University of Tehran Press

Iranian Journal of Field Crop Science

Online ISSN: 2423-8082

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

The Effect of Coating with *Pseudomonas fluorescens* and Gibberellic Acid on the Quality and Germination Properties of Parsley Seeds (*Petroselinum crispum*)

Khadijeh Momeni[1]| Sohrab Mahmoudi [2]| Hojatollah Latifmanesh[3]| Ali Moradi [4]✉| Rasool Rezaei[5]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2 Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. Email: smahmoodi@birjand.ac.ir
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran. Email: h.latifmanesh@yu.ac.ir
4. Corresponding Author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran. Email: amoradi@yu.ac.ir
5. Department of Plant protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran. Email: rrezaei@yu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: February 13, 2022
Received in revised form: November 24, 2022
Accepted: December 18, 2022
Published online: April 28, 2023

Keywords:
Perlite,
Priming,
Seed coating,
Seedling emergence rate,
Seedling length vigor index.

ABSTRACT

In addition to plant growth enhancing bacteria, the effect of gibberellic acid on increasing the ability of germination and seedling vigor index has been investigated and confirmed. To determine the best treatments for coating along with *Enterobacter cloacae+Pseudomonas fluorescens* and gibberellic acid on germination characteristics and establishment of parsley seed, three experiments were conducted in the seed laboratory of Yasouj University in 2015 and 2016. The first experiment was conducted based on a CRD design on non-primed seeds to select the most suitable coating materials for covering parsley seeds with 4 pelleting treatments including control, vermiculite (V), perlite (P) and kaolin (K). To determine the most suitable combination of coating material, biopriming and hormone priming for seed coating, the second experiment was conducted in a factorial experiment based on a completely randomized design with 12 treatments and 4 replications. The treatments of the second experiment were also used in the third experiment in the greenhouse condition. The best treatments for the first experiments were $P_{20}K_{10}$ (perlite with a weight ratio of 20 and kaolin 10), $P_{20}K_{20}V_5$ (perlite with a weight ratio of 20, kaolin 20 and vermiculite 5) and $P_{30}K_{10}$ and in the second experiment were $P_{20}K_{10}$-GA3-50ppm-6h and also $P_{20}K_{20}V_5$-GA3-50ppm-12h. Finally, in the greenhouse experiment, the use of $P_{20}K_{10}$-GA3-50ppm-6h treatment was determined as the best treatment to increase the percentage of final field emergence and field emergence rate. The results of this study showed that the use of $P_{20}K_{10}$-GA3-50ppm-6, other than increasing the volume and physical characteristics, can be useful as a strategy to improve the quality of germination and seedling of parsley.

Cite this article: Moemeni, K., Mahmoodi, S., Latifmanesh, H., Moradi, A., & Rezaei, R. (2023). The effect of coating with *Pseudomonas fluorescens* and gibberellic acid on the quality and germination properties of parsley seeds (*Petroselinum crispum*). *Iranian Journal of Field Crop Science*, *54*(2), 59-71. DOI: 10.22059/ijfcs.2022.333252.654872.

© The Authors.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/ijfcs.2022.333252.654872

انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

تأثیر استفاده از پوشش به همراه باکتری *Pseudomonas fluorescens* و جیبرلیک‌اسید بر کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری (*Petroselinum crispum*)

خدیجه مومنی[۱] | سهراب محمودی[۲] | حجت اله لطیف منش[۳] | علی مرادی[۴]✉ | رسول رضایی[۵]

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: smahmoodi@birjand.ac.ir

۳. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: h.latifmanesh@yu.ac.ir

۴. نویسنده مسئول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: amoradi@yu.ac.ir

۵. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. رایانامه: rrezaei@yu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۲/۰۸

کلیدواژه‌ها:
پرایمینگ،
پرلیت،
پوشش دانه،
سرعت ظهور گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه

چکیده

علاوه‌بر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، تاثیر جیبرلین بر افزایش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. به منظور تعیین بهترین تیمارهای ترکیب پوشش به همراه *Enterobacter cloacae+pseudomonas fluorescens* و جیبرلیک‌اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری سه آزمایش در آزمایشگاه بذر دانشگاه یاسوج در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش اول روی بذور بدون پرایم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار پلت شامل شاهد، ورمی‌کولایت (V)، پرلیت (P) و کائولن (K) انجام شد تا مناسب‌ترین مواد پرکننده برای پوشش‌دارکردن بذر جعفری انتخاب شود. آزمایش دوم به منظور تعیین مناسب‌ترین ترکیب پرکننده و بیوپرایم و هورمون پرایم جهت روکش بذر به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش دوم در گلخانه جهت انجام آزمایش سوم استفاده شدند. بهترین تیمارهای آزمایش‌های اول شامل $P_{20}K_{10}$ (پرلیت با نسبت وزنی ۲۰ و کائولن با نسبت وزنی ۱۰ در ماده پوششی)، $P_{20}K_{20}V_5$ (پرلیت با نسبت وزنی ۲۰ و کائولن با نسبت وزنی ۲۰ و ورمی‌کولایت با نسبت وزنی ۵ در ماده پوششی) و $P_{30}K_{10}$ و در آزمایش دوم شامل تیمارهای $P_{20}K_{10}$-GA3-50ppm-6h و $P_{20}K_{20}V_5$-GA3-50ppm-12h بودند. در نهایت، در بررسی گلخانه‌ای، استفاده از تیمار $P_{20}K_{10}$-GA3-50ppm-6h به‌عنوان بهترین تیمار جهت افزایش درصد ظهور نهایی گیاهچه و سرعت ظهور گیاهچه در روز تعیین شد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از $P_{20}K_{10}$-GA3-50ppm-6h می‌تواند علاوه بر افزایش حجم و بهبود دستورزی به عنوان راهکاری در جهت بهبود کیفیت جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای بذر جعفری مفید باشد.

استناد: مومنی، خ.، محمودی، س.، لطیف‌منش، ح.، مرادی، ع.، و رضایی، ر. (۱۴۰۲). تأثیر استفاده از پوشش به همراه باکتری *Pseudomonas fluorescens* و جیبرلیک‌اسید بر کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری (*Petroselinum crispum*). *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۴(۲)، ۷۱-۵۹. DOI: 10.22059/ijfcs.2022.333252.654872

CC BY NC

© نویسندگان

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

گیاه جعفری با نام علمی *Petroselinum crispum* متعلق به تیره چتریان می‌باشد که بیشتر به خاطر عطر و طعم مطبوعش به صورت خشک یا تازه مورد استفاده قرار می‌دهند. اگرچه مانند دیگر سبزی‌ها سرشار از ویتامین‌های مختلف و همچنین املاح و مواد معدنی مفید است، ولی به لحاظ آهن، ویتامین‌های A، C، فسفر، پتاسیم، کلسیم و ید، منبعی غنی به حساب می‌آید (Nouri *et al*., 2012). در حال حاضر با هدف بهبود جوانه‌زنی بذر روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ اغلب هدف از پوشش‌دادن یک بذر استفاده از موادی از قبیل قارچکش‌ها، حشره‌کش‌ها، مواد ایمن‌ساز، عناصر کم‌مصرف و ترکیبات دیگری است که به شکل مستقیم در ارتباط با بذر قرار می‌گیرند (Copeland & Mcdonald, 2001). باتوجه‌به ریزبودن بذر جعفری (به درازای دو میلیمتر به قطر یک میلی متر یا کمی‌بیشتر) برای غلبه بر مشکلاتی که در کاشت به وجود می‌آید، پوشش‌دارکردن بذرها مفید است. افزایش اندازه بذر اولین مزیت پوشش‌دارکردن بذر می‌باشد که نقل و انتقال بذر را بهبود می‌بخشد. در بذور ریز پوشش‌دارکردن اهمیت زیادی دارد، زیرا فرصت بهره‌وری بیشتری در نتیجه‌ی افزایش اندازه و ایجاد یک فضای جدید در اطراف بذر برای آن ایجاد می‌کند.

استفاده از تیمارهای زیستی بذر در قالب تیمار پوششی، کارکرد گیاه را به‌طور چشمگیری بهبود می‌بخشند. در تیمار زیستی بذر، به جای تیمار شیمیایی، از قارچها یا باکتری‌ها برای کنترل عوامل بیماری‌زای بذرزاد و خاکزاد استفاده می‌شود. استفاده از این مواد به علت اهمیت آن‌ها برای سلامتی انسان و محیط زیست و همچنین مخاطرات مربوط به سمیت گیاهی ناشی از استفاده بیش از حد آفتکش‌ها با اقبال بیشتری روبرو است (Copeland & Mcdonald, 2008). اگرچه در ابتدا پوشش‌دارکردن بذر با هدف تغییر در اندازه بذرها انجام می‌شد، اما بعدها در مواد پوششی ترکیباتی اضافه می‌کردند که باعث تغییر در ریز محیط بذر در هنگام کاشت می شد و به بهبود جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه کمک می‌کرد. به‌طورکلی محققان هدف از پوشش‌دارکردن بذر را دور کردن حشرات (Nault *et al*., 2006)، مقابله با قارچها، حشرات و علف‌های هرز (Copeland & Mcdonald, 2008)، مایه‌زنی میکروارگانیسم‌های مفید (Rice *et al*., 2001)، بهبود خصوصیات دستورزی در بذر و بهبود جوانه‌زنی و استقرار بذر (Peltonen-Sainio *et al*., 2006) دانسته‌اند. در این میان استفاده از ریزجانداران مفید مانند باکتری‌های محرک رشد گیاهی از جمله *Pseudomonas fluorescese* می‌تواند باعث افزایش سازگاری و پایداری گیاهان شود (Bennett & Whipps, 2008). امروزه نقش جیبرلین‌ها در تنظیم جوانه‌زنی بیش از پیش ثابت شده است که عمدتاً از طریق تحریک فعالیت آلفاآمیلاز باعث افزایش جوانه‌زنی می شود (Taylor *et al*., 2007). به عنوان مثال، تیمار بذور بابونه با ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین باعث افزایش در صد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شد (Parmoon *et al*., 2013).

در پژوهش‌های مختلف سازوکارهای متفاوتی در پوشش‌دارکردن بذر و تیمار بذر با مواد پوشش‌دهنده، باکتری‌ها و هورمون‌های مؤثر بر گیاه جهت ارتقای کیفیت بذر و گیاهچه استفاده شده است. جهت رفع مشکل عدم توزیع یکنواخت بذرهای تاغ در بذرپاشی هوایی، پلت‌کردن و افزایش وزن هزاردانه اثر مثبت داشت؛ به‌طوری‌که در نتیجه‌ی آن، بذرهای پلت‌شده توزیع یکنواخت‌تری دا شتند (Mehrabi *et al*., 2010). تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر افزایش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (Saadat & Ehteshami, 2016). از طرف دیگر در خصوص اسیدجیبرلیک و آثار آن روی جوانه‌زنی بذور مختلف، محققان به این نتیجه رسیده‌اند که اسیدجیبرلیک به صورت معنی‌داری درصد و سرعت جوانه‌زنی را نسبت به گیاه شاهد افزایش می‌دهد (Demir Kaya *et al*., 2006; Farhoudi & Makyizadeh Tafti, 2014; Ghodsirasi *et al*., 2021). مطالعات متعدد در مورد پلت‌کردن و بیوپرایمینگ با باکتری و همچنین پرایمینگ با هورمون جیبرلین انجام شده، اما ازآنجایی‌که تیمارهای پلت به همراه باکتری و هورمون اسیدجیبرلیک باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شوند و از طرفی در خصوص بذر جعفری تاکنون اثر ترکیبی تیمارهای مذکور گزارش نشده، بنابراین ضرورت دارد که با استفاده از یک روش آزمایشگاهی و گلخانه‌ای تحت شرایط کنترل شده امکان ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق عکس‌العمل این گیاه نسبت به تیمارهای پلت به همراه باکتری و همچنین پرایمینگ جیبرلین صورت گیرد. در این آزمایش جهت تعیین بهترین تیمارها در زمان مشخص بر خصوصیات جوانه‌زنی و استقرار بذر جعفری، تأثیر پیش‌تیمار بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای بررسی شد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به‌منظور تعیین تأثیر تیمارهای پوشش‌دارکردن بذر به همراه بیوپرایمینگ و هورمون بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری (*Petroselinum crispum*) که از یاسوج تهیه شده بود، در قالب سه آزمایش در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر و گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش اول پوشش‌دارکردن بذر بود. این آزمایش روی بذور بدون پرایم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار پلت (مواد پوشش‌دهنده) شامل ورمی‌کولایت، پرلیت، کوکوپیت و کائولن در ۴ تکرار انجام شد تا مناسب‌ترین مواد پرکننده برای پوشش‌دارکردن بذر جعفری انتخاب شود. این انتخاب براساس شاخص‌هایی همچون ایجاد یکنواختی در اندازه بذر، چسبندگی مناسب و درصد جوانه‌زنی بذر بود. برای افزایش کارایی پوشش از ماده چسباننده صمغ عربی استفاده شد. میزان کاربرد مواد پلت‌کننده بر اساس وزن ماده پوشش‌دهنده نسبت به وزن بذر (تقریباً ۵ تا ۴۰ برابر وزنی) در نظر گرفته شد. مواد پوششی با استفاده از آسیاب خرد شدند و سپس از الک با مش ۵ میلی‌متری عبور داده شدند تا ذرات یکنواخت به‌دست آیند، سپس اتوکلاو شده تا برای فرآیند پوشش‌دهی آماده شوند. در این آزمایش از دستگاه پلت‌کننده استفاده شد؛ به‌طوری‌که ترکیبی خالص از مواد مذکور در ظرف مخصوص پوشش‌دارکردن بذر[1] دستگاه ریخته شدند. سپس بذور نیز به محیط اضافه شدند و دستگاه شروع به‌کار کرد تا مواد پوششی به پوسته بذرها بچسبد. بعد از حصول پوشش مناسبی از مواد مذکور در بذر پودر تالک نیز به آن‌ها اضافه شد تا به خشک‌شدن مواد پوششی روی بذر کمک کند. برای اطمینان بیشتر از خشک‌شدن، بذرها به‌مدت ۱۲ ساعت در جریان هوای آزاد (دمای اتاق) نیز قرار داده شدند. ازآنجایی‌که مواد پوشش‌دهنده به‌صورت تکی نتایج مورد نظر را حاصل نکردند، به‌منظور بهبود نتایج از ترکیب مواد با نسبت‌های متفاوت استفاده شد تا نتایج مناسبی به‌دست آید (ترکیبات در جدول ۱ به‌تفصیل شرح داده شده است). سرانجام تعداد ۱۰۰ عدد بذر از بذور پوشش‌دار و مشابه انتخاب شد و آزمایش جوانه‌زنی روی آن‌ها انجام شد. سپس سه عدد از بهترین تیمارها شامل $P_{20}K_{10}$ (پرلیت با نسبت وزنی ۲۰ و کائولن با نسبت وزنی ۱۰در ماده پوششی)، $P_{20}K_{20}V_5$ (پرلیت با نسبت وزنی ۲۰ و کائولن با نسبت وزنی ۲۰ و ورمی‌کولایت با نسبت وزنی ۵ در ماده پوششی) و ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ (پرلیت با نسبت وزنی ۳۰ و کائولن با نسبت وزنی ۱۰ در ماده پوششی) انتخاب و در آزمایش دوم مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمایش دوم با هدف تعیین مناسب‌ترین ترکیب ماده پرکننده و مواد بیوپرایم و هورمون پرایم جهت روکش بذر انجام شد. در این آزمایش از بیوپرایمینگ با اینتروباکتر+ سودوموناس (*Enterobacter cloacae +Pseudomonas fluorescens*) و غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک در زمان‌های ۶ و ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و بذر پرایم‌نشده (شاهد پرایمینگ) استفاده شد. باکتری‌های مورد نظر در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب کرج فرموله و تهیه شدند. برای دستیابی به تراکم مایه تلقیح 10^8 واحد تشکیل‌دهنده کلونی بر میلی‌لیتر که میزان جذب آن در طول موج ۶۰۰ نانومتر روی ۰/۵ تنظیم گردیده، فرو برده شدند (Burd *et al.*, 1998). به‌منظور انجام مایه‌زنی، بیست میلی‌لیتر از ترکیب سوسپانسیون باکتری‌های انتروباکتر کلوآکا و سودوموناس فلورسنس به بذور اضافه شد. بهترین ترکیبات پرکننده آزمایش اول شامل P20K10 ، $P_{20}K_{20}V_5$ و ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ انتخاب و به همراه تیمار شاهد (بدون پوشش و پرایم) در آزمایش استفاده شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمار اول شامل تیمار شاهد بدون پرایم و بدون مواد پرکننده پلت، تیمار دوم تا چهارم بذر بدون پرایم+ سه تیمار مواد پرکننده پلت، تیمار پنجم تا هفتم تیمار بیوپرایمینگ+ سه تیمار مواد پرکننده پلت، تیمار هشتم تا سیزدهم تیمارهای هورمون پرایمینگ+ سه تیمار مواد پرکننده پلت بود. بذرهای مربوط به تیمارهای زیستی به صورت جداگانه به‌مدت دو ساعت با باکتری‌های مورد نظر مایه‌زنی شدند. بعد از پوشش مناسب بذرهای پلت‌شده، تعداد ۱۰۰ بذر از بذور پوشش‌دار و مشابه انتخاب و آزمایش‌های جوانه‌زنی روی آن‌ها انجام شد.

۲-۱. آزمون جوانه‌زنی

تعداد ۲۵ عدد بذر مایه‌زنی شده درون ظرف پتری که کف آن حاوی دو عدد کاغذ صافی بود قرار داده شدند. ظرف‌های پتری در ژرمیناتور با دمای متناوب ۳۰- ۲۰ درجه سلسیوس با ۱۶ ساعت تاریکی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و ۸ ساعت روشنایی در

1. Seed Coater

دمای ۳۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۸ روز قرار داده شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده (خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر) به‌صورت روزانه شمارش و در روز آخر، در صد جوانه‌زنی محاسبه و طول گیاهچه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. در این آزمایش صفات طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و شاخص طولی بنیه گیاهچه محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری صفات ذکر شده از هر ظرف پتری ۱۰ نمونه به صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌های لازم انجام شد. طول گیاهچه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری و سپس از ۱۰ نمونه میانگین‌گیری شد. در محاسبه درصد جوانه‌زنی و شاخص طولی بنیه گیاهچه به‌ترتیب از رابطه‌های شماره ۱ و ۲ استفاده شد. درصد جوانه‌زنی بر اساس رابطه ۱ به‌دست آمد (Ellis *et al*., 1981).

$$\text{درصدجوانه‌زنی} = n/N \times 100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن n تعداد بذرهای جوانه‌زده وN تعداد کل بذرهای کشت‌شده می‌باشد.

شاخص طولی بنیه گیاهچه نیز از رابطه ۲ تعیین شد (Abdul-Baki & Anderson, 1973).

$$\text{شاخص طولی بنیه} = \text{درصدجوانه‌زنی نهایی} \times \text{طول گیاهچه} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

جدول ۱. تیمارهای انجام‌شده در آزمون اول و نتایج اولیه تأثیرگذاری آن‌ها

Material Composition	Gum percentage	Geometric shape	Consistency	Coating quality	Percentage of germination	Normal seedling percentag
Control	-	-	-	-	84	80
***$K_{20}V_{10}$**	3	Multifaceted	Good	Weak	30	25
$P_{20}K_{10}V_{10}$	5	Good	Good	Good	15	10
$P_{10}K_{10}V_{20}$	5	Good	Good	Good	0	0
$P_{10}K_{10}V_{20}$	5.3	Good	Good	Good	14	5
$P_{10}K_{10}V_{20}$	3	Good	Good	Good	54	49
$P_{10}K_{10}V_{30}$	5	Medium	Good	Medium	0	0
$P_{10}K_{10}V_{30}$	5.3	Medium	Good	Medium	46	26
$P_{10}K_{10}V_{30}$	3.1	Medium	Good	Medium	41	40
$P_{10}K_{10}V_{40}$	3.1	Medium	Good	Medium	42	10
$P_{20}K_{20}V_{10}$	3	Excellent	Good	Very good	52	47
$P_{20}K_{20}V_{5}$	3	Excellent	Good	Very good	62	59
$P_{10}K_{10}$	3	Excellent	Good	Very good	58	52
$P_{20}K_{10}$	3	Excellent	Good	Very good	64	62
$P_{30}K_{10}$	3	Excellent	Good	Very good	60	55
$P_{50}K_{30}$	3	Good	Good	Very good	39	37

P- پرلیت، K- کائولن و V- ورمی‌کولایت، * کائولن بیست برابر وزن بذر و ورمی‌کولایت ده برابر وزن بذر

آزمایش سوم شامل بررسی خصوصیات رشد اولیه‌ی گیاه در شرایط گلخانه‌ای بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار با استفاده از تیمارهای آزمایش دوم انجام شد. بدین‌منظور در هر تکرار یک گلدان پلاستیکی به قطر۳۰ سانتی‌متر مورد استفاده قرار گرفت که با خاک گلخانه (خاک مزرعه، کود پوسیده و ماسه) پر شده و تعداد ۱۰۰ عدد بذر در هر گلدان کشت شد و تعداد گیاهچه‌های سبزشده در پایان آزمایش (روز بیست و هشتم) یادداشت‌برداری و برخی ویژگی‌های مرتبط با قابلیت ظهور گیاهچه‌ها به شرح زیر تعیین شد. درصد سبزشدن، میانگین زمان سبزشدن و سرعت سبزشدن گیاهچه در چهار هفته پس از سبزشدن مورد ارزیابی قرار گرفت. متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها[1] (MET) با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Orchard, 1977).

$$MET=\Sigma\, fxi/F \quad \text{(رابطه ۳)}$$

1. Mean Time Emergence

که در این رابطه fx تعداد گیاهچه‌های ظاهرشـــده در میانه دوره ظهور گیاهچه‌ها (x روز چهاردهم) و F حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهرشده در این دوره می‌باشند (Orchard, 1977). همچنین سرعت ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه[1] (FER) با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Ranal & De Santana, 2006):

$$FER = \frac{FFE}{D}$$ (رابطه ۴)

که در این رابطه FFE ظهور نهایی گیاهچه[2] و D تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت‌برداری است.

۲-۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، تبدیل داده‌های صفاتی که به صورت درصد بودند به‌روش آرک سینوس (Arc Sin) انجام شـــد. تجزیه واریانس داده‌ها پس از اطمینان از نرمال‌بودن آن‌ها توســط ماکرو DSAASTAT Ver.1022 در محیط نرم‌افزار اکسل انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال (۵٪≥ P) انجام شد.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۳-۱. آزمون‌های آزمایشگاهی جوانه‌زنی

۳-۱-۱. درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشـــان داد که این صـــفت تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ، مواد پوشـــش‌دهنده و اثر متقابل تیمار پرایمینگ× مواد پوشـــش‌دهنده قرار گرفت (۱٪≥ P) (جدول ۲). نتایج مقایســـه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ بود که با تیمار ۱۲ ســاعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوشـــشی $P_{20}K_{20}V_5$ تفاوت معنی‌داری نداشـــت، درحالی‌که کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار بدون پرایم با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ بود که به میزان ۵۲ درصد کاهش جوانه‌زنی نسبت به تیمار شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ نشان داد (جدول ۳). به‌طور کلی، مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی که جیبرلین‌هـا از مهمترین آنهـا محســـوب می‌شـــونـد، نقش مؤثری در افزایش ســـرعـت جوانـه‌زنی بـذر بر عهـده دارنـد (Majidi *et al*., 2016). جیبرلین عمدتاً از طریق تحریک فعالیت آلفاآمیلاز باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شـــود. مدت زمان اعمال تیمار جیبرلین نیز می‌تواند به عنوان یک عامل اثرگذار بر نتایج درصد جوانه‌زنی باشد (Naba'ee *et al*., 2016).

۳-۱-۲. درصد گیاهچه عادی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد گیاهچه عادی تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ، مواد پوشش‌دهنده و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت (۱٪≥ **P**) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده نشان داد بیشترین درصد گیاهچه عادی مربوط به تیمار شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی **$P_{20}K_{10}$** به میزان ۷۱ درصد و همچنین تیمار ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی **$P_{20}K_{20}V_5$** به میزان ۶۹ درصد بود و کمترین درصد گیاهچه عادی مربوط به تیمار بدون پرایم با ماده پوششی **$P_{30}K_{10}$** (پرلیت با نسبت وزنی ۳۰ و کائولن با نسبت وزنی ۱۰در ماده پوششی) به میزان ۲۶ درصد بود (جدول ۳).

جیبرلین شناخته‌شده‌ترین محرک جوانه‌زنی در بذور بوده و پیش از این نیز به کرات اثر مثبت آن در جوانه‌زنی بذور گزارش شده است (Toyomasu *et al*., 1998; Ogawa *et al*., 2003; White & Rivin, 2000). این ماده نقش مهمی درتحریک آغاز فرآیند جوانه‌زنی بذر دارد (Majidi *et al*., 2016). بررسی اثر تیمارهای مختلف در شکستن رکود و تحریک جوانه‌زنی بذر ۵ گونه گیاه دارویی منطقه‌ی چهارمحال و بختیاری نیز نشان داد که جیبرلیک‌اسید با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین اثر مثبت را بر تحریک جوانه‌زنی بذر گونه‌های آویشن دنایی و بادیان رومی داشت (Ghasemi., 2007). همچنین Scott (1989) گزارش کرد که پوشش‌دار-کردن بذر روی جوانه‌زنی و استقرار گیاهان تأثیر داشته و در برخی موارد باعث تأخیر در جوانه‌زنی شده است. در این پژوهش ضمن

1. Field Emergence Rate
2. Final Field Emergence

تأیید اثر استفاده از پوشش بر کاهش میزان جوانه‌زنی و گیاهچه عادی، در نتیجه استفاده از جیبرلین به همراه پوشش شاهد افزایش درصد جوانه‌زنی و گیاهچه عادی بودیم.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر متقابل پلت و پرایمینگ بر برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای جعفری در آزمایشگاه

Sources of variation	df	Germination Percentage	Normal seedling percentage	Seedling Length	Seedling dry weight	Seedling length vigor index	Seedling weight vigor index
Coating Materials	2	439.12**	343.24**	3.13ns	12.517*	76511.23**	296788**
Priming	3	362.37**	458.72**	2.30ns	1.031 ns	57821.18**	182413**
Coating Materials× Priming	6	243.72**	265.5**	1.97ns	15.732**	59504.07**	217239**
Error	36	11.89	10.5	1.55	3.224	4667.57	14040
Coefficient of Variation (%)		9.89	11.17	16.47	13.27	18.65	18.02

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای یک و پنج درصد را نشان می‌دهند.

۳-۱-۳. طول گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بر طول گیاهچه نشان داد که این صفت تحت تأثیرهیچ‌کدام ازتیمارهای پرایمینگ، مواد پوشش‌دهنده و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار نگرفت (جدول ۲). بیشترین افزایش طول گیاهچه در تمامی تیمارهای مورد مقایسه مربوط به تیمار ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{20}V_5$ به میزان ۹ سانتی‌متر بود، درحالی‌که کمترین طول گیاهچه مربوط به تیمار بدون پرایم با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ به میزان ۶/۶ سانتی‌متر بود (جدول ۳). مقایسه تیمارها نشان داد که مواد پوششی اثر منفی روی طول گیاهچه نداشته بلکه باعث بهبود طول گیاهچه هم شده‌اند که یکی از دلایل آن می‌تواند جذب مناسب آب در مراحل اولیه جوانه‌زنی باشد. پرایمینگ سبب بهبود کیفیت جوانه‌زنی بذور از طریق آغاز رویدادهای اولیه جوانه‌زنی بدون وقوع تقسیم سلولی در بذر می شود که می‌تواند شامل کاهش مواد بازدارنده، شکسته شدن مواد ذخیره‌ای، افزایش تدریجی آنزیم‌های ضروری برای شکستن آندوسپرم و ... باشد (Harris *et al*., 2001). نقش مثبت تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر افزایش طول ساقه هم در شرایط آبیاری کامل و هم کم‌آبیاری به اثبات رسیده است. از طرفی جیبرلین طویل‌شدن ساقه را با تحریک تقسیم و طویل‌شدن سلول تسریع می‌کند (Parashar & Varma, 1998).

۳-۱-۴. وزن خشک گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر تیمارهای مواد پوشش‌دهنده ($P \leq ۵٪$) و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت ($P \leq ۱٪$) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده نشان داد که اکثر تیمارها با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. اثر مواد پوشش‌دهنده بر کاهش وزن ملموس است به‌طوری‌که ماده پوشش‌دهنده $P_{20}K_{20}V_5$ در تیمار ۱۲ ساعت پرایم با جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام بیشترین اثر را بر افزایش وزن خشک به میزان ۴۸ درصد نسبت به تیمار ۶ ساعت پرایم با جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ داشت (جدول ۳). نقش مثبت تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر افزایش طول ساقه و وزن بوته گیاهان به اثبات رسیده است. در بررسی انجام‌شده توسط Farzana *et al*. (2009) وزن خشک ساقه سیب‌زمینی شیرین تحت تأثیر مایه‌زنی با ریزوباکتری‌های محرک رشد (باکتری سودوموناس و باسیلوس) در شرایط گلخانه‌ای ۲۳ درصد نسبت به شاهد بالاتر بود. همچنین یکی دیگر از دلایل می‌تواند وجود مواد پوشش‌دهنده در جذب و نگهداری آب مورد نیاز گیاه در طول دوران رشد باشد. در این خصوص Mahdavi & Maleki Farahani (2014) گزارش کردند که پوشش‌دارکردن بذر چغندرقند اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک گیاهچه داشته است. به نظر می‌رسد بالاتر بودن وزن خشک در تیمارهای پرایمینگ با افزایش متحرک سازی ذخایر غذایی بذر مرتبط باشد. نتایج کلی نشان داد تیمارهای پرایم باعث بهبود کیفیت بذر جعفری شدند. سازوکار احتمالی تنظیم هورمونی و پتانسیل جوانه‌زنی در بذرهای پرایم‌شده شامل چندین فرآیند مربوط به جوانه‌زنی با واسطه جیبرلیک‌اسید، مانند شل‌شدن آندوسپرم، طویل‌شدن سلول‌های جنینی و تحرک مواد ذخیره شده است (Taylor *et al*., 2007; Sung *et al*., 2008; Ayele *et al*., 2006).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مواد پوشش‌دهنده و پرایمینگ برای برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای جعفری

Treatment		Germination Percentage (%)	Normal seedling percentage (%)	Seedling Length (cm)	Seedling dry weight (mg)	Seedling length vigor index	Seedling weight vigor index
Priming	Coating Materials						
Control	$P_{20}K_{10}$	57.5 cd	47.5 cde	7.5 abc	13.8 ab	354.6 bcd	658.9 bcd
Control	$P_{20}K_{20}V_5$	50.8 def	40 fg	7.6 abc	13.2 abc	304.6 cde	524.7 d-g
Control	$P_{30}K_{10}$	36.8 g	26 h	6.6 c	13.8 ab	173 f	357.9 g
Enetrobacter+Pseudomonas	$P_{20}K_{10}$	61.8 bc	53.4 bc	7.9 abc	14.3 a	425.4 b	768.6 bc
Enterobacter+Pseudomonas	$P_{20}K_{20}V_5$	50 f ef	34.2 g	7.3 bc	10.8 cd	247.7 ef	372.5 fg
Enterobacter+Pseudomonas	$P_{30}K_{10}$	51.6 def	45.8 def	7.9 abc	15 a	364.8 bc	691.2 bcd
GA3-50ppm-6h-	$P_{20}K_{10}$	76.7 a	70.8 a	7.9 abc	14.8 a	555 a	1049.6 a
GA3-50ppm-6h-	$P_{20}K_{20}V_5$	67.8 b	57.8 b	6.6 c	14.2 a	383.8 bc	824.5 b
GA3-50ppm-6h-	$P_{30}K_{10}$	55 cde	50 cd	7 bc	10.6 d	352.9 bcd	529.1 def
GA3-50ppm-12h-	$P_{20}K_{10}$	45 f	40.8 efg	8.6 ab	14.8 a	348.7 bcd	604.2 cde
GA3-50ppm-12h-	$P_{20}K_{20}V_5$	75.8 a	69.2 a	9 a	15.4 a	621.2 a	1061.9 a
GA3-50ppm-12h-	$P_{30}K_{10}$	48.3 ef	38.3 g	6.8 c	11.5 bcd	263.3 def	444.6 efg
Non coated-Control		70	60	4.7	5.1	280.2	303.8

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمار شاهد بدون پوشش، بدون لحاظ در آنالیزهای مقایسه میانگین ارائه شده است.

۳-۱-۵. شاخص طولی بنیه گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان داد که شاخص طولی بنیه گیاهچه تحت تأثیر تمام تیمارها شامل مواد پوشش‌دهنده، پرایمینگ و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت ($P \leq$ ۱٪). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده نشان داد که بیشترین شاخص طولی بنیه مربوط به تیمار ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوشش $P_{20}K_{20}V_5$ بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوشش $P_{20}K_{10}$ نداشت، درحالی‌که کمترین شاخص طولی بنیه به‌میزان ۱۷۳ مربوط به تیمار بدون پرایم با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ بود که ۷۲ درصد کاهش نسبت به ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{20}V_5$ نشان داد (جدول ۳). تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر افزایش جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه گیاهان مختلف بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (Backer *et al*., 2018; Mangmang *et al*., 2014; Agbodjato *et al*., 2016; Widawati & Suliasih, 2018). از طرفی تأثیر مثبت پیش‌تیمار جیبرلین بر شاخص طولی بنیه گیاهچه نیز مشاهده شده است (Moradian *et al*., 2018).

۳-۱-۶. شاخص وزنی بنیه گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد شاخص وزنی بنیه گیاهچه تحت تأثیرتیمارهای مواد پوشش‌دهنده، پرایمینگ و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت ($P \leq$ ۱٪) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده نشان داد که بیشترین شاخص وزنی بنیه مربوط به تیمار شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ به میزان ۱۰۵۰ و همچنین تیمار ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوشش $P_{20}K_{20}V_5$ به میزان ۱۰۶۲ بود و کمترین شاخص وزنی بنیه مربوط به تیمار بدون پرایم با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ به میزان ۳۵۸ بود (جدول ۳). وزن گیاه متأثر از عوامل محیطی و تغذیه‌ای می‌باشد، به‌طوری‌که این عوامل می‌توانند سبب افزایش وزن تر، خشک و عملکرد شوند. Shaharoona *et al.* (2006) گزارش کردند که تلقیح بذر ذرت با برخی از سویه‌های باکتری سودوموناس باعث افزایش معنی‌داری در ارتفاع، وزن ریشه و بیوماس کل در مقایسه با شاهد شد. از طرف دیگر Eisvand *et al.* (2010) گزارش کردند که اعمال پیش‌تیمار جیبرلین باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور *Bromus inermis* می‌شود.

۳-۲. کشت در گلخانه

۳-۲-۱. درصد ظهور نهایی گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد ظهور نهایی گیاهچه تحت تأثیر تیمارهای مواد پوشش‌دهنده، پرایمینگ و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت ($P \leq$ ۱٪) (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین

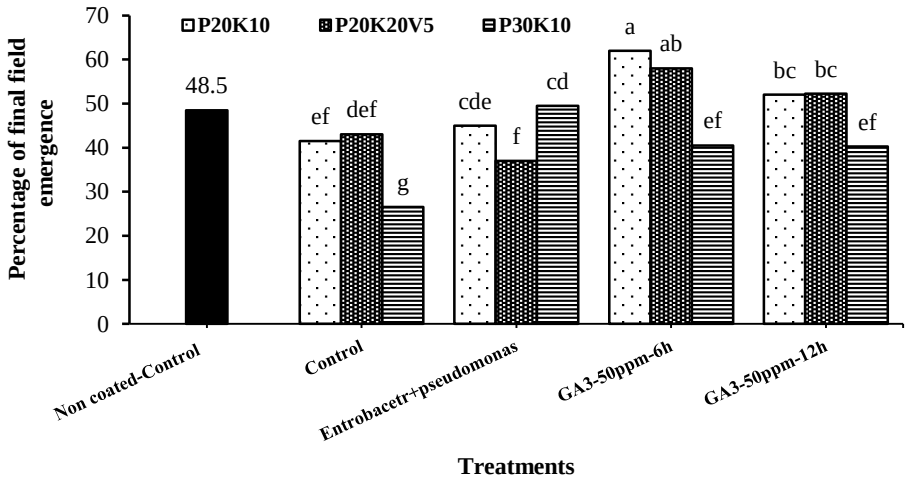
درصد ظهور نهایی گیاهچه به‌ترتیب به میزان ۶۲ و ۵۸ درصد مربوط به تیمار جیبرلین پرایم با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام با مدت زمان شش ساعت که با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ و $P_{20}K_{20}V_5$ پوشش داده شده بودند و همچنین کمترین درصد ظهور گیاهچه به میزان ۲۷ درصد مربوط به تیمار بدون پرایم بود که با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ پوشش داده شده بود. بیشترین تأثیر پرایم در بذرهای پوشش‌دارشده نسبت به بذرهای شاهد (بدون پوشش و پرایم) به میزان ۸/۳ درصد مربوط به تیمار بیوپرایم با باکتری سودوموناس+اینتروباکتر با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ بود (شکل ۱).

Scott (1989) تیمارهای مختلفی را جهت پوشش‌دارکردن بذرهای مختلف اجرا کرد که در نتیجه برخی از تیمارهای بکاررفته اثر افزایشی روی جوانه‌زنی و استقرار داشتند. Scott (1997)، Scott & Hay (1974) و Watts (1976) در بررسی اثرات پوشش‌دارکردن بذور مختلف گزارش کردندکه پوشش‌دارکردن بذر روی جوانه‌زنی و استقرار گیاهان تأثیر داشته و در برخی موارد باعث تأخیر در جوانه‌زنی شده که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

جدول ٤. تجزیه واریانس اثر متقابل پلت و پرایمینگ بر برخی صفات گیاهچه‌ای جعفری در گلخانه

Sources of variation	df	Percentage of final field emergence	Mean time emergence	Field Emergence Rate
Block	3	2.89	0.03	0.008
Coating Materials	2	218.9**	0.005 ^{ns}	0.68**
Priming	3	250.35**	0.104**	0.29**
Coating materials× Priming	6	95.34**	0.044*	0.02 ^{ns}
Error	33	11.27	0.013	0.03۰
Coefficient of Variation (%)		12.27	18.75	11.11

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای یک و پنج درصد را نشان می‌دهند.

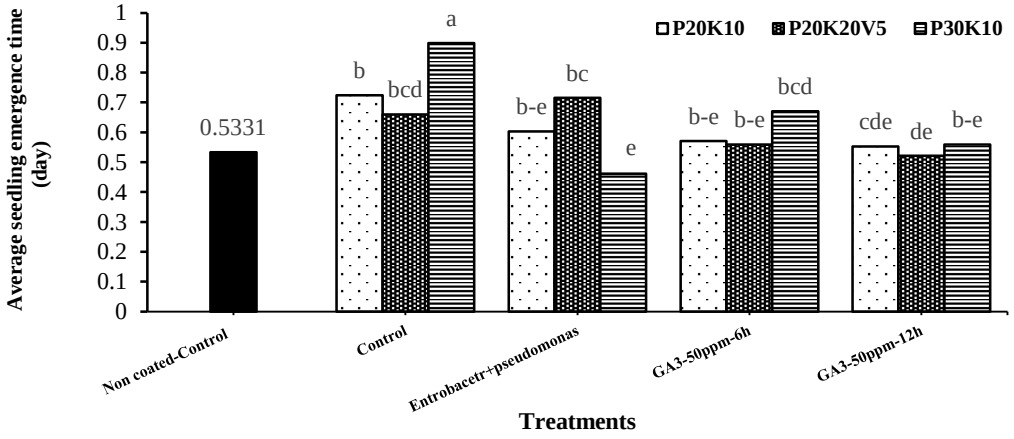


شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده بر ظهور نهایی گیاهچه در گلخانه روی بذر جعفری، ■ نشان‌دهنده درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد بدون پوشش می‌باشد که در آنالیز مقایسه میانگین لحاظ نشده است.

۳-۲-۲. متوسط زمان ظهور گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که این صفت تحت تأثیرتیمارهای پرایمینگ و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت ($P \leq$ ۱٪)، ولی اثر مواد پوشش‌دهنده این صفت را تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین متوسط زمان ظهور گیاهچه در پایان دوره (۰/۵۳۳) نشان داد که تعداد کمی از تیمارها متوسط زمان ظهور گیاهچه بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. دلیل اصلی این امر پوشش‌های مناسب برای بذرهای جعفری بوده است؛ درنتیجه این مواد اثر منفی زیادی بر سرعت سبزشدن نداشته‌اند. عامل دیگر تیمار پرایم بوده که باعث بهبود زمان جوانه‌زنی شده است. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده بین تیمارها نشان داد که کمترین زمان ظهور گیاهچه به میزان ۰/۴۶۱ روز مربوط به تیمار بیوپرایم با باکتری سودوموناس×اینتروباکتر بود که با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ (پرلیت با نسبت وزنی ۳۰ و کائولن با نسبت وزنی

۱۰در ماده پوششی) پوشش داده شده بود و بیشترین متوسط زمان ظهور گیاهچه به میزان ۰/۸۹۹ روز مربوط به تیمار بدون پرایم که با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ پوشش داده شده بود (شکل ۲). از طرفی نتایج تحقیق Jacoud *et al.* (1999) افزایش رشد و نمو ریشه اولیه گیاهچه ذرت در اثر مایه‌زنی بذر با باکتری *Azospirillum lipoferum* را گزارش کردند. در عین حال Sharbaf Esfahani *et al.* (2009) بذرهای اسپرس دارای غلاف را با وانیلین و برگ اکالیپتوس پلت کردند که نتیجه آن به‌ترتیب ۲۶ و۲۲ روز تأخیر در جوانه‌زنی بود. بنابراین نحوه مدیریت ما در استفاده از بیوپرایم، هورمون پرایم و یا پوشش می‌تواند تاثیر بسزایی در زمان ظهور گیاهچه داشته باشد.



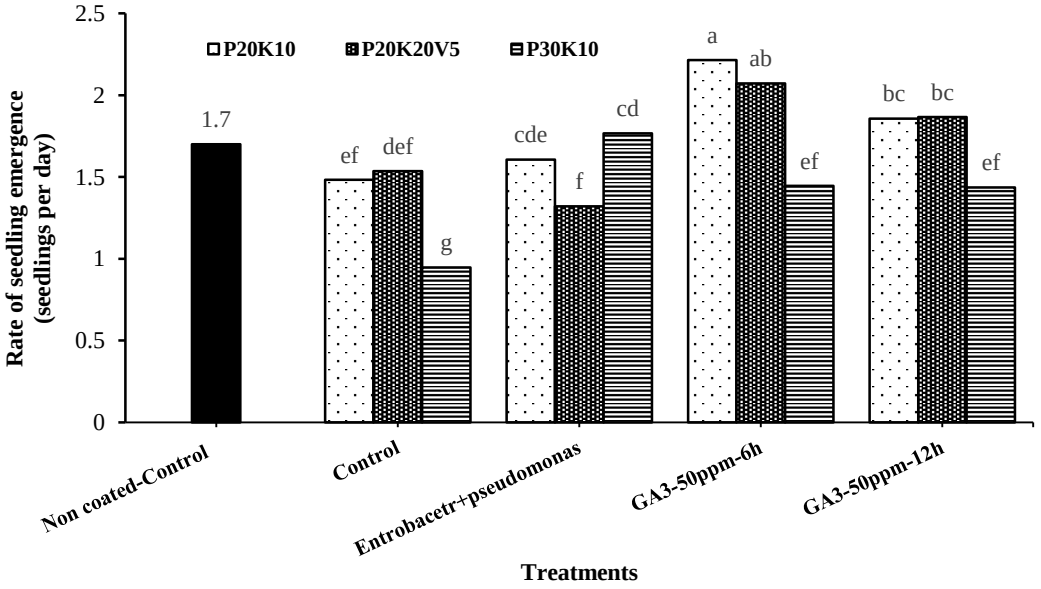
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده بر متوسط زمان ظهور گیاهچه در گلخانه روی بذر جعفری، ■ نشان‌دهنده متوسط زمان ظهور گیاهچه در تیمار شاهد بدون پوشش می‌باشد که در آنالیز مقایسه میانگین لحاظ نشده است.

۳-۲-۳. سرعت ظهور گیاهچه در گلخانه

سرعت ظهور گیاهچه در گلخانه تحت تأثیر تیمارهای مواد پوشش‌دهنده، پرایمینگ و اثر متقابل تیمار پرایمینگ×مواد پوشش‌دهنده قرار گرفت ($P \leq$ ۱٪) (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل داده‌ها نشان داد که بیشترین سرعت ظهور گیاهچه نسبت به تیمار پوشش‌دار بدون پرایم مربوط به تیمار بیوپرایم با سودوموناس+اینتروباکتر با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ (پرلیت با نسبت وزنی ۳۰ و کائولن با نسبت وزنی ۱۰ در ماده پوششی) بود.

نتایج نشان داد بیشترین سرعت ظهور گیاهچه مربوط به تیمار جیبرلین پرایم با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام با مدت زمان شش ساعت بودکه با مواد پوششی $P_{20}K_{10}$ و $P_{20}K_{20}V_5$ پوشش داده شد و همچنین کمترین سرعت ظهور گیاهچه مربوط به تیمار بدون پرایم بود که با ماده پوششی $P_{30}K_{10}$ پوشش داده شده بود (شکل ۳). ایجاد پوشش در خیلی از موارد باعث افت سرعت جوانه‌زنی در بذر می‌شود (Zamani*et al.*, 2018). مایه‌زنی بذر با جدایه‌های مختلف گونه‌های سودوموناس اثر تحریک‌کننده، بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های علف جادوگر دا شت (Babalola *et al.*, 2007). پو شش‌دهی بذرهای توتون با خاک رس، ن شا سته، متیل سلولز و برخی مواد دیگر نشان داد که پوشش‌دهی بذرها باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد می‌شود که بجز حفظ قوه نامیه، مخالف نتایج ما برای جو دوسر می‌باشد (Zamani*et al.*, 2018).

سرعت پایین ظهور گیاهچه می‌تواند به‌دلیل فعالیت کم بذر و ا ستفاده از ذخایر بذر در حین سبز شدن با شد. بذری سریع‌تر جوانه می‌زند که کارایی استفاده از ذخایر آن بالاتر و سریع‌تر باشد (Momeni *et al.*, 2013). سرعت ظهور گیاهچه نشانگر توانایی ا ستقرار سریع بوته و د ستیابی به تراکم مطلوب گیاه زراعی ا ست. ا ستقرار یک توده بذر با بنیه کم می‌تواند در شرایط مختلف محیطی بسیار متفاوت عمل کند که این امر نشان‌دهنده اثر متقابل بین توده بذر و شرایط محیطی از جمله بستر بذر است (Kelly & Raymond, 1998). به هر جهت استفاده از شاخص سرعت نمو گیاهچه و سایر آزمون های بنیه بذر جهت ارزیابی بنیه گیاهچه در توده‌های مختلف بذر می‌تواند به‌عنوان یک راه حل موثر برای ارزیابی وضعیت استقرار در مزرعه مورد توجه باشد (Steiner *et al.*, 1989). پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در مزرعه به‌ویژه در شرایط نامساعد از جمله پایین‌بودن درجه حرارت و کمبود رطوبت می شود. همچنین باعث کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی در توده بذر می‌شود (Still & Bradford, 1997).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ× مواد پوشش‌دهنده بر سرعت ظهور گیاهچه در گلخانه روی بذر جعفری، ■ نشان‌دهنده سرعت ظهور گیاهچه در تیمار شاهد بدون پوشش می‌باشد که در آنالیز مقایسه میانگین لحاظ نشده است.

نتایج برر سی‌ها در گلخانه روی بذرهای شاهد و پلیت جعفری با مواد پو شش‌دهنده و پرایم‌های مختلف ن شان داد که دو تیمار به‌عنوان بهترین تیمارها شناخته شدند. به‌ترتیب شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ و همچنین تیمار ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{20}V_5$ به‌عنوان بهترین تیمارهای پلیت بذر جعفری شناخته شدند.

۴. نتیجه‌گیری

با اینکه ا ستفاده از مواد پو شش‌دهنده باعث کاهش در صد جوانه‌زنی و در صد گیاهچه عادی شد، اما ا ستفاده از پرلیت به‌همراه کائولن و مقدار کمی ورمی‌کولایت در پوشش (پلت) بذر جعفری شکل و قوام مناسبی به بذرهای پلت‌شده بذر جعفری دادند. به‌طور کلی در صد جوانه‌زنی در نتیجه پلت ن سبت به بذر بدون پو شش کاهش پیدا می‌کند؛ درحالی‌که ا ستفاده از تیمارهای شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ (پرلیت با نسبت وزنی ۲۰ و کائولن با نسبت وزنی ۱۰در ماده پوششی) و همچنین تیمار ۱۲ ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{20}V_5$ (پرلیت با نسبت وزنی ۲۰ و کائولن با نسبت وزنی ۲۰ و ورمی‌کولایت با ن سبت وزنی ۵ در ماده پو ش شی) در مقای سه با تیمار شاهد و دیگر تیمارها جهت افزایش در صد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، در صد گیاهچه عادی و وزن خ شک اثر منا سبی ن شان دادند. در نهایت در نتیجه برر سی گلخانه‌ای جهت افزایش درصد ظهور نهایی گیاهچه و سرعت ظهور گیاهچه در روز، استفاده از تیمار شش ساعت جیبرلین پرایم ۵۰ پی‌پی‌ام با ماده پوششی $P_{20}K_{10}$ به‌عنوان بهترین پوشش تعیین شد.

۵. منابع

Abdul-Baki, A.A., & Anderson, J.D. (1973). Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sciences*, *3*, 630-633.

Agbodjato, N.A., Noumavo, P.A., Adjanohoun, A., Agbessi, L., & Baba-Moussa, L. (2016). Synergistic effects of plant growth promoting rhizobacteria and chitosan on in-vitro seeds germination, greenhouse growth, and nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.). *Biotechnology Research International*, 1-11.

Ayele, B.T., Ozga, J.A., Kurepin, L.V., & Reinecke, D.M. (2006). Developmental and embryo axis regulation of gibberellins biosynthesis during germination and young seedling growth of pea. *Plant Physiology*, *142*, 1267–1281.

Babalola, O.O., Brener, D.K., & Amusa, N.A. (2007). Evaluation of some bacterial isolates as germination stimulants of *Striga hermontica*. *African Journal Agricultural Research*, *2*, 27-30.

Backer, R., Rokem, J.S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., & Smith, D.L. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1-17.

Bennett, A.J., & Whipps, J.M. (2008). Beneficial microorganism survival on seed, roots and in rhizosphere soil following application to seed during drum priming. *Biological Control*, *44*, 349-361.

Bewley, J.D., & Black, M. (1994). Seeds: Physiology of development and germination (2nd ed.). Plenum Press, New York.

Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B.N., Yanni, Y.G., & Rolfe, B.G. (2000). Rhizobial inoculation influence seedling vigor and yield of rice. *Agronomy Journal*, *92*, 880-886.

Burd, G.I., Dixon, D.G., & Glick, B.R., (1998). A plant growth-promoting bacterium that decreases nickel toxicity in seedlings. *Journal of Applied and Environmental Microbiology*, *64*, 3663-3668.

Callan, N.W., Mathre, D.E., & Miller, J.B. (1991). Field performance of sweet corn seed bio-primed and coated with *Pseudomonas fluorescence* AB254. *Horticultural Science*, *26*, 1163-1165.

Çetinbaş, M., & Koyuncu, F. (2006). Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by gibberellic acid, potassium nitrate & thiourea. *Horticultural Science*, *33*, 119-123.

Copeland, L., & Mcdonald, M.B. (2001). *Principles of seed science and technology*. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 488 pp. (Book)

Demir Kaya, M., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y., & Kolsarici, Ö. (2006). Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, *24*, 291-295.

Eisvand, H.R., Alizadeh, M.A., & Fekri, A. (2010). How hormonal priming of aged and nonaged seeds of bromgrass affects seedling physiological characters. *Journal of New Seed*, *11*, 52-64.

Ellis, R.H., & Roberts, E.H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, *9*, 377-409.

El-Meleigi, M.A. (1989). Effect of *Pseudomonas* isolates applied to corn, sorghum and wheat seeds on seedling growth and corn yield. *Canadian Journal of Plant Science*, *69*, 101-108.

Farhoudi, R., & Makyizadeh Tafti, M. (2014). The study of breaking celery dormancy (*Kelussia odoratissma*) influenced by gibberellic acid and cold treatments. *Seed Science and Technology of Iran*, *3*(2), 241-249. (In Persian)

Farzana, Y., Radziah, O., Said, S., & Kamaruzaman, S. (2009). Growth and storage root development of sweet potato inoculated with rhizobacteria under glasshouse conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *3*, 1461-1466.

Ghasemi, P.A., Golparvar, A.R., Riyahi, D.M., & Navid, A. (2007). The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of five species of medicinal plants of Chahar Mahal and Bakhteyari province. *Pajouhesh-va-Sazandegi*, *20* (1,74 In National Resources), 185-192. (In Persian)

Ghodsirasi, H., Sepehry, A., & Barani, H. (2021). Effects of different levels of treatments GA3, prechilling and priming on seed germination of *Kochia prostrata* [L.] schrad in relation to seed harvest date and shrubs age. *Journal of Plant Production*, *17*(4), 55-75.

Harris, D.A., Pathan, K., Gothkar, P., Joshi, A., & Chivasa, W. (2001). On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural Systems*, *69*, 151-164.

Jacoud, C., Faure, D., Wadoux, P., & Bally, R. (1999). Initiation of root growth simulation by *Azospirillum lipoferum* CRT1 during maize seed germination. *Canadian Journal of Microbiology*, *45*, 339-342.

Mahdavi, H., & Maleki Farahani, S. (2014). *The effect of seed coating with a solution of trace elements on germination and some growth characteristics of beet*, 13th Iranian conference on agronomy and plant breeding sciences and the 3rd Iranian conference on seed science and technology of Iran, Karaj, https://civilica.com/doc/313027.

Mehrabi, H.R., Chayichi, M.R., Tawakol Afshari, R., Maddah Arefi, H., & Zahedi Amiryi, Q.A. (2010). Effect of seed coating on germination of *Sanguisorba minor* range species under different conditions of drought stress and planting depth. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, *17*(3), 498-489. (In Persian)

Majidi, M., Taghvaei, M., Heidari, G., Edalat, M., & Emam, Y. (2016). Dormancy release of wild barley seed germination by using plant growth regulators. *Environmental and Experimental Biology*, *14*, 145–150.

Mangmang, J.S., Deaker, R., & Rogers, G. (2014). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on seed germination characteristics of tomato and lettuce. *Journal of Tropical Crop Science*, *1*(35), 35-60.

Momeni, J., Shokrpour, M., Sadghi, M., Atari, M., & Abbasian, A. (2013). In vitro effects of accelerated burnout and drought stress on some physiological and morphological traits of wheat. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *2*(2), 178–169. (In Persian)

Moradian, Z., Omidi, H., Azad Bakht, F., Karimi, T., & Bazmakani, R. (2018). Effect of pre- treatment with plant hormones on germination characteristics of flax (*Linum usitatissimum* L.) in drought stress condition. *Journal of Seed Research*, *7*(4), 1-10.

Naba'ee, M., Roshandel, P., & Mohammad Khani, A. (2013). The effects of plant growth regulators on breaking seed dormancy in *Silybum marianum* L. *Journal of Cell & Tissue*, *4*(1), 45-54. (In Persian)

Nault, B.A., Straub, R.W., & Taylor, A.G. (2006). Performance of novel insecticide seed treatments for managing onion maggot (Diptera: Anthomyiidae) in onion fields. *Crop Protection*, *25*, 58-65.

Nouri, M., Kashaninejad, M., Dara Garmehkhani, A., & Blandy, M. (2012). Optimization of drying process of parsley using the combination of hot air and microwave methods. *Journal of Food Processing and Maintenance*, *4*(2), 122-103.

Ogawa, M., Hanada, A., Yamauchi, Y., Kuwahara, A., Kamiya, Y., & Yamaguchi, S. (2003). Gibberellin biosynthesis and response during *Arabidopsis* seed germination. *The Plant Cell*, *15*, 1591-1604.

Orchard, T. (1977). Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Sciences and Technology*, *5*, 61-69.

Parashar, A., & Varma, S.K. (1988). Effect of presowing seed soaking in gibberellic acid, duration of soaking, different temperatures and their interaction on seed germination and early seedling growth of wheat under saline conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, *15*, 189–197.

Parmoon, G.H., Ebadi, A., Ghaviazm, A., & Miri, M. (2013). Effect of seed priming on germination and seedling growth of chamomile under salinity. *Crop Production*, *6*(3), 145-164. (In Persian)

Peltonen-Sainio, P., Kontturi, M., & Peltonen, J. (2006). Phosphorus seed coating enhancement on early growth and yield components in oat. *Agronomy Journal*, *98*, 206-211.

Ranal, M.A., & De Santana, D.G. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasil, Botanicue*, *29*(1), 1-11.

Rice, W., Clayton, G., Lupwayi, N., & Olsen, P. (2001). Evaluation of coated seeds as a *Rhizobium* delivery system for field pea. *Canadian Journal of Plant Science*, *81*, 247-253.

Saadat, F., & Ehteshami, S. (2016). The effect of seed coating with growth-stimulating bacteria and micronutrients on corn germination indices. *Seed Science and Research of Iran*, *3*(2), 2002-2015. (In Persian)

Scott, D., & Hay, R. (1974). Some physical and nutritional effects of seed coating. *Sectional Papers International Grassland Congress*, p, 316-324.

Scott, J.M. (1989). Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy*, *42*, 43-83.

Scott, J.M., Blair, G.J., & Andrews, A.C. (1997). The mechanics of coating seeds in a small rotating drum. *Seed Science and Technology*, *25*, 181–292.

Shaharoona, B., Arshad, M.Z., Zahir, A., & Khalid, A. (2006). Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biology and Biochemistry*, *38*, 2971-2975.

Sharbaf Esfahani, A., Basiri, M., Karimzadeh, M., & Modarres Hashemi, S.M. (2009). The effect of seed pelletizing and the use of germination inhibitors in alfalfa, mash, and sainfoin species for autumn cultivation. *Iran Rangeland and Desert Research Quarterly Journal*, *2*(16), 137-149. (In Persian)

Sung, Y., Cantliffe, D.J., Nagata, R.T., & Nascimento, W.M. (2008). Structural changes in lettuce seed during germination at high temperature altered by genotype, seed maturation temperature, and seed priming. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *133*, 300–311.

Taylor, N.J., Hills, P.N., & Staden, J. (2007). Cell division versus cell elongation: the control of radicle elongation during thermoinhibition of *Tagestes minuta* achenes. *Journal of Plant Physiology*, *164*, 1612–1625.

Toyomasu, T., Kawaide, H., Mitsuhashi, W., Inoue, Y., & Kamiya, Y. (1998). Phytochrome regulates gibberellin biosynthesis during germination of photoblastic lettuce seeds. *Plant Physiology*, *118*, 1517-1523.

Tyler, L., Thomas, S.G., Hu, J., Dill, A., Alonso, J.M., Ecker, J.R., & Sun, T.-p. (2004). DELLA proteins and gibberellin-regulated seed germination and floral development in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, *135*, 1008-1019.

White, C.N., & Rivin, C.J. (2000). Gibberellins and seed development in maize. II. Gibberellin synthesis inhibition enhances abscisic acid signaling in cultured embryos. *Plant Physiology*, *122*, 1089-1098.

Widawati, S., & Suliasih, S. (2018). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* L. Moench. *Earth and Environmental Science*, *166*, 1-10.

Zamani, H., Mobasser, H.R., Hamidi, A., & Daneshmand, A.R. (2018). Study on effect of tobacco seed pelleting on germination and seedling emergence. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *6*(2), 133-140. (In Persian)