اثر مقدار بذر و کارایی باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر بر کیفیت بذر یونجه (*Medicago sativa* L.)، با استفاده از آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد و پیری تسریع‌شده

حسن حبیبی[۱]، مهدی عقیقی شاهوردی[۲،*]، زهرا نصیری شهرکی[۳]، محمدرضا چایچی[۴]، محمدحسین فتوکیان[۱]

[۱] عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران
[۲] دانشجوی مقطع دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه شاهد تهران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه شاهد تهران
[۴] عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: m.aghighi@shahed.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مقدار بذر یونجه (*Medicago sativa* L.) و کارایی باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر (PGPR) به‌همراه مقادیر مختلف مصرف کود شیمیایی فسفات بر کیفیت بذر تولیدی، آزمایش‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر قبل و بعد از اعمال پیری تسریع‌شده، به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۸۸ در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا گردید. عامل فسفر در ۴ سطح (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار) در کرت‌های اصلی، باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر (سودوموناس) در ۳ سطح (بدون باکتری، باکتری سویه شماره ۹ و باکتری سویه شماره ۴۱) در کرت‌های فرعی و عامل مقدار بذر در ۳ سطح (۲، ۶ و ۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار) در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان جوانه‌زنی و بنیه بذر از مقدار ۶ کیلوگرم بذر در هکتار، استفاده از سویه شماره ۴۱ باکتری تسهیل‌کننده جذب فسفر به‌همراه ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و پس از اعمال پیری تسریع‌شده، از مقدار ۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با استفاده از سویه شماره ۴۱ باکتری تسهیل جذب فسفر به‌همراه ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار تیمار به‌دست آمد. بعد از اعمال پیری تسریع‌شده برای دست‌یابی به بیش‌ترین شاخص جوانه‌زنی و بنیه بذر، نیاز به مقدار بذر و فسفر بیشتری نسبت به شرایط استاندارد بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، در شرایط انبارداری، باکتری سویه شماره ۴۱ تأثیر بهتری نسبت به باکتری سویه شماره ۹ بر افزایش بنیه بذر داشت. برای تولید بذر یونجه با بنیه بالا، استفاده از مقدار بذر و فسفر مطلوب (به‌ترتیب ۶ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار) به‌همراه باکتری تسهیل‌کننده فسفر (سویه شماره ۴۱) می‌تواند در زراعت این گیاه مدنظر و نتایج مطلوب‌تری را ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سودوموناس، شاخص بنیه بذر، فسفر، یونجه

مقدمه

یکی از اهداف مهم بخش کشاورزی، تلاش در جهت تولید غذای کافی برای تأمین نیازهای پروتئینی برای جامعه است و از راه‌های تحقق این هدف، تولید علوفه و بذر گیاهان علوفه‌ای است. کمبود علوفه در ایران یکی از مسائل مبتلا به صنعت دامپروری به شمار می‌رود. در

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

ایران سالانه مقدار زیادی ارز به‌منظور واردات علوفه و همچنین بذر آن از کشور خارج می‌شود. این در حالی است که در شرایط آب و هوایی ایران، شرایط مناسب برای تولید بذر با کیفیت برای بسیاری از گیاهان علوفه‌ای وجود دارد. گیاه یونجه یکی از مهمترین و با کیفیت‌ترین گیاهان علوفه‌ای جهان است که بخاطر پروتئین و ارزش غذایی بالا در تأمین نیاز غذایی دام‌های کشور نقش اساسی ایفا می‌کند (عباسی شاهمرسی، ۱۳۹۰). این گیاه به‌عنوان ملکه گیاهان علوفه‌ای شناخته شده است. با توجه به کمبود بذر یونجه در کشور و واردات هر ساله آن، تولید بذر یونجه در داخل کشور از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (صنایعی، ۱۳۹۰).

طبق بررسی بسیاری از محققین فسفر بعد از نیتروژن و پتاسیم مهم‌ترین عنصر مورد نیاز گیاهان بوده و مهم‌ترین نقش آن در فرآیند تولید و انتقال انرژی است. گیاه یونجه در زمان تولید بذر نیازمند عنصر فسفر برای افزایش تولید و ارتقاء کیفیت بذر می‌باشد. یونجه در دوران رشد خود به فسفر زیادی نیاز دارد، وجود این عنصر مقاومت گیاه را در برابر گرما افزایش داده و همچنین در مورد یونجه‌های بذری به افزایش دانه‌های گرده کمک می‌کند. فسفر باعث تسریع در رسیدن محصول می‌شود و کیفیت مصرفی بافت‌های سبزینه را افزایش می‌دهد (شوری[1]، ۱۹۹۲). فسفر برای تولید بذر گیاهان زراعی ضروری است، این عنصر نه تنها سبب افزایش رشد ریشه و استحکام ساقه می‌گردد، بلکه سبب نمو بهتر بذر و میوه (سوهانی، ۱۳۸۶) و بهبود رشد اولیه گیاهچه نیز می‌شود (مولینز[2] و همکاران، ۱۹۹۶). فسفر از طریق تأثیر روی یکپارچگی غشای سلول‌ها سبب تغییر در میزان بنیه بذر می‌گردد (پادریت[3] و همکاران، ۱۹۹۶). کاربرد فسفر در گیاه مادری نخود اثری روی جوانه‌زنی بذر تولید شده نداشته، اما بنیه بذر را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شوکلا[4] و همکاران، ۱۹۹۳). امجد[5] و همکاران (۲۰۰۴) نیز با بررسی چهار سطح کود فسفره اعلام نمود که درصد جوانه‌زنی بذور گیاه نخودفرنگی تحت تأثیر میزان فسفر قرار نگرفته و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

میکروارگانیسم‌های مؤثر در چرخه فسفات[6] به گروهی از ریز جانداران اطلاق می‌شود که به‌عنوان اجزاء مکمل چرخه فسفر، قادرند از طریق سازوکارهای مختلف فسفر را از منابع نامحلول آزاد کنند. این ریز جانداران در همه محیط‌ها وجود دارند ولی تعداد و میزان فعالیت‌شان در شرایط مختلف متفاوت است (ملکوتی، ۱۳۷۸؛ صالح راستین، ۱۳۸۰). در حال حاضر، تقویت زیستی بذر با به کارگیری باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از جمله کارآمدترین روش‌های پرایمینگ بذر بوده و در حال جایگزینی تدریجی با تیمارهای شیمیایی می‌باشد. باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از طریق سازوکارهای متفاوت بر شاخص‌های مختلف رشد تأثیر می‌گذارند. از جمله این سازوکارها می‌توان، به تولید و ترشح تنظیم‌کننده‌های رشد مثل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکنین‌ها، تثبیت نیتروژن، توان حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول و سایر عناصر غذایی و نیز کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی اشاره کرد (باشان[7] و همکاران، ۲۰۰۴). عمده باکتری‌های محرک رشد گیاه که استفاده از آنها در تحقیقات سال‌های اخیر مورد توجه گرفته به جنس‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، سدوموناس و ریزوبیوم مربوط می‌باشند (یساری و پتواردهان[8]، ۲۰۰۷). به ندرت به نقش این باکتری‌ها در بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه پرداخته است. در این راستا مشاهده گردید تلقیح بذور سویا با باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش ظهور گیاهچه شد (کاتالان[9] و همکاران، ۱۹۹۹). تلقیح سویا با سودوموناس و ریزوبیوم ژاپونیکم جوانه‌زنی و ایستادگی گیاهچه را بهبود بخشید (زیادی[10]، ۲۰۰۳).

یونجه‌ای که مخصوص بذرگیری کشت شده است، معمولاً غلاف بیشتری در هر ساقه نسبت به یونجه علوفه‌ای دارد. راهنما و عبادوز (۱۳۸۴) نشان دادند که مناسب‌ترین فاصله بین ردیف‌ها جهت بذرگیری یونجه

[1] Shewry
[2] Mullins
[3] Padrit
[4] Shukla
[5] Amjad
[6] Phosphate Solubilizing Microbs
[7] Bashan
[8] Yasari and Patwardhan
[9] Cattelan
[10] Zaidi

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

۵۰ سانتی‌متر و کاشت ۱۵ کیلوگرم بذر در هکتار بوده است، اما به‌طور کلی مقدار بذر بسته به شرایط و عوامل مختلف از ۳ تا ۱۵ کیلوگرم در هکتار متغیر می‌باشد. برنامه‌های حاصلخیزی خاک و تهیه بستر بذر همانند تولید علوفه می‌باشد.

بنیه بذر مربوط به مجموع کلی ویژگی‌ها و خصوصیاتی است که در تعداد گیاه در واحد سطح در مزرعه تأثیر دارند (صدرآبادی حقیقی، ۱۳۸۶). درصد بالای جوانه‌زنی و بنیه قوی سبب به‌وجود آمدن گیاهان برتری است، که جمعیت گیاهی آن‌ها در مزرعه کافی و دارای رشد یکنواخت و یک‌دست هستند. هر دو عامل دارای اثر قابل توجه در محصول نهایی و همچنین تعیین کننده ارزش کشت بذر است. این تحقیق در زمینه تولید بذر یونجه در داخل کشور در مرحله اول از جنبه اقتصادی و در مراحل بعدی از لحاظ مسائل اجتماعی همچون افزایش خودکفایی و ایجاد فرصت‌های شغلی از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین باید تلاش نمود تا از ارقام بومی یونجه که با شرایط اقلیمی ایران سازگار هستند و در محدوده اکولوژیک کشور ظرفیت تولید بالایی دارند، بذری با عملکرد و کیفیت بالا تهیه شود. در این راستا شناخت عوامل زراعی مناسب که هم سبب افزایش عملکرد شده و هم از لحاظ زیست‌محیطی کم‌ترین آسیب را به اکوسیستم وارد نمایند، بسیار مهم است. هدف از انجام این تحقیق آزمون بنیه بذر و افزایش کیفیت بذرهایی است که توسط زارعین مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با در محدوده طول جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی با ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا، با متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۵/۹ میلی‌متر (حداقل و حداکثر آن در طی یک میانگین ۳۸ ساله به‌ترتیب ۱۰۸/۲ و ۴۶۹/۹ میلی‌متر)، و با میانگین درجه حرارت ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد (حداکثر و حداقل درجه حرارت به‌ترتیب ۴۰ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد) در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش لومی رسی و pH برابر با ۷/۲ می‌باشد.

این آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمار اصلی شامل کود شیمیایی فسفات آمونیوم در ۴ (P_0= شاهد (بدون کود)، P_1= ۳۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) خالص در هکتار، P_2= ۶۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) خالص در هکتار و P_3= ۹۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) خالص در هکتار)، تیمار فرعی شامل سویه‌های باکتری سودوموناس پوتیدا در سه سطح (S_0= شاهد (بدون باکتری)، S_1= سویه ۹ باکتری (PS_9)، S_2= سویه ۴۱ باکتری (PS_{41}) و تیمار فرعی شامل مقدار بذر بود، که در سه سطح D_1= ۲ کیلوگرم بذر در هکتار، D_2= ۶ کیلوگرم بذر در هکتار و D_3= ۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار در نظر گرفته شد.

در این تحقیق از یونجه همدانی استفاده شد. بذر مورد استفاده بذر مادری با خلوص فیزیکی ۹۸٪ و درصد جوانه‌زنی ۸۸٪ بود که از بخش تحقیقات گیاهان علوفه‌ای مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. سویه‌های باکتری مورد استفاده در این آزمایش از جنس سودوموناس و از گونه‌های سودوموناس فلورسانت[1] بوده که از مهم‌ترین اعضای جامعه ریز جانداران محیط ریشه می‌باشند (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در عمق ۲۵ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

پس از انجام مراحل میدانی به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مادری بر خصوصیات بذر، بذور به‌دست آمده تحت آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد و پیری تسریع‌شده قرار گرفتند. بعد از ضدعفونی بذور با هیپوکلریت سدیم به مدت ۳ دقیقه و سپس شستشو بذور با آب مقطر، از هر توده بذری مرحله میدانی تعداد ۳ تکرار، در هر کدام ۲۵ عدد بذر به طور تصادفی انتخاب شده و روی کاغذ صافی درون ظروف پتری استریل قرار گرفت. سپس درون پتری‌دیش مقدار ۵ میلی‌لیتر آب مقطر توسط پیپت مدرج به آن اضافه شد. پتری‌دیش‌ها درون دستگاه جوانه‌زنی با دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۷۵

[1] *Pseudomonas Fluorescent*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

درصد و سیکل تاریکی و روشنایی ۱۲-۱۲ ساعته قرار داده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در عمق ۲۵ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش

Bulk Density (gr/cm^3)	EC (ds/m)	P total (ppm)	N (%)	K (ppm)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
۱/۵۸	۱/۰۲	۳۵/۳	/۰۸۵	۸۴/۵	۷/۴	۲/۲	۹۳/۲	۱۲	۱۲/۳۲	۱۲/۲

قرائت اول بذور جوانه‌زده طبق توصیه ایستا در روز چهارم صورت گرفت و تا روز دهم ادامه یافت. گیاهچه‌هایی که تحت شرایط مطلوب رطوبت، دما و نور می‌توانند در صورت کشت در خاک، به گیاه سالم تبدیل شوند بر مبنای معیارهای بین المللی آزمون بذر مشخص و به‌عنوان بذور جوانه‌زده نرمال در هر روز شمارش و یادداشت گردید (بی‌نام[1]، ۲۰۰۳). به‌منظور تعیین شاخص‌های بنیه بذر اعداد به‌دست آمده را درون رابطه‌های مخصوص ایستا قرار داده و صفات زیر محاسبه گردید (ایستا[2]، ۱۹۹۳):

رابطه ۱- بنیه بذر:

بنیه بذر= (طول ریشه‌چه + طول ساقه چه) × درصد جوانه‌زنی

رابطه ۲- متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی:

$$MGT^{3}= \sum(ni\times di)/\sum ni$$

n_i و d_i به‌ترتیب تعداد بذور جوانه‌زده در روز iام و روز iام می‌باشد.

رابطه ۳- ضریب سرعت جوانه‌زنی:

$$CVG^{4} = (1/MGT)\times 100$$

رابطه ۴- متوسط جوانه‌زنی روزانه:

$$MDG^{5}= n/D$$

n و D به‌ترتیب درصد جوانه‌زنی نهایی و تعداد روز تا جوانه‌زنی نهایی می‌باشد.

رابطه ۵- سرعت جوانه‌زنی روزانه: $DGS^{6} =1/ MDG$

جهت انجام آزمون پیری تسریع‌شده، جعبه‌های اتاقک تسریع پیری درونی به‌خوبی با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۵ درصد (وایتکس) شسته و خشک گردیدند. حجم ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر را درون جعبه‌های اتاقک تسریع پیری درونی ریخته شد. مقدار ۳/۵ گرم بذر یونجه از هر تیمار آزمایشی به‌دست آمده در مرحله میدانی به طور تصادفی جدا گردید و روی توری آلومینیومی پخش شد و درون جعبه‌ها قرار داده شد. سپس ظروف به مدت ۷۲ ساعت درون دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت (توکلی کاخکی و همکاران، ۱۳۸۴). در ادامه ۳ تکرار ۲۵ تایی بذر و یک تکرار به‌عنوان شاهد از بذور پیر نشده به مدت ۱۰ روز در دستگاه ژرمیناتور در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد به منظور جوانه‌زنی قرار گرفت. پس از انجام آزمایش، شاخص‌های بنیه و جوانه‌زنی استاندارد بذر محاسبه گردید. تجزیه داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسات میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

الف- شاخص‌های جوانه‌زنی استاندارد

درصد جوانه‌زنی

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر درصد جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی از تیمار عدم کاربرد فسفر و باکتری و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و کمترین درصد جوانه‌زنی از تیمار ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۱). به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط نامطلوب زراعی از جمله مقدار بذر زیاد و مواد غذایی کم، واکنش اکولوژیکی گیاه نسبت به

[1] Anonymous
[2] ISTA Anonymous
[3] Mean Germination Time
[4] Coefficient of Velocity of Germination
[5] Mean Daily Germination
[6] Daily Germination Seed

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

محیط به سمتی پیش می‌رود که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و کم‌ترین درصد سختی دانه را در بذور تولیدی خود ایجاد نماید (چایی‌چی[1]، ۱۹۹۵ ؛ کلایتون[2] و همکاران، ۲۰۰۳). با افزایش مقدار فسفر و فراهم شدن شرایط مناسب جهت تشکیل بذر در گیاه، درصد جوانه‌زنی از یک روند کاهشی پیروی نمود. این پدیده احتمالاً متأثر از افزایش میزان سختی دانه در گیاه یونجه می‌باشد. شایان ذکر است که افزایش درصد سختی دانه و پیرو آن کاهش درصد جوانه‌زنی در بذور لگوم‌های علوفه‌ای خصوصاً یونجه یکساله در تحقیقات کلایتون و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. به‌طور کلی استفاده از مقدار بذر زیاد خصوصاً در سطوح کودی پایین فسفر سبب افزایش رقابت شده و به همین دلیل سختی دانه در گیاه یونجه را کاهش داد. با کاهش دانه سخت، درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد.

متوسط روزهای مورد نیاز برای جوانه‌زنی (MGT) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MGT و CVG در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین MGT (۷/۰۴۴ روز) و کمترین CVG (۰/۱۴۲ بذر در روز) از تیمار ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. کم‌ترین میزان MGT (۶/۹۱ روز) و بیش‌ترین CVG (۰/۱۴۴۷ بذر در روز) از عدم کاربرد فسفر، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۲ و ۳). به نظر می‌رسد وجود فسفر سبب افزایش ذخیره بذر و پیرو آن افزایش ضریب ضریب سرعت جوانه‌زنی و کاهش متوسط روزهای مورد نیاز برای این صفت شده است. کاربرد باکتری به علت افزایش حلالیت فسفر و همچنین کمک به جذب سایر عناصر مفید از جمله نیتروژن سبب افزایش ذخیره بذر و پیرو آن افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی و کاهش متوسط روزهای مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذور یونجه شده است. کاربرد سویه‌های باکتری در کنار سطوح مختلف کود فسفره سبب شد که MGT از یک روند کاهشی و CVG از یک روند افزایشی پیروی کند. در سطوح بالای فسفر با افزایش مقدار بذر به علت افزایش میزان رقابت در جذب مواد غذایی، ذخایر بذری کمتر شده و احتمالاً بذور کوچک‌تر و ضعیف‌تر تولید شده سبب کاهش CVG و افزایش MGT گشته است. وزن هزار دانه در مقدار بذر ۲، ۶ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب ۲/۱۹، ۲/۰۱ و ۱/۹۴ گرم بود.

متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG) و سرعت جوانه‌زنی روزانه (DGS)

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MDG و DGS در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین MDG (۷/۰۴۴ بذر در روز) و کمترین DGS از تیمارهای (۱- عدم کاربرد فسفر و باکتری و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار ۲- عدم کاربرد فسفر و باکتری و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار ۳- عدم کاربرد فسفر، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار ۴- ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار ۵- ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار ۶- ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار ۷- ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار ۸- ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار ۹- ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار ۱۰- ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار ۱۱- ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار ۱۲- ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، ۱۳- ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد.

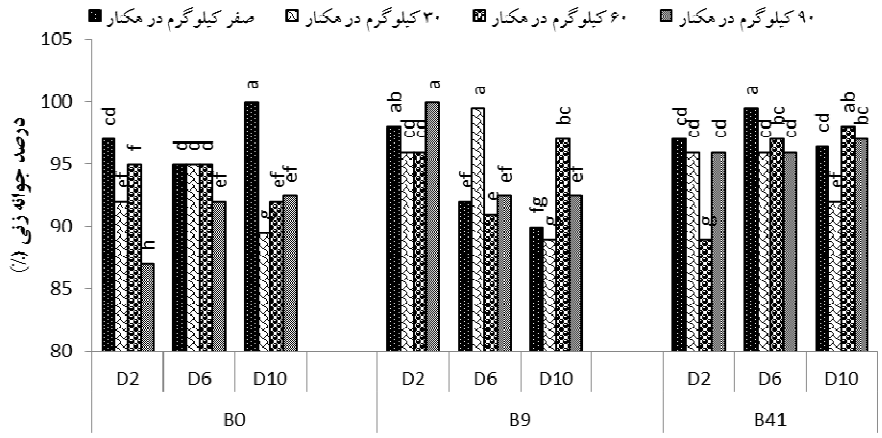
[1] Chaichi
[2] Clayton

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر مادری یونجه همدانی در جوانه‌زنی استاندارد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		GP	MGT	CVG	MDG	DGS	SV
بلوک	۲	۰/۷۳	۰/۰۰۰	۵×۱۰$^{-۵}$	۰/۰۰۵	۴×۱۰$^{-۵}$	۱۵۷/۹۳
فسفر	۳	۲۰/۱۸*	۰/۰۰۵**	۸×۱۰$^{-۴**}$	۰/۸۲**	۷×۱۰$^{-۴**}$	۴۲۸۲۸/۷**
خطای اصلی	۶	۱/۵۴	۰/۰۰۰	۴×۱۰$^{-۶}$	۰/۰۰۵	۵×۱۰$^{-۶}$	۱۴۴/۱۱
باکتری	۲	۵/۵۶*	۰/۰۰۴**	۳×۱۰$^{-۴**}$	۰/ ۶۴**	۴×۱۰$^{-۴**}$	۶۰۸۳/۸**
باکتری× فسفر	۶	۳۱/۰۴**	۰/۰۰۱**	۴×۱۰$^{-۴**}$	۰/۲۴**	۴×۱۰$^{-۴**}$	۴۴۰۵/۸۵**
خطای فرعی	۱۶	۰/۶	۰/۰۰۰	۷×۱۰$^{-۵}$	۰/۰۲	۵×۱۰$^{-۶}$	۲۱۵/۶۷
مقدار بذر	۲	۵۲/۶۷**	۰/۰۰۱**	۷×۱۰$^{-۴**}$	۰/۵۵۷**	۷×۱۰$^{-۴**}$	۴۴۱۲۹/۲۳**
مقدار × فسفر	۶	۳۶/۹۷**	۰/۰۰۲**	۶×۱۰$^{-۴**}$	۰/۳۲۱**	۳×۱۰$^{-۴**}$	۷۸۱۵/۱۵**
مقدار × باکتری	۴	۲۵/۴۴**	۰/۰۰۳**	۸×۱۰$^{-۴**}$	۱/۲۶**	۶×۱۰$^{-۴**}$	۶۵۸۷/۳**
مقدار × باکتری × فسفر	۱۲	۱۹/۹۵**	۰/۰۰۱**	۷×۱۰$^{-۴**}$	۰/۸۳**	۸×۱۰$^{-۴**}$	۱۲۰۱۱/۹**
خطای فرعی فرعی	۴۸	۰/۹۶	۰/۰۰۰	۱×۱۰$^{-۷}$	۰/۰۰۶	۳×۱۰$^{-۶}$	۱۷۷/۱۲
ضریب تغییرات (٪)		۱/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۲/۳

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. (GP= درصد جوانه‌زنی، MGT= متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی، CVG= ضریب سرعت جوانه‌زنی، MDG= متوسط جوانه‌زنی روزانه، DGS= سرعت جوانه‌زنی روزانه، SV= بنیه بذر).

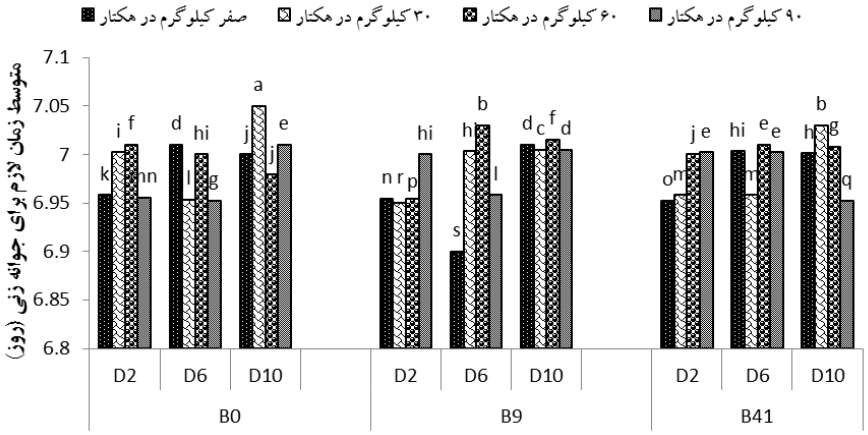


شکل ۱- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر درصد جوانه‌زنی بذر یونجه

B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم

D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

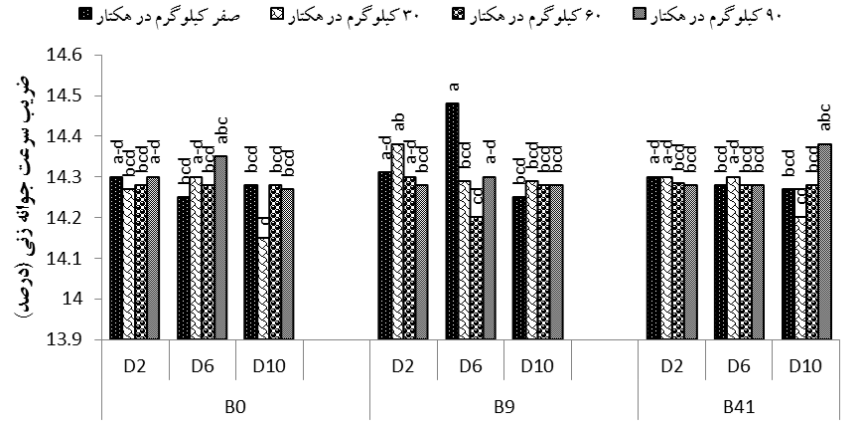
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]



شکل ۲- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MGT بذر یونجه

B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم

D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار



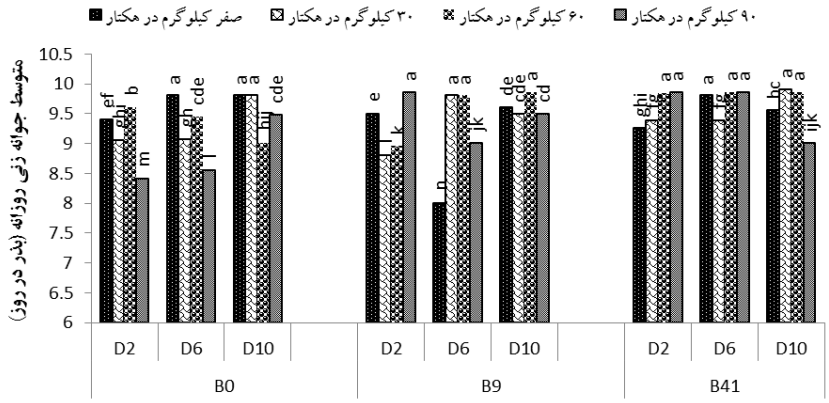
شکل ۳- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر CVG بذر یونجه

B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم

D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

کمترین میزان MDG (۸/۰۶۷ بذر در روز) و بیش‌ترین DGS (۰/۱۲۴ بذر در روز) از عدم کاربرد فسفر، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد وجود فسفر سبب افزایش ذخیره بذر و به دنبال آن افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی روزانه و کاهش متوسط جوانه‌زنی روزانه شده است. کاربرد سویه ۹ باکتری با افزایش حلالیت فسفر و سایر عناصر مفید سبب افزایش ذخیره بذر و پیرو آن افزایش DGS که صفت مطلوبی در بذور به شمار می‌آید، شده است (تقوایی، ۱۳۸۵). در شرایط عدم کاربرد سویه‌های باکتری با افزایش سطح فسفر، MDG افزایش و DGS از یک روند کاهشی پیروی نمود. می‌توان نتیجه گرفت وجود باکتری در کنار کود فسفره می‌تواند با کمک به جذب این عنصر توسط گیاه سبب بهبود عناصر ذخیره شده در بذر و افزایش DGS گردد.

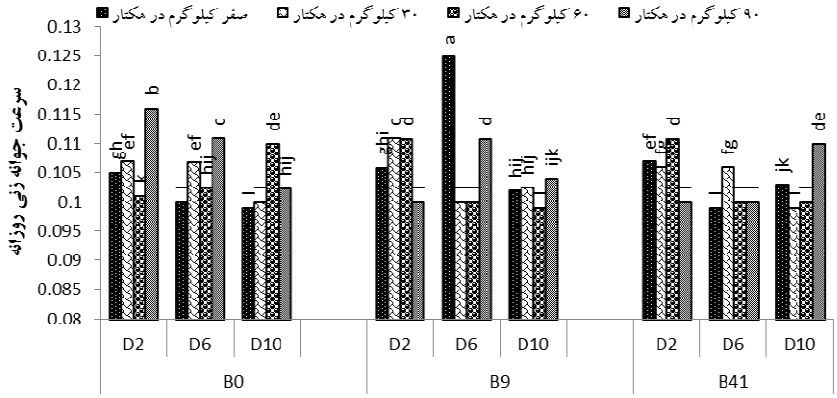
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]



شکل ۴- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MDG بذر یونجه

B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم

D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار



شکل ۵- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر DGS بذر یونجه (بذر در روز)

B0 =تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم

D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار.

بنیه بذر

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر بنیه بذر در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین بنیه بذر (۷۰۰) از تیمار ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن (۴۰۵/۶) از تیمار عدم کاربرد فسفر و باکتری در مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۶). تفاوت‌های فنوتیپی یک موجود نه تنها با ژنوتیپ و محیط یک موجود تعیین می‌شود بلکه اثرات پایه مادری، یعنی سهم والد ماده در فنوتیپ نسل بعدی‌اش نیز تأثیر می‌گذارد. اثرات پایه مادری به سه بخش سیتوپلاسمی ژنتیکی، آندوسپرمی هسته‌ای و فنوتیپی مادری تقسیم می‌شود (رودرش[1] و همکاران، ۲۰۰۵). آنچه که در این تحقیق مهم می‌باشد بخش سوم یعنی محیط یا فنوتیپ پایه مادری است. اثرات محیطی حاکم بر پایه مادری همانند دسترسی عناصر غذایی و تنش خشکی بر روی نسل بعدی اثرات مهمی را برجای گذاشته و به همین ترتیب بر بنیه بذر تولیدشده تأثیر اساسی می‌گذارد. دسترسی مواد غذایی به‌خصوص نیتروژن و فسفر در گیاه مادری ممکن است روی پروتئین بذر، ساختار پوسته بذر و محتوای هورمون بذر

[1] Rudresh

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

و در نتیجه جوانه‌زنی و ویگور بذر تأثیر به‌سزایی داشته باشد (گری و توماس[1]، ۱۹۸۲). به‌نظر می‌رسد کود فسفره با بهبود ذخایر بذری خصوصاً در تراکم بالا سبب افزایش بنیه بذور تولیدی گشته است. نتایج نشان‌دهنده آن است که وجود فسفر در کنار باکتری سودوموناس می‌تواند بر افزایش بنیه بذر در گیاه یونجه تأثیر خوبی داشته باشد. فسفر از طریق تأثیر روی یکپارچگی غشای سلول‌ها سبب تغییر در میزان بنیه بذر می‌گردد (پادریت و همکاران، ۱۹۹۶). تغذیه مناسب و شرایط ایده‌آل در مرحله رویشی، تقویت گیاه مادری، تعداد پنجه‌ها و در نهایت تعداد بذر تولیدی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که تأمین منابع و شرایط نرمال در مرحله زایشی بیشتر، انتقال نوع و میزان مواد فتوسنتزی به دانه و در نهایت اندازه و بنیه بذر را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. به عبارتی دیگر اختصاص مواد به بذر از دیگر عوامل مهم در راهبرد بازآوری گیاه است (تقوایی، ۱۳۸۵).

ب- شاخص‌های جوانه‌زنی پس از اعمال پیری تسریع‌شده

درصد جوانه‌زنی

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر درصد جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین درصد جوانه‌زنی از تیمار عدم کاربرد فسفر، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۰۰، و کمترین آن به میزان ۷۴ از تیمار ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۷). به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط نامطلوب زراعی از جمله مقدار بذر زیاد و مواد غذایی کم، واکنش اکولوژیکی گیاه نسبت به محیط به سمتی پیش می‌رود که درصد جوانه‌زنی در بذور گیاه یونجه افزایش یابد. همچنین پس از اعمال پیری درصد جوانه‌زنی نسبت به جوانه‌زنی استاندارد از یک روند کاهشی پیروی نمود. توده‌های بذری با درجه جوانه‌زنی بالا پس از انبارداری دارای بنیه‌های متفاوتی هستند و عکس‌العمل متفاوتی نسبت به انبار نشان می‌دهند. برای تعیین بنیه بذر پس از انبارداری، تعیین درصد جوانه‌زنی به‌عنوان شاخص لازم به نظر می‌رسد اما کافی نمی‌باشد، زیرا شیب کاهش بنیه بذر در طی زمان بیشتر از شیب زنده ماندن بذر است (تقوایی، ۱۳۸۵). در طی انبارداری نسبت اسیدهای چرب اشباع افزایش می‌یابد و اسیدهای چرب غیراشباع کاهش می‌یابد. اسیدهای چرب غیراشباع پایداری کمتری دارند و به اکسیداسیون طی فرآیند پیری حساس‌ترند. بنابراین اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع تبدیل می‌شوند. این پراکسیداسیون چربی‌ها عامل اصلی پیری در بذر می‌باشد. کربوهیدرات‌های محلول نیز با افزایش سن بذر کاهش می‌یابند و این کاهش می‌تواند اثر حفاظتی قندها بر روی پیوستگی غشاهای سلول را کاهش دهد (پانوبیانکو و ویرا[2]، ۲۰۰۷).

متوسط روزهای مورد نیاز برای جوانه‌زنی (MGT) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)

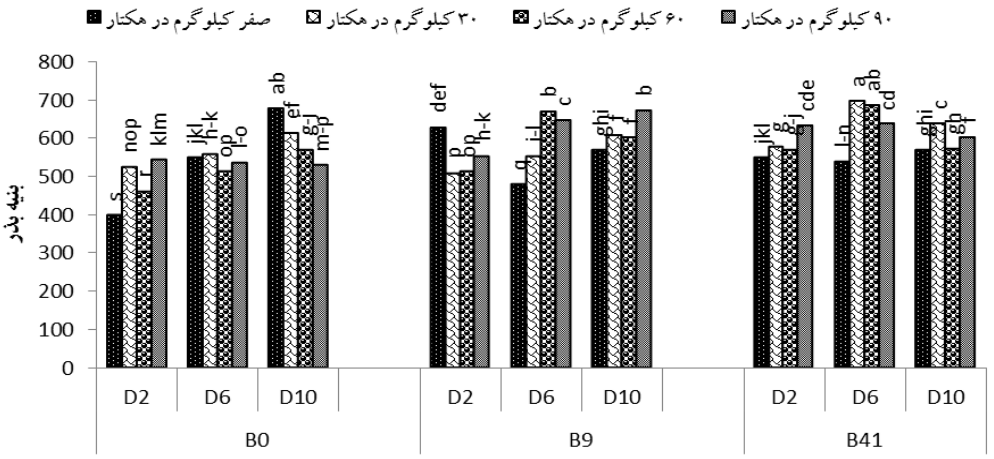
اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MGT و CVG در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین MGT (۷/۰۳۵ روز) و کمترین CVG (۰/۱۴۲۲ و ۰/۱۴۲۱ بذر در روز) به ترتیب از دو تیمار ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد فسفر، باکتری سویه ۴۱ مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین میزان MGT (۶/۸۲ روز) و بیشترین CVG (۰/۱۴۶۶ بذر در روز) از کاربرد ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. به نظر می‌رسد وجود فسفر سبب افزایش ذخیره بذر و پیرو آن افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی و کاهش متوسط روزهای مورد نیاز، پس از اعمال پیری شده است. کاربرد سویه ۹ باکتری در یونجه توانست اثر خوبی را نسبت به سویه ۴۱ از خود نشان دهد، و با کمک به افزایش ذخیره غذایی در بذور یونجه بر ضریب سرعت جوانه‌زنی افزود. این بدان معنی است که کاربرد باکتری سودوموناس سویه ۹ در گیاه یونجه با کمک به افزایش جذب فسفر و سایر عناصر غذایی سبب افزایش CVG در کلیه تراکم‌های کشت شده است. چه

[1] Gray and Thomas

[2] Panobianco and Viera

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

قبل و چه بعد از اعمال پیری عدم وجود فسفر کافی به علت کود کم و عدم کاربرد باکتری سبب افزایش میانگین مدت جوانه‌زنی و کاهش ضریب سرعت جوانه‌زنی نسبت به سایر تیمارها گردید.



شکل ۶- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر بنیه بذر یونجه

B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم

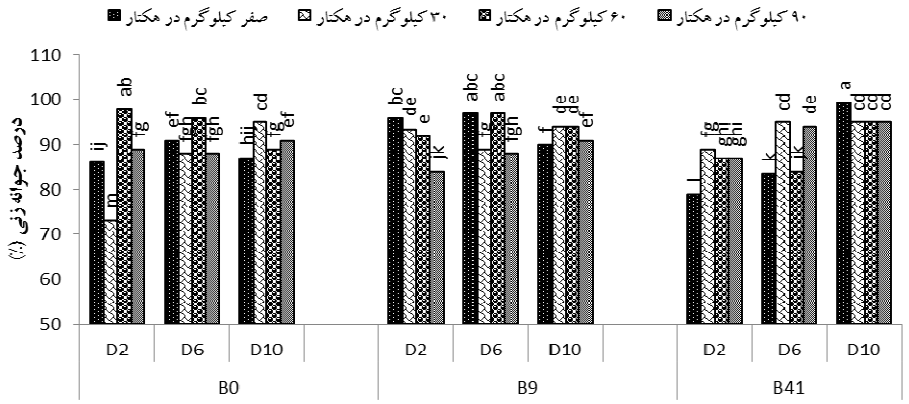
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر مادری بعد از اعمال پیری تسریع‌شده در یونجه همدانی

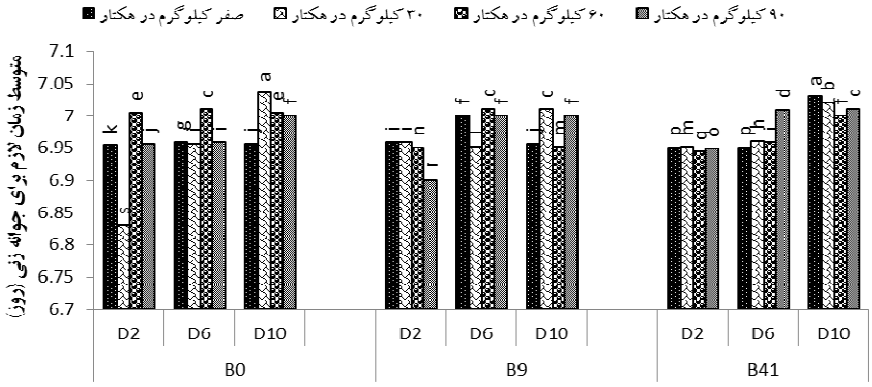
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		GP	MGT	CVG	MDG	DGS	SV
بلوک	۲	۰/۵۸	۰/۰۰۰	۶×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۶	۴×۱۰^{-۵}	۷۷/۵۳۹
فسفر	۳	۱۱۸/۳*	۰/۰۱۷ **	۷×۱۰^{-۵}**	۱/۱۸۳ **	۶×۱۰^{-۴}**	۲۳۳۰۴۶/۷**
خطای اصلی	۶	۲/۵۴	۰/۰۰۰	۵×۱۰^{-۶}	۰/۰۲۵	۷×۱۰^{-۶}	۱۲۷/۶۲
باکتری	۲	۵۶/۷۷*	۰/۰۰۲**	۴×۱۰^{-۵}**	۰/۵۶۸**	۶×۱۰^{-۴}**	۴۰۱۶۴/۹۲**
باکتری× فسفر	۶	۴۶/۷**	۰/۰۰۳**	۷×۱۰^{-۵}**	۰/۴۶۷**	۷×۱۰^{-۴}**	۱۰۸۲۴/۷۴**
خطای فرعی	۱۶	۳/۳۱۹	۰/۰۰۰	۵×۱۰^{-۶}	۰/۰۳۳	۳×۱۰^{-۵}	۶۱۶/۰۲
مقدار بذر	۲	۶۹/۶۹**	۰/۰۰۰**	۳×۱۰^{-۵}**	۰/۶۹۷**	۴×۱۰^{-۴}**	۶۴۳۲/۲۸**
مقدار × فسفر	۶	۶۰/۴۷**	۰/۰۰۳**	۷×۱۰^{-۵}**	۰/۶۰۵ **	۶×۱۰^{-۴}**	۱۱۳۷۸/۵۶**
مقدار × باکتری	۴	۱۳۵/۸۸**	۰/۰۰۴**	۵×۱۰^{-۵}**	۱/۳۵۹**	۵×۱۰^{-۴}**	۳۵۴۰۰/۰۴**
مقدار × باکتری × فسفر	۱۲	۱۰۳/۷**	۰/۰۰۵**	۶×۱۰^{-۵}**	۱/۰۳۷**	۵×۱۰^{-۴}**	۲۴۷۴۷/۸**
خطای فرعی فرعی	۴۸	۱/۷۸	۰/۰۰۰	۲×۱۰^{-۷}	۱/۰۱۸	۴×۱۰^{-۶}	۲۸۸/۹۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/۴۶	۰/۱	۰/۱	۱/۴۶	۱/۴۶	۳/۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد. (GP= درصد جوانه‌زنی، MGT= متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی، CVG= ضریب سرعت جوانه‌زنی، MDG= متوسط جوانه‌زنی روزانه، DGS= سرعت جوانه‌زنی روزانه، SV= بنیه بذر)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]



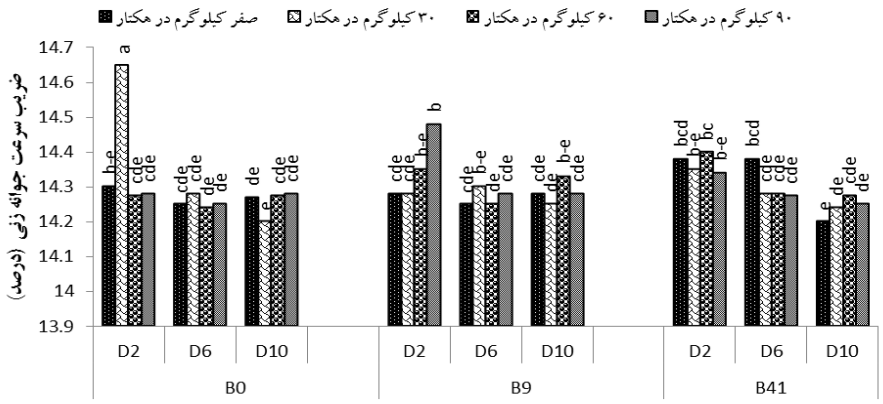
شکل ۷- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر درصد جوانه‌زنی بذر مادری یونجه بعد از اعمال پیری تسریع‌شده
B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار



شکل ۸- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MGT بذر یونجه مادری بعد از اعمال پیری تسریع‌شده
B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

نتایج ملکی فراهانی (۱۳۸۸) نشان می‌دهد که فرسودگی بذر، میانگین مدت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش داد و با افزایش سطح فرسودگی میانگین مدت جوانه‌زنی افزایش بیشتری می‌یابد. بنابراین برای حفظ بنیه بذر در انبار بهتر است که بذر با آب و مواد غذایی کافی تولید شود. بذرهایی که با کود کامل شیمیایی در مزرعه تولید می‌شوند نسبت به بذرهایی که با عدم کاربرد کود تولید شدند، قابلیت انبارداری کمتری داشتند.

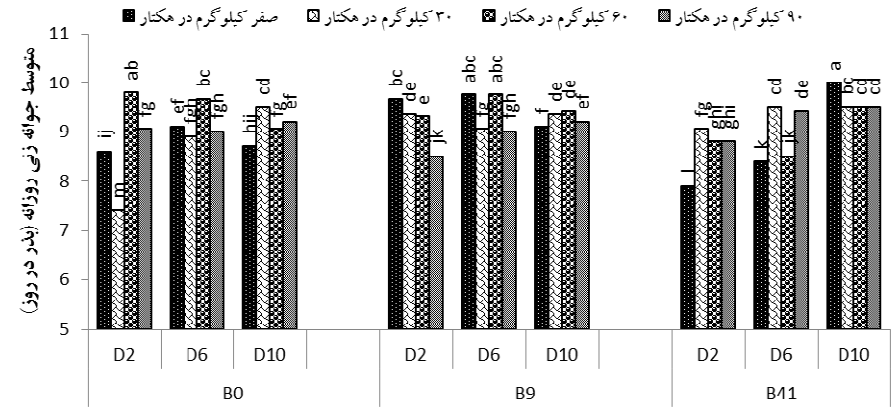
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]



شکل ۹- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر CVG بذر یونجه مادری بعد از اعمال پیری تسریع‌شده
B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

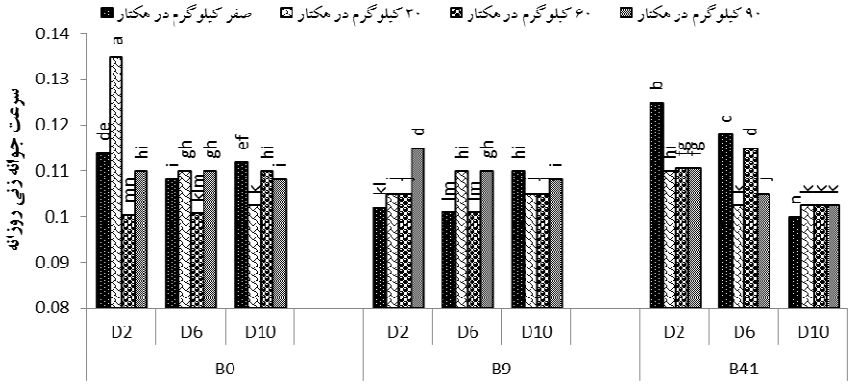
متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG) و سرعت جوانه‌زنی روزانه (DGS)

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MDG و DGS در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین MDG (۱۰ بذر در روز) و کمترین DGS (۰/۱۰ بذر در روز) از عدم کاربرد فسفر، باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین میزان MDG (۷/۴ بذر در روز) و بیشترین DGS (۰/۱۳۵۲ بذر در روز) از تیمار ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، عدم کاربرد باکتری و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). به نظر می‌رسد وجود فسفر سبب افزایش ذخیره بذر و دنبال آن افزایش سرعت جوانه‌زنی روزانه و کاهش متوسط جوانه‌زنی روزانه شده است. کاربرد سویه ۹ باکتری با افزایش حلالیت فسفر و سایر عناصر مفید سبب افزایش ذخیره بذر و تبعیت از آن افزایش DGS که صفت مطلوبی در بذور به شمار می‌آید، شده است. به‌طورکلی در تمام سطوح مقدار بذر با افزایش میزان فسفر MDG از یک روند افزایشی و DGS از یک روند کاهشی پیروی نمود.



شکل ۱۰- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر MDG بذر یونجه مادری بعد از اعمال پیری تسریع‌شده
B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]



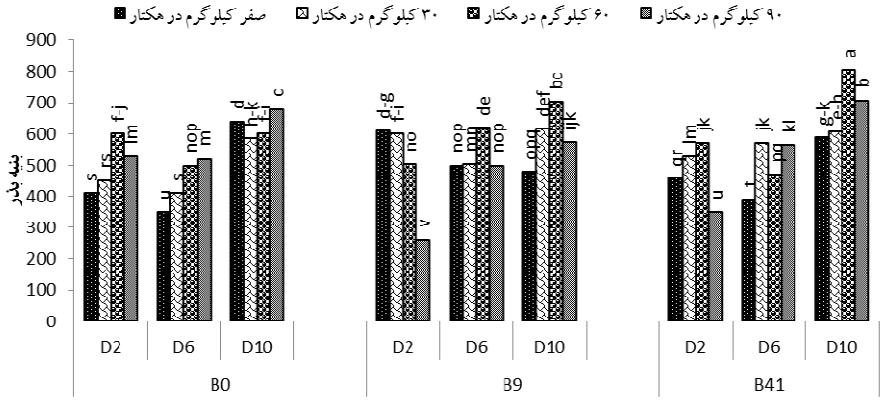
شکل ۱۱- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر DGS بذر یونجه مادری بعد از اعمال پیری تسریع‌شده
B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

بنیه بذر

اثر متقابل سه‌گانه فسفر، باکتری و مقدار بذر بر بنیه بذر در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین بنیه بذر (۸۲۲/۴) از تیمار ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، کاربرد باکتری سویه ۴۱ و مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن (۲۶۷/۳) از کاربرد ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سویه ۹ و مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار آن از به‌دست آمد (شکل ۱۲). به‌نظر می‌رسد کاربرد باکتری، با افزایش توان گیاه در جذب مواد توانسته است قدرت بذر را افزایش دهد. اگرچه تأثیر تیمارهای اعمال شده در هر دو بخش جوانه‌زنی استاندارد و جوانه‌زنی پس از اعمال پیری نسبتاً یکسان بوده است اما، پس از اعمال پیری میزان بنیه بذر نسبت به زمان استاندارد کاهش یافته است.

در وضعیت فعلی با آن‌که تعداد زیادی از تولیدکنندگان بذر دارای مهارت می‌باشند ولی تعداد افرادی مطلع از راهکارهای تولید بذر با بنیه قوی که بتواند در محدوده وسیعی از شرایط محیطی عملکرد مطلوبی تولید نمایند، بسیار کم است. با آن‌که اطلاعات زیادی در مورد تأثیر شرایط محیطی و زراعی بر بنیه بذر وجود دارد، هنوز به این پرسش که چگونه بذر قوی و مرغوب تولید کنیم پاسخ درستی داده نشده و این حاکی از آن است که هنوز اطلاعات کافی در زمینه تأثیر فاکتورهای محیطی و عوامل فیزیولوژیکی بر بنیه بذر وجود ندارد. بیشتر منابع علت تغییرات بنیه بذر را ناشی از مدیریت برداشت، فرآیند بذر پس از برداشت، وضعیت انبارداری و چگونگی کاشت بذر دانسته‌اند؛ اما کمتر به بنیه اولیه بذر و تأثیر فاکتورهای محیطی طی مرحله رسیدن بذر بر آن پرداخته‌اند. در صورتی که افزایش بنیه بذر یک راهبرد مهم برای افزایش غیرمستقیم عملکرد در شرایط مدیترانه است (تقوایی، ۱۳۸۵).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]



شکل ۱۲- اثر متقابل فسفر، باکتری و مقدار بذر بر بنیه بذر مادری یونجه بعد از اعمال پیری تسریع‌شده
B0 = تیمار بدون باکتری، B9 = باکتری سویه ۹، B41 = باکتری سویه ۴۱. فسفر خالص در قالب فسفات آمونیوم
D2 = مقدار بذر ۲ کیلوگرم در هکتار، D6 = مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار، D10 = مقدار بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده کاربرد ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، چه در مرحله کشت برای تولید بذر و چه در بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر به عنوان بهترین تیمار کودی شناخته شد. باکتری سودوموناس سویه ۴۱ در مرحله تولید بذر بر باکتری سویه ۹ برتری داشت، لیکن در بررسی کیفیت بذور هر دو باکتری توانستند تأثیر مثبتی از خود نشان دهند. در بررسی تیمارهای مقدار بذر، دو تیمار ۶ و ۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار، به تولید بذوری با کیفیت بالا منجر شد. از آن‌جایی که میزان عملکرد بذر و قدرت بذر هر دو حائز اهمیت هستند، لذا بهترین تیمار معرفی شده در این تحقیق کاربرد۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار، باکتری سودوموناس سویه ۴۱ و مقدار بذر ۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. تغذیه مناسب و شرایط ایده‌آل در مرحله رویشی، تقویت گیاه مادری، تعداد غلاف‌های بذری و در نهایت تعداد بذر تولیدی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. تأمین منابع و شرایط طبیعی در مرحله زایشی، انتقال نوع و میزان مواد فتوسنتزی به دانه و در نهایت اندازه و بینه بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

منابع

تقوایی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثرهای تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه بر خصوصیات اکوفیزیولوژیک بذر جو. پایان‌نامه دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

توکلی کاخکی، ح.م.، بهشتی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۴. ارزیابی آزمون‌های قدرت بذر جهت تعیین کیفیت بذر یونجه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۳(۱): ۳۴- ۲۵.

خاوازی، ک.، ملکوتی، م.ج. و اسدی رحمانی، ه. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در ایران. چاپ دوم. ۴۱۸.

راهنما، ع. و عبادوز، غ. ۱۳۸۴. تعیین مناسب‌ترین الگو و تراکم کاشت جهت بذرگیری یونجه. چکیده مقالات اولین همایش ملی گیاهان علوفه‌ای کشور. نشر آموزش کشاورزی. ۲۴۹ صفحه.

سوهانی، م.م. ۱۳۸۶. کنترل و گواهی بذر. انتشارات دانشگاه گیلان.

صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. ۲۰ صفحه.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۸۶. مقایسه آزمون‌های تراوش پتاسیم و هدایت الکتریکی در ارزیابی بنیه بذر یونجه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۵(۱): ۱۰۸-۹۷.

صنایعی، س. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی یونجه رقم بومی (قره یونجه). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه محقق اردبیلی. ۹۵ صفحه.

عباسی شاهمرسی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر تنش شوری بر فرآیندهای فیزیولوژیکی یونجه رقم بومی (قره یونجه). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه محقق اردبیلی. ۸۷ صفحه.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ دوم. نشر آموزش کشاورزی. ۴۲۰ صفحه.

ملکی فراهانی، س. ۱۳۸۸. ارزیابی سیستم‌های کم‌آبی و کود بر عملکرد و صفات کمی و کیفی بذر جو (رقم ترکمن). رساله دکتری تخصصی. دانشگاه تهران. ۲۴۸ صفحه.

Amjad, M., Anjum, M.A., and Akhtar. N. 2004. Influence of phosphorus and potassium supply to the mother plant on seed yield, quality and vigour in pea (*Pissum sativum* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 3(1):108-113.

Anonymous. 2003. Hand Book for Seedling Evaluation (3rd. Ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.

Bashan, Y., Holguin, G., and De-Bashan, L. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. Canadian Journal of Microbiology, 50(8): 521-577.

Cattelan, A.J., Hartel, P.G., and Fuhrman, J.J. 1999. Screening for plant growth–promoting Rhizobacteria to promote early soybean growth. Soil Science Society of America Journal, 63(6): 1670-1680.

Chaichi, M.R. 1995. Grazing management of annual medic pastures. Ph.D. Thesis. College of Agriculture. The University of Adelaide. Australia.

Clayton, G.W., Lupwayi, N.Z., and Rice, W.A. 2003. Regional report on inoculant research**.** Agriculture and Agri-Food Canada. Inoculant Forum. Abstract of Symposium.

Gray, D., and Thomas, T.H. 1982. Seed germination and seedling emergence as influenced by the position of development of the seed on, and chemical applications to, the parent plant. The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination, 81-110.

ISTA. 1993. International rules for seed testing. Supplement to Seed Science and Technology. 21:1-288.

Mullins, G.L., Hajek, B.F., and Wood, C.W. 1996. Phosphorus in agriculture. Bull Department Agronomy and Soils, Auburn, USA. 2:1-35.

Padrit, J., Hampton, J.G., Hill, M.J., and Watkin, B.R. 1996. The effect of nitrogen and phosphorus supply to the mother plant on seed vigour in garden pea (*Pisum sativum* L.). Journal of Applied Seed Production, 14: 41- 45.

Panobianco, M., and Viera, R.D. 2007. Electrical conductivity and deterioration of Soybean seed exposed to different storage conditions. Revista Brasileria de Sementes, 29(2): 97-105

Rudresh, D.L., Shiraprakash, M.K., and Prasad, R.D. 2005. Tricalcium phosphate solublizing abilities of trichoderma spp. In relation to puptake and growth and yield parameters of chickpea. Canadian Journal of Microbiolog, 513:217-222.

Shewry, P.R. 1992. Barley seed storage proteins-structure, synthesis and deposition in nitrogen metabolism of plant, Oxford University Press, Oxford U.K, pp 201-227.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

Shukla, Y.R., Kholi, U.K., and Sharma, S.K. 1993. Influence of phosphorous fertilization on yield and quality traits in early cultivars of garden pea. Horticulture Journal, 6: 129-131.

Yasari, E., and Patwardhan, I.S. 2007. Effects of Aztobacter and Azospirillium inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. Asian Journal of Plant Sciences, 6(1): 77-82.

Zaidi, S.F.A. 2003. Inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and fluorescent Pseudomonas to control *Rhizoctonia solani* in soybean [*Glycine max* L. Merr]. Annals of Agricultural Research, 24: 151-153.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 1(2), 2015

Effect of Seed Rate and Efficiency of PGPR on Quality of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seed, Using Standard Germination and Accelerated Aging Tests

Hasan Habibi[1], Mehdi Aghighi Shahverdi[2,*], Zahra Nasiri[3], Mohammadreza Chaichi[4], Mohammad Hosein Fotokian[1]

[1] *Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran*
[2] *Ph.D Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran*
[3] *M.Sc. Student of Agronomy, Shahed University, Tehran, Iran*
[4] *Agricultural College, Tehran University, Tehran, Iran*
[*]Corresponding author, E-mail address: m.aghighi@shahed.ac.ir

(Received: 2014.06.9 - Accepted: 2014.09.27)

Abstract

The effect of seed rate of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and efficiency of plant growth promoting bacteria (PGPR) that facilitates phosphorus uptake with different doses of phosphate fertilizer were evaluated on seed quality. For this purpose, the germination and seed vigor tests before and after accelerated aging were performed in a split split plot experiment based on randomized complete block design with three replications in 2010 in the field of education and research in the College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Karaj. Phosphorus factor at 4 levels (0, 30, 60 and 90 kg Phosphorus.ha^{-1}) in main plots, PGPR (Pseudomonas) in three levels (no bacteria, bacterial strains, No. 9 and bacterial strains No. 41) in sub plots and rate of seed factors on three levels (2, 6, and 10 kg of seed per hectare) were the sub-subplots. The results showed the highest rate of germination and seed vigor obtained by use of 6 kg seeds per hectare, PGPR No.41 strains with 30 kg Phosphorus per hectare and after accelerated aging. The highest rate of germination and seed vigor at 10 kg of seed per hectare were found for PGPR No.41 strains, with 60 kg Phosphorus ha^{-1} treatments. After accelerated aging practices to achieve maximum germination index and vigor, seed rates and phosphorus requirement were more than standard conditions. Based on obtained results for the storage conditions, bacterial strains No. 41 had better effect on increasing seed vigor than bacterial strains No. 9. To produce alfalfa seed with high vigor and obtain better results, use of optimum seed rates and phosphorus (6 and 30 kg.ha^{-1}, respectively) along with PGPR (strain No. 41) could be considered in crop plants.

Keywords: Germination percentage, Pseudomonas, Seed vigor index, Phosphorus, Alfalfa

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.2.2.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.2.1]