراد و شرایط نوری ۸ ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی قرار داده شد. روزانه تعداد بذور جوانه‌زده شمارش گردید. در انتهای آزمایش صفات سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه طولی گیاهچه اندازه‌گیری شدند. به‌منظور اندازه‌گیری وزن‌های خشک، ریشه‌چه ساقه‌چه و گیاهچه به درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انتقال یافت. درصد جوانه‌زنی از تقسیم تعداد بذرهای جوانه‌زده پس از هشت روز به تعداد کل بذرهای کشت‌شده × ۱۰۰ به دست آمد. شاخص بنیه طولی نیز از حاصل‌ضرب طول گیاهچه و قابلیت جوانه‌زنی (تعداد جوانه‌های طبیعی) محاسبه شد. همچنین برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد.

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

در این معادله RS سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعداد روز شمارش تا روز nام و n تعداد دفعات شمارش می‌باشد.

بررسی نرمال بودن داده‌های حاصل به‌وسیله نرم‌افزار Minitab 17 انجام شد. جهت تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 با دستورالعمل آزمایش فاکتوریل با دو عامل کود شیمیایی (در چهار سطح) و کود زیستی (در چهار سطح) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. مقایسه میانگین اثرات اصلی و برهمکنش‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C به روش چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) انجام پذیرفت. نمودارها با استفاده از محیط Excel و براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها رسم شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک مزرعه ایستگاه تحقیقاتی

عمق	هدایت‌الکتریکی	اسیدیته	نیتروژن کل	منگنز	آهن	روی	فسفر	پتاسیم	ماسه	سیلت	رس
۰-۳۰	۱/۰۲	۷/۴۸	۰/۰۹	۱۲/۸۸	۳/۱۸	۰/۳۷	۸/۱۶	۳۸۰	۲۵/۵۱	۳۸/۷۸	۳۵/۷۱

نتایج و بحث

ابتدا داده‌های حاصله از نظر نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند و پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس انجام شد و نتایج آن در جدول ۲ آورده شد. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، کاربرد کود شیمیایی سبب ایجاد تغییرات قابل ملاحظه‌ای در طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر گیاه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه طولی و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq۰/۰۱$) و وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq۰/۰۵$) شد. کود زیستی بر خصوصیات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه طولی و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq۰/۰۱$) و ویژگی وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq۰/۰۵$) تأثیر معنی‌داری داشت. اثر برهمکنش کود شیمیایی- کود زیستی بر وزن تر گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه طولی و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq۰/۰۱$) تأثیر قابل توجهی را در پی داشت.

نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف کود شیمیایی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای نشان داد که بیشترین میزان طول ریشه‌چه با میانگین‌های ۴/۴۴ سانتی‌متر و ۴/۴۲ سانتی‌متر (شکل ۱) به ترتیب در تیمار شاهد و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (N_0P_{150}) به دست آمده است. تیمار شاهد سبب ایجاد بیشترین رشد طولی در گیاهچه با میانگین ۶/۳۱ سانتی‌متر (شکل ۳) نیز شد؛ پس‌ازآن تیمار کاربرد فسفر به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین تأثیر را بر طول گیاهچه داشت. بر اساس نتایج، تیمارهای شاهد و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (N0P150) نیز بر وزن خشک ریشه‌چه (شکل ۳) و وزن خشک گیاهچه (شکل ۴) تأثیرگذار بوده و باعث حصول وزن خشک بیشتر گردید.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر کودهای شیمیایی و زیستی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه طولی	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۰/۵۱ns	۰/۰۸ns	۰/۸۶ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۱۲ns	۰/۰۰۰۰۰۰۵ns	۳/۹۳ns	۹/۳۰*	۱/۰۶*	۳/۰۰ns	۰/۰۸ns	۰/۲۹ns	۰/۰۰۰۱ns
کود شیمیایی	۳	۳/۲۸**	۰/۲۵ns	۰/۷۸**	۰/۰۲*	۰/۰۱۳ns	۰/۰۰۰۰۰۵۲**	۲/۹۵*	٤/٥٤ns	۱/۰۷*	۱٤۱٥/٥**	۸/۱۳**	۱۱/۳۲**	۰/۱۲**
کود زیستی	۳	۱/۱۰ns	۰/۱٦ns	۰/٦٦ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۰۰۰۰۹ns	۲/۰٥*	۳/۲۲ns	٥/۱۲ns	۹۸۳/٥٥**	۸/۱۷**	٥/۰۰٥**	۰/۰۲**
کود شیمیایی× کود زیستی	۹	۰/٦۱ns	۰/۲۱ns	۱/۲٤ns	۰/۰۰۸ns	۰/۰۱٤ns	۰/۰۰۰۰۰۳**	۹/۹۲ns	٤/۱۲ns	۷/۰۳ns	۷۷٦/٤٤**	٥/۰۰۳**	٤/۱۲**	۰/۰۲۸**
خطا	۳۰	۰/٦	۰/۱۳	۰/٦۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۷/٥۱	۲/۲۹	٤/۰٦	۱٦۰/۱٥	۰/٦۲	۰/۸٦	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/٦۳	۲۰/٦٥	۱٤/٤۰	۲۸/٤۳	۳۲/٤۳	۱٤/۸۰	۲۲/۹٦	۲۰/۸٤	۱۸/۱٤	۱۹/۹۲	۱۷/۷۸	۲٥/٤۷	۱/۸۰

*، ** و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

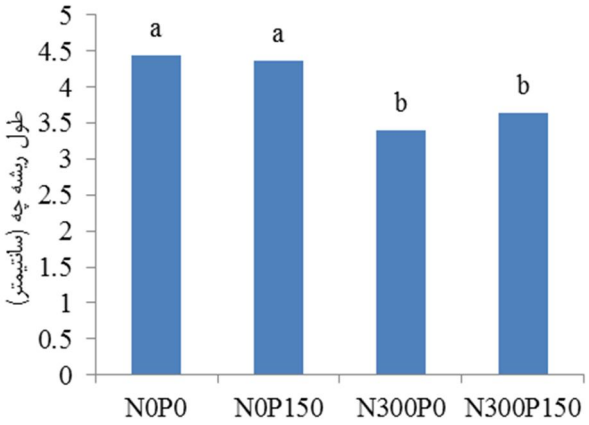
تیمارهای شاهد و استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در مزرعه جهت تغذیه پایه مادری تولید بذور بهترین نتایج را در طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه به دنبال داشت. با توجه به این که فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، نقش اساسی و مستقیمی را در انتقال انرژی ایفا می‌کند. بنیان‌های فسفات در سلول‌های گیاه باعث افزایش قدرت و واکنش دهندگی ترکیبات می‌گردد و فسفریل شدن مواد، انرژی فعال‌سازی را کم کرده و در نتیجه تعداد واکنش‌های شیمیایی ممکن در سیستم‌های زیستی را افزایش می‌دهد. فسفات در کربن‌گیری گیاه، کاهش زمان رسیدن محصول و استحکام بیشتر ساقه مؤثر است (Salardini, 1992). فسفر به‌منزله منبع انرژی عمومی در کلیه فعل و انفعالات بیوشیمیایی داخل سلول‌های زنده نقش ضروری و مهمی را دارا می‌باشد. آدنوزین تری فسفات (ATP) با انرژی شیمیایی زیاد هنگام تبدیل به آدنوزین دی فسفات (ADP) انرژی لازم را برای انجام فعالیت‌های سلولی فراهم می‌نماید (Sims and Sharpley, 2005). افزایش ریزوباکتری‌های محرک رشد در افزایش رشد ساقه‌چه در بذر در حال جوانه‌زنی مؤثر بوده است که این امر با کاهش رشد طولی ریشه همراه می‌باشد. رشد ساقه‌چه به‌علت هورمون اکسین و سایتوکنین و جیبرلین می‌باشد. در حقیقت افزایش رشد ساقه‌چه مانعی برای رشد ریشه‌چه محسوب می‌شود. از طرف دیگر تیمارهای کود شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها در افزایش اندازه بذر مؤثر بوده و بذور ریز گیاهان وحشی عموماً از برتری رشد ریشه‌چه اولیه برای تحمل به شرایط خشکی خاک برخوردار می‌باشند (Hamzi et al., 2012).

فسفر معمولاً به‌سرعت در خاک به‌صورت نامحلول تبدیل شده و در خاک باقی می‌ماند یا به‌اصطلاح تثبیت می‌شود (Salardini, 2005)؛ برای محلول‌شدن مجدد نیاز به شرایط خاص از جمله فعالیت ریشه گیاه، گسترش ریشه و نگهداری آب بیشتر در محیط ریشه و نیز تنفس آن برای پایین آمدن pH خاک و نیز جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، آهن و آلومینیوم دارد، بنابراین اصولاً جذب فسفر تثبیت‌شده در انتهای دوره رشد گیاه اتفاق افتاده و در بذر میزان تجمع آن و مشارکت آن بیشتر از سایر عناصر خواهد بود. یکی از دلایل عدم تأثیرگذاری تیمار کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن+۱۵۰ کیلوگرم فسفر (N300P150)، شاید به دلیل نقش نیتروژن در افزایش رشد گیاه و توسعه اندام‌های هوایی و در نتیجه افزایش تعداد و عملکرد بذر و نیز اختصاص فسفر به همراه نیتروژن به سایر اندام‌های رویشی باشد زیرا حلالیت و قابلیت جذب فسفر تابع عوامل بسیار متعددی است. از جمله این عوامل مهم می‌توان به اثر واکنش خاک، یون‌های آهن و آلومینیوم در خاک‌های اسیدی، یون کلسیم و منیزیم در خاک‌های قلیایی، اکسیدها و هیدروکسیدهای فلزی، مواد آلی، کانی‌های رس، زمان مصرف کودهای فسفری، دما، شرایط تهویه‌ای، رطوبت، تراکم خاک و سایر عناصر غذایی و به‌خصوص نیتروژن اشاره کرد (Salardini, 2003).

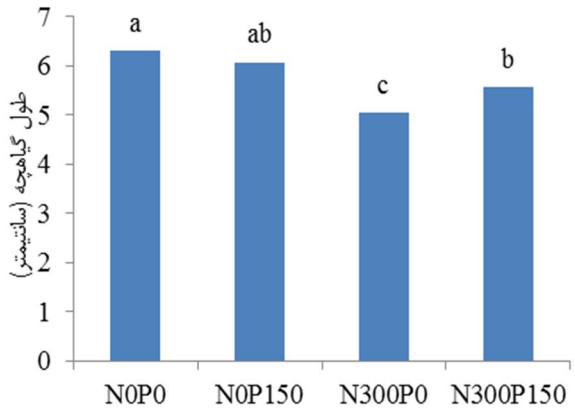
مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی پونه‌سای خوشه‌ای نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه‌چه با میانگین‌های ۰/۰۰۱۴ و ۰/۰۰۰۱۳ گرم در تیمارهای AM+PSM و شاهد به دست آمد (شکل ۵). اثر *Azotobacter* در افزایش جوانه زنی دانه‌های محصولات مختلف مثبت گزارش شده است، که میزان این تأثیر به سویه *Azotobacter* بستگی دارد (RajaeiRaeisi and Alikhani, 2007). استفاده از کودهای زیستی *Azospirillum*، باکتری‌های حل‌کننده فسفات، *Azotobacter* و ترکیب آن‌ها با هم در گیاهان دارویی *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی مانند درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی شد (KrishnaPatil and Ragharendra, 2008). مطالعه تأثیر تیمار بذر با *Azotobacter* بر جوانه‌زنی گیاه دارویی زیره سبز توسط رضایی و همکاران (RezaeiAghashahi and Sayadi, 2005) انجام شد و نتایج آن نشان داد که آغشته

کردن بذر با باکتری بـــه نـسبت ۶/۲۵ گرم بـــرای هر کیلوگرم بذر سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. در تحقیقی که روی گیاه *Emblica officinalis* انجام گرفت گزارش گردید که تیمار *Azospirillum* درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر این گیاه را افزایش می‌دهد (Bhadaurla, 2000)؛ بنابراین نتایج ما با نتایج محققین اشاره شده در بالا تا حدودی همسو می‌باشد. علت تفاوت اندکی که وجود دارد می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع گیاه، نوع کود زیستی، شرایط اجرای آزمایش و اثرات برهمکنش میان آن‌ها باشد.

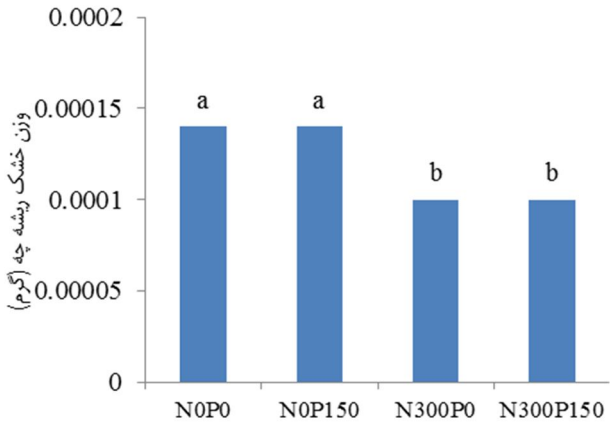
نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش میان سطوح مختلف کود شیمیایی و کود زیستی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای در جدول ۳ قابل مشاهده است. وزن تر گیاهچه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (N0P150) به همراه کود زیستی AM+PSM+PGPR با میانگین ۰/۰۰۷ گرم از بالاترین وزن برخوردار بود. بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد و تیمار N0P150 به همراه کود زیستی AM+PSM به ترتیب با میانگین ۸۹/۳۳ و ۸۴ درصد و نیز میانگین ۶/۴۸ و ۶/۴۵ عدد در روز مشاهده شد. تیمار شاهد دارای بیشترین شاخص بنیه طولی با میانگین ۴/۵۵ سانتی‌متر بود. تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (N0P150) به همراه کاربرد کود زیستی AM+PSM+PGPR سبب ایجاد بالاترین وزن هزار دانه با میانگین ۰/۷۵ گرم شد (جدول ۳). نتایج برهمکنش کود شیمیایی- کود زیستی نشان داد که بالاترین شاخص‌ها از مصرف کود شیمیایی فسفر و کودهای زیستی که حل‌کننده فسفات در ترکیب آن‌ها وجود داشت، به‌دست‌آمده است که نشانگر نقش مثبت کود فسفات در بذر می‌باشد. در نتایج بررسی سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی شامل آزوسپیریلوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و میکوریزا بر گیاه ریحان، بالاترین عملکرد رویشی و دانه در تیمار تلفیق ۷۵ درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه آزوسپیریلوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و میکوریزا حاصل شد (Ajimoddin et al., 2005). اثر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی بر روی گیاه دارویی *Pogostemon cablin* مشخص نمود، بالاترین رشد، عملکرد زیست‌توده تر و بذر در تیمار تلفیقی آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، میکوریزا، ۷۵ درصد نیتروژن و فسفر و ۱۰۰ درصد پتاسیم توصیه‌شده، حاصل می‌شود (Manjunath et al., 2002).



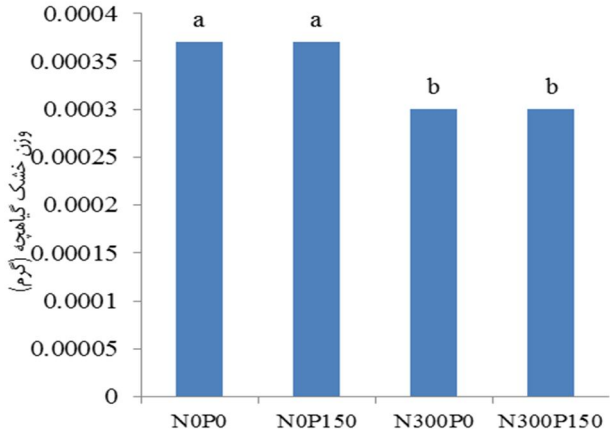
شکل ۱: اثر کودهای شیمیایی بر طول ریشه‌چه بذر پونه‌سای خوشه‌ای



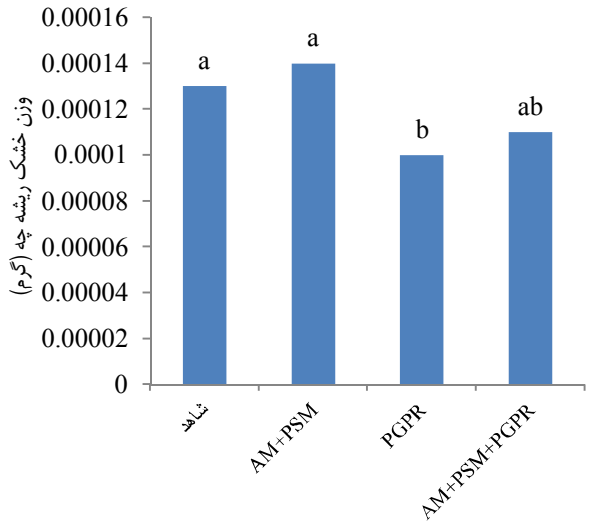
شکل ۲: اثر کود شیمیایی بر طول گیاهچه پونه‌سای خوشه‌ای



شکل ۳: اثر کودهای شیمیایی بر وزن خشک ریشه‌چه پونه‌سای خوشه‌ای



شکل ٤: اثر کودهای شیمیایی بر وزن خشک گیاهچه پونه‌سای خوشه‌ای



شکل ۵: اثر کود زیستی بر وزن خشک ریشه‌چه پونه‌سای خوشه‌ای

همبستگی ساده صفات جوانه‌زنی نشان داد که طول ریشه‌چه با وزن تر ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی همبستگی مثبت معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد داشت. بین وزن تر ریشه‌چه با وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد. وزن خشک ریشه‌چه با وزن خشک ساقه‌چه (در سطح احتمال یک درصد)، وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی (در سطح احتمال پنج درصد) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. وزن خشک ساقه‌چه با وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد از همبستگی مثبت و معنی‌دار برخوردار بود. وزن هزار دانه با درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی مثبت و معنی‌داری میان درصد و سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش حاضر، مشخص شد که تغذیه پایه مادری به‌وسیله کود شیمیایی فسفر بیشترین تأثیر را بر کیفیت جوانه‌زنی دارد و کود نیتروژن هیچ تأثیری در بهبود خصوصیات جوانه‌زنی نداشت. از طرفی مشخص شد که کود زیستی به‌تنهایی نمی‌تواند در بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای مؤثر واقع شود ولی اگر به همراه کود شیمیایی فسفر مورد استفاده قرار گیرد، کیفیت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد؛ بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که فسفر به‌طور مستقیم بر جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای تأثیر گذاشته و آن را افزایش می‌دهد. دراین‌بین کودهای زیستی سبب سهولت دسترسی گیاه به فسفر شده و در نهایت سبب افزایش بنیه بذر می‌گردد که موجب بهبود در خصوصیات جوانه‌زنی بذر پونه‌سای خوشه‌ای می‌شود.

جدول ۳: نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهمکنش کود شیمیایی×کود زیستی بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی پونه‌سای خوشه‌ای

کود شیمیایی	کود زیستی	وزن تر گیاهچه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طولی شاخص بنیه	وزن هزار دانه
Control	Control	۰/۰۰۶۲a-d	۸۹/۳۳a	۶/۴۸a	۴/۵۵a	۰/۷۲b
	AM+PSM	۰/۰۰۴de	۸۴/۰۰a	۶/۴۵a	۴/۴۲ab	۰/۴۸h
	PGPR	۰/۰۰۶۱a-d	۸۲/۲۷ab	۶/۰۹ab	۴/۲۲a-c	۰/۵۸e
	AM+PSM+PGPR	۰/۰۰۶۷ab	۸۲/۶۷ab	۶/۰۶ab	۴/۱۰a-d	۰/۵۵f
N0P150	Control	۰/۰۰۶a-d	۷۰/۶۷a-c	۵/۱۵a-c	۴/۰۲a-d	۰/۶۴d
	AM+PSM	۰/۰۰۶۴a-c	۷۰/۶۷a-c	۴/۸۴b-d	۳/۹۱b-e	۰/۶۷c
	PGPR	۰/۰۰۶۷ab	۶۹/۳۳a-c	۴/۶۹b-d	۳/۹۰b-e	۰/۶۸c
	AM+PSM+PGPR	۰/۰۰۷a	۶۶/۶۷a-d	۴/۵۳c-e	۳/۸۷b-e	۰/۷۵a
N300P0	Control	۰/۰۰۳e	۶۶/۶۶a-d	۴/۴۵c-f	۳/۷۲c-e	۰/۵۰g
	AM+PSM	۰/۰۰۶۲a-d	۶۲/۶۷b-e	۴/۳۶c-f	۳/۶۷c-e	۰/۳۰k
	PGPR	۰/۰۰۵۳b-e	۶۱/۳۳c-e	۳/۹۸c-g	۳/۶۶c-e	۰/۵۶f
	AM+PSM+PGPR	۰/۰۰۴de	۵۲/۰۰c-e	۳/۵۲d-g	۳/۶۶c-e	۰/۴۳i
N300P150	Control	۰/۰۰۶a-d	۴۶/۶۵c-f	۳/۱۵f-g	۳/۶۲c-e	۰/۵۹e
	AM+PSM	۰/۰۰۶a-d	۴۴/۰۰d-f	۳/۰۱fg	۳/۴۹de	۰/۵۹e
	PGPR	۰/۰۰۴c-e	۴۱/۳۳e-f	۲/۵۷fh	۳/۴۹de	۰/۳۶j
	AM+PSM+PGPR	۰/۰۰۵b-d	۲۵/۳۳f	۱/۴۸h	۳/۳۰e	۰/۴۳i

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ٤: نتایج همبستگی ساده صفات جوانه‌زنی بذور پونه‌سای خوشه‌ای حاصل از تغذیه گیاه مادری به‌وسیله کودهای شیمیایی و زیستی

	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن هزار دانه	درصد جوانه‌زنی
طول ساقه‌چه	۰/۰۲ns							
وزن تر ریشه‌چه	۰/۲۴*	۰/۰۰۸ns						
وزن تر ساقه‌چه	۰/۰۰۱ns	۰/۲۲ns	۰/۰۹ns					
وزن خشک ریشه‌چه	۰/۳۸**	۰/۱۲ns	۰/۱۴ns	۰/۱۲ns				
وزن خشک ساقه‌چه	۰/۲۹*	۰/۱ns	۰/۱۸ns	۰/۰۶ns	۰/۴۳**			
وزن هزار دانه	۰/۴۶**	۰/۳ns	۰/۳۳*	۰/۱۱ns	۰/۲۹*	۰/۷۳**		
درصد جوانه‌زنی	۰/۴۵**	۰/۱ns	۰/۳*	۰/۱۶ns	۰/۳۴*	۰/۷۵**	۰/۹۵**	
سرعت جوانه‌زنی	۰/۴۵**	۰/۰۶ns	۰/۲۷*	۰/۲۳ns	۰/۲۷*	۰/۳۴*	۰/۲۸*	۰/۵۱**

*، ** و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

References

Ajimoddin, I., Vasundhara, M., Radhakrishna, D., Biradar, S.L. and Rao, G.G.E. 2005. Integrated Nutrient Management Studies in Sweet Basil (*Ocimum Basilicum* L.). Indian Perfume. 49: 95-101.

Batooli, H. and Safaei-Ghomi, G. 2012. Comparison of Essential Oil Composition of Three Nepeta L. Species from Kashan. Iranian journal of medicinal and aromatic plants. 28(1): 161-175.

Bhadaurla, S. 2000. Effect of Azospzrzllum Biofertilizer on Seedling Growth and Seed Germination of Emblica Officinalis. rn. p 41.

Gooding, M., Murdoch, A. and Ellis, R. 2000. The Value of Seeds. Seed technology and its biological basis. 1-41.

Hamzi, S., Srooshzadeh, A., Askharzadeh, A. and Naghdabadi, H.A. 2012. Effect of plant growth promoting rizobacteria on germination and seedling growth of fleawort in different temperature. Plant medicine. 11(2): 104- 115.

Koppad, A.G. and Umarbhadsha, N.K. 2006. Effect of Pre-Sowing Treatments on Seed Germination of Babchi and Senna in Nursery. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 19 (2): 441-442.

Krishna, A., Patil, C. and Ragharendra, S. 2008. Effect of Bio-Fertilizers on Seed Germination and Seedling Quality of Medicinal Plants. 430p.

Manjunath, P., Nauc, V., Bergeron, A. and Ménard, M. 2002. Major Proteins of Bovine Seminal Plasma Bind to the Low-Density Lipoprotein Fraction of Hen's Egg Yolk. Biology of Reproduction. 67(4): 1250-1258.

Mojab, F., Nickavar, B. and Hooshdar Tehrani, H. 2009. Essential Oil Analysis of Nepeta Crispa and N. Menthoides from Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 5 43-46.

Rajaei, S., Raeisi, F. and Alikhani, H. 2007. Effect of Growth Promoters Potential of Native Strains of Azotobacter Chroococcum on Growth, Yield and Nutrient Uptake in Wheat. Scientific Journal of Agriculture. 30 (4): 33-47.

Saeednia, S., Dasian, Z. and Haji-Akhoond, A. 2009. Effective Medicinal Plants in Pediatrics. Journal of Medicinal Plants. 70-81.

Sajjadi, S.E. and Mehregan, I. 2005. Chemical Constituents of the Essential Oil of Nepeta Daenensis Boiss. Journal of Essential Oil Research. 17 (5): 563-564.

Salardini, A.A. 1992. Soilfertility. University of Tehran Publications. p 441.

Salardini, A.A. 2003. Soil Fertility. University of Tehran Publications. p 226.

Salardini, A.A. 2005. Soil Fertility. University of Tehran Publications. p 434.

Sims, J. and Sharpley, A. 2005. Phosphorus: Agriculture and the Environment. Agron. Monogr. 46. Asa, Cssa, Sssa, Madison, Wi. Phosphorus: Agriculture and the Environment. Monogr. 46. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.