2024, 13 (4), 31-49 https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.359486.1444

Seed Science Society of Iran

Seed and Plant Certification and Registration Institute

Iranian Journal of
Seed Science and Technology

ISSN: 2588-4638

Research Article

Investigating the effect of seed coating with micronutrient elements, regulators and growth stimulants on the characteristics of germination and growth of sugar beet seedlings of Cv. Shekoofa

Mahboobe Mohammadi[1], Reza Tavakol Afshari[2*], Mohamad Hassan Rashed Mohasel[2], Ehsan Neamatollahi[3]

1. Ph.D. Student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Post Doc. Student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Article Information

Received: 23 Jul. 2022
Revised: 15 Sept. 2022
Accepted: 20 Sept. 2022

Keywords:
Germination percentage,
Seed coating,
Nutrients,
Humic acid,
Germination rate

Corresponding Author:
tavakolafshari@um.ac.ir

Abstract

This experiment was designed to investigate the effect of seed coating with micronutrient elements, regulators and growth stimulants on the characteristics of germination and seedling establishment of sugar beet seeds, and in the form of a completely randomized design with four repetitions in the year 2020, in the Razavi Seed and Plant Institute was carried out under laboratory and greenhouse conditions. The treatments of this experiment were different combinations of micronutrient elements, regulators and growth stimulants which included 29 treatments along with a control treatment (without coating). The results showed that germination percentage, daily germination rate, germination rate coefficient, root and shoot length, root and shoot dry weight, and seedling root length index were significantly affected. Seed coating treatments were applied. In general, treatment 21, including macro elements + micro elements + humic acid + Gibberellic acid, with a germination percentage of 97%, seedling length index 13.87, allometric coefficient 0.2232, as the best treatment, increasing the mean You have a witness about the treatment. Also, among the different seed coating treatments, treatment 22, including microelements + humic acid + Gibberellic acid + kaolin, had the highest percentage of seedling establishment with 95%. Seed coating with micronutrients, humic acid and Gibberellic acid had the greatest effect on improving seedling growth and quality and germination percentage.

How to cite this paper: Mohammadi, M., Tavakol Afshari, R., Rashed Mohasel, M.H., & Neamatollahi, E.(2024). Investigating the effect of seed coating with micronutrient elements, regulators and growth stimulants on the characteristics of germination and growth of sugar beet seedlings of Cv. Shekoofa. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *13* (4), 31-49. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.359486.1444

© Authors, Published by Iranian Journal of Seed Science and Technology. This is an open-access article distributed under the CC BY (license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Sugar beet is a key crop in global agriculture, with over 6.5 million hectares cultivated annually (OECD-FAO, 2018). The success of sugar beet cultivation is heavily dependent on seed quality, which influences germination rates, seedling establishment, and overall yield potential. However, farmers face challenges such as uneven germination, susceptibility to environmental stresses, and inconsistent seedling growth. These challenges have spurred interest in seed enhancement technologies, particularly seed coatings, as a means to improve performance. Seed coatings can be enriched with micronutrients, growth regulators, and growth stimulants to provide plants with essential resources during critical early growth stages. These treatments enhance not only germination and seedling vigor but also tolerance to environmental stresses, offering sustainable agricultural benefits. Despite global advances, research on the application of seed coatings in Iran, especially for sugar beet, remains limited. This study evaluates the effects of seed coatings enriched with bioactive agents on germination, seedling growth, and establishment in sugar beet (cv. Shekoofa).

Materials and Methods

The study utilized a randomized complete block design with 30 treatments and four replicates. Treatments were composed of combinations of micronutrients (e.g., Fe, Zn, Mn), macronutrients (e.g., N, K), growth regulators (e.g., Gibberellic Acid), and growth stimulants (e.g., Humic Acid, Chitosan). Certified sugar beet seeds were coated using a standardized method involving carboxymethyl cellulose as an adhesive and additional fillers for even application. After coating, seeds were dried at 25°C for 12 hours to ensure proper adherence of the coating materials.

Laboratory experiments were conducted to measure key germination parameters, including: Germination percentage, Root and shoot lengths, Dry weights of seedlings, Germination speed index, Vigor indices.

Greenhouse trials assessed seedling establishment, dry weight accumulation, and other growth metrics under controlled conditions. Soil properties for the greenhouse experiments were standardized, and environmental conditions were maintained with a temperature of 25 ± 3°C and relative humidity of 85%. Statistical analyses were performed using SAS software (version 9.0), with comparisons made using the LSD test at a 5% significance level.

Results and Discussion

The findings revealed significant improvements in germination and seedling performance across all measured parameters:

Germination Metrics: Treatments combining macronutrients, micronutrients, humic acid, and Gibberellic acid achieved the highest germination percentage (97%) and vigor index (13.87). This improvement is attributed to the optimized availability of nutrients and hormonal regulators, which play a critical role in metabolic activation and energy mobilization during germination.

Root and Shoot Development: Enhanced root (10.16 cm) and shoot lengths were observed in the same treatment. The increase in root length facilitates better water and nutrient absorption, while longer shoots indicate robust above-ground development, critical for early photosynthetic efficiency. These results demonstrate the synergistic effects of micronutrients and growth stimulants in promoting balanced growth.

Seedling Dry Weight: The highest dry weights for both roots and shoots were observed in treatments combining micronutrients and humic acid. The increased dry mass reflects stronger resource allocation, efficient nutrient uptake, and improved carbohydrate synthesis during seedling establishment.

Seedling Establishment: In greenhouse trials, treatments with micronutrients, Gibberellic acid, and kaolin showed the highest seedling establishment rate (95%), suggesting these combinations enhance both the survival and adaptability of seedlings under variable environmental conditions.

The addition of micronutrients to seed coatings improves essential enzymatic processes for seed metabolism, including amylase activity, which facilitates the breakdown of starch into simple sugars for energy production. Furthermore, humic acid enhances microbial activity in the rhizosphere, creating an optimal environment for root development. Gibberellic acid also regulates hormonal pathways associated with cell division and elongation, ensuring synchronized and uniform growth.

Although some treatments temporarily delayed germination due to the coating thickness acting as a physical barrier, this effect was compensated by improved seedling vigor and quality in later stages. These findings suggest that seed coating not only meets the immediate needs for germination but also lays the groundwork for long-term plant health and productivity.

The results highlight the importance of integrated seed coating formulations in optimizing germination performance and growth. The simultaneous use of macronutrients, micronutrients, and growth stimulants creates a multifunctional coating that addresses the diverse physiological and metabolic needs of seeds. Such formulations have the potential to revolutionize seed technology by providing targeted and sustainable solutions to enhance crop production.

Conclusion

The study highlights the significant potential of seed coatings enriched with micronutrients, growth regulators, and stimulants in improving the germination and early growth of sugar beet seeds. The combination of macronutrients, micronutrients, humic acid, and Gibberellic acid proved to be the most effective treatment, promoting superior germination rates, seedling vigor, and field establishment. Further research is recommended to evaluate the long-term impacts of these treatments on yield performance and resistance to environmental stresses in field conditions.

دوره ۱۳، شماره ۴، صفحات ۴۹-۳۱ https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.359486.1444

نشریه علوم و فناوری بذر ایران

ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر پوشش‌دهی بذر با عناصر ریزمغذی، تنظیم‌کننده‌ها و محرک‌های رشد بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چغندرقند رقم شکوفا

محبوبه محمّدی[۱]، رضا توکل افشاری[۲*]، محمدحسن راشد محصل[۲]، احسان نعمت الهی[۳]

۱. دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲. استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳. دانشجوی پسادکتری، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر پوشش بذر با عناصر ریزمغذی، تنظیم‌کننده‌ها و محرک‌های رشد بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذر چغندرقند، طراحی شد و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۴۰۰، در موسسه بذر و نهال رضوی تحت شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای اجرا شد. تیمارهای این آزمایش، ترکیبات مختلف عناصر ریزمغذی، تنظیم‌کننده‌ها و محرک‌های رشد که شامل ۲۹ تیمار به همراه یک تیمار شاهد (بدون پوشش) بودند. نتایج نشان داد در صد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی روزانه، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص طولی بنیه گیاهچه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای پوشش بذر قرار گرفت. به طور کلی، تیمار ۲۱، شامل مواد عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید، با درصد جوانه‌زنی ۹۷ درصد، شاخص طولی بنیه گیاهچه ۱۳/۸۷، ضریب آلومتریک ۰/۲۲۳۲، به عنوان برترین تیمار، افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان داد. همچنین در بین تیمارهای مختلف پوشش بذر، تیمار ۲۲ شامل عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن، با ۹۵ درصد بیشترین درصد استقرار گیاهچه را به خود اختصاص داد. پوشش بذر با عناصر ریزمغذی، اسیدهیومیک و جیبرلیک اسید بیشترین تأثیر را در بهبود رشد و کیفیت گیاهچه و درصد جوانه‌زنی آن داشت.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۹

واژه‌های کلیدی:

درصد جوانه‌زنی،

پوشش‌دارکردن بذر،

عناصر غذایی،

اسیدهیومیک،

سرعت جوانه‌زنی

نویسنده مسئول:

tavakolafshari@um.ac.ir

نحوه استناد به این مقاله:

Mohammadi, M., Tavakol Afshari, R., Rashed Mohasel, M.H., & Neamatollahi, E.(2024). Investigating the effect of seed coating with micronutrient elements, regulators and growth stimulants on the characteristics of germination and growth of sugar beet seedlings of Cv. Shekoofa. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *13* (4), 31-49. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.359486.1444

مقدمه

هم اکنون در جهان سالیانه بین ۶/۵ تا ۷ میلیون هکتار چغندر کشت می‌شود (OECD-FAO, 2018) و شرکت های مهم تولیدکننده بذر چغندرقند در خلال انجام پروژه‌های تحقیقاتی برای ارتقاء کمیت و کیفیت ریشه و افزایش مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده، سرمایه‌گذاری انبوهی در بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و فرآوری بذر نموده‌اند که منجر به افزایش توان رقابتی آن‌ها در بازار فروش بذر چغندرقند می‌باشد (Pedrini et al., 2017). رشد زایشی چغندرقند نامحدود بوده و دوره گل‌دهی معمولاً ۳۵ تا ۵۰ روز به طول می‌انجامد. بنابراین، از چالش‌های پیش‌روی کشاورزان در زراعت چغندرقند می‌توان به تشکیل توده‌های بذر نامشابه با میوه‌هایی با خصوصیات متفاوت از جمله: اندازه‌های متفاوت، درجه‌های مختلف از رسیدگی، سرعت جوانه‌زنی و سرعت سبزشدن ناهمسان، غلظت متفاوت عناصر بازدارنده جوانه‌زنی، که همگی مربوط به کیفیت بذر می‌باشند، اشاره نمود (Farzaneh, 2008). در زراعت چغندرقند سبزشدن بذر و استقرار مطلوب گیاهچه در سطح مزرعه بسیار حائز اهمیت است (Durr & Boiffin, 1995).

جوانه‌زنی بذر به عنوان یک عامل کلیدی در کشاورزی نوین اهمیت زیادی دارد. بذر رشته حیاتی و تضمین‌کننده بقای گونه به شمار می‌آید. بنابراین در سال‌های گذشته تلاش‌های بسیاری برای بهبود کیفیت جوانه‌زنی و بنیه بذر و گیاهچه برای کاشت در شرایط خاص انجام شده است. علاوه بر این، به دلیل نقش پررنگ بذر در استقرار گیاهچه، جوانه‌زنی به عنوان مرحله‌ی حیاتی در زندگی گیاه قلمداد می‌شود. با ادغام روش‌های تقویت‌کننده به هدف افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌توان تولید محصول بیشتر و با کیفیت‌تر به ارمغان آورد. از جمله روش‌های تقویت‌کننده، پوشش‌دار کردن بذر می‌باشد. راندمان بذر را می‌توان به وسیله تغییر شکل بذر یا نهادن ترکیبات شیمیایی روی پوسته بذر بهبود بخشید، که این امر موجب بهبود و تنظیم جوانه‌زنی می‌شود (Copeland & Mcdonald, 2008).

موفقیت در استقرار بذر گیاهان زراعی در سطح مزرعه به عواملی مانند رقم انتخابی، قدرت ژنتیکی بذر، نوع بافت خاک، شرایط اقلیمی طی دوره رشد، حاصلخیزی خاک، عمق کاشت، شیوه کاشت، نحوه آماده سازی بستر بذر، عوامل بازدارنده مانند علف‌های هرز، حشرات مضر و عوامل بیماری‌زا بستگی دارد (Murua, 2002). به هرحال، تنها تعدادی از این عوامل توسط کشاورز قابل کنترل است و وجود برخی از عوامل بازدارنده موجب تأخیر در جوانه‌زنی و غیر یکنواختی در جوانه‌زنی بذر می شود. پوشش بذر می‌تواند مواد مورد نیاز برای بذر را به صورت مؤثر در اختیار گیاهچه قرار دهد. این مواد عمدتاً شامل قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها و عناصر غذایی و مواد تنظیم‌کننده رشد است (Scott, 1990). روش های مختلفی برای اطمینان از عملکرد بالای بذر مورد استفاده قرار می‌گیرند و بیشتر آن ها کاربرد تجاری دارند. در چغندرقند دو نوع پوشش بذر با کاربرد تجارتی معمول است که شامل پلت کردن[1] و پوشش‌دار کردن[2] می باشد. به طور نسبی می‌توان گفت استفاده از روش پوشش‌دار کردن بذر با ترکیبات مختلف، روش بهتر و مناسب‌تری در راستای بهبود بذر چغندرقند می‌باشد. پوشش‌دار کردن بذر به منظور کاربرد مواد مفید در بذر بدون تغییر اندازه و شکل آن انجام می‌شود (Pedrini et al., 2017). اما در روش پلت کردن شکل فیزیکی بذر تغییر می‌کند. در بذرهای پوشش‌دار، سرعت جوانه‌زنی، سبزشدن و توان استقرار گیاهچه افزایش یافته و حصول تراکم مطلوب بوته در مزرعه را میسر می‌سازد (Flangan, 2002).

گیاهان برای رشد و تکامل خود به تعدادی بسیاری از ریزمغذی‌ها احتیاج دارند. ۹ عنصر اصلی در غلظت‌های بسیار بالایی برای گیاهان مورد نیاز هستند و شامل کربن، هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و گوگرد می‌باشند و به همین خاطر آن‌ها را عناصر پرمصرف یا ماکرو می‌نامند. عناصری که در غلظت‌های بسیار کم مورد نیاز هستند مانند بر، کلر، روی، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و نیکل، از دسته عناصر کم‌مصرف یا عناصر میکرو به شمار می‌آیند (Alloway, 2008). این عناصر نقش بسیار زیادی در سیستم‌های آنزیمی گیاهان برعهده دارند (Broadley et al., 2012). پوشش‌دار کردن بذر با عناصر کم‌مصرف با هدف ارتقاء شرایط بذر انجام می‌شود (Farooq et al., 2012). موفقیت و کارایی پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی به ماده غذایی استفاده شده، مواد پوشش‌دهنده،

[1] Seed pelleting
[2] Seed coating

نوع بافت خاک، وضعیت رطوبت و حاصلخیزی خاک و اندوخته غذایی بذر بستگی دارد (Halmer, 2008). عناصر ریزمغذی بیشتر به عنوان کوفاکتور در سیستم‌های آنزیمی و در واکنش‌های اکسایش و کاهش شرکت می‌کنند. به دلیل نقش بسیار مهم عناصر ریزمغذی در فرآیندهای کلیدی فیزیولوژیکی(فتوسنتز و تنفس) این عناصر اهمیت بسیار زیادی دارند و کمبود آن‌ها می‌تواند فرآیند های فیزیولوژیکی را با اختلال رو به رو کند، بنابراین موجب محدود شدن عملکرد دانه در گیاهان زراعی می شود (Marschner, 1995). در مواردی عناصر کم‌مصرف به صورت اضافه شدن به خاک، یا محلول‌پاشی بر روی برگ و یا تیمار با بذر استفاده می‌شوند که محلول‌پاشی بر روی برگ در بهبود راندمان و توانگر سازی بذر مؤثر بوده است. اما هزینه بالای آن باعث محدودیت استفاده به وسیله کشاورزان شده است (Johnson et al., 2005). تیمارکردن بذر به دلیل استفاده کمتر از عناصر کم‌مصرف و کاربرد آسان آن گزینه اقتصادی مناسب تری است و باعث بهبود رشد گیاهچه می شود (Singh et al., 2003). گزارش شده که پوشش‌دار کردن بذر چغندرقند با عناصر کم مصرف موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و وزن خشک ریشه شد (Khodadadi et al., 2019). طی تحقیقی اثر پوشش‌دهی بذر لوبیا با عناصر ریزمغذی بر تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج بیانگر بهبود تحمل به این نوع از تنش به ویژه در بذرهای بود که با عنصر روی پوشش‌دهی شده بودند (Farooq et al., 2021). همچنین عبدالرحمانی و همکاران (AbdulRahmani et al., 2009) طی مطالعات پوشش‌دهی بذر بیان داشتند پیش تیمار بذر جو با عنصر روی، باعث افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی شد.

اسید هیومیک محرک رشد گیاهان و یک جاذب رطوبت است. از مزایای کاربرد اسیدهیومیک در خاک را می‌توان به، بهبود توانایی خاک در حفظ رطوبت، افزایش ظرفیت نگهداری موادمغذی، کمک به ساختمان خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید اشاره کرد. اسیدهای هیومیک به میزان قابل توجهی از تبخیر آب جلوگیری می‌کنند و سبب افزایش راندمان دسترسی گیاهان به آب در خاک‌های غیر رسی، خشک و شنی شود (Guppy et al., 2005; Delgado et al., 2002; Hua et al., 2008). طی مطالعه‌ای مشخص شد، استفاده از اسیدهیومیک در پوشش‌دهی بذر سبب بهبود فرآیند های بیو شیمیایی و فیزیولوژیکی بذر در حین جوانه‌زنی می شود و از این طریق مؤثر در تحریک جوانه‌زنی و بهبود استقرار گیاهچه می‌باشد (Olk et al., 2007). کیتوزان‌ها، یک بیوپلیمر از مشتقات کیتین هستند که به صورت طبیعی و مصنوعی، تولید می‌گردند و جزء محرک‌ها آلی رشدی به شمار می‌آید و نقش مهمی در مقاومت به تنش ها و سازوکار دفاعی گیاهان دارد (Katiyar et al., 2015). از کیتوزان در کشاورزی برای پوشش‌دار کردن بذر، برگ و میوه استفاده می‌شود (Devlieghere et al., 2004).

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نقش اساسی در پاسخ گیاه به تنش‌های محیطی دارد (Amzallag et al., 1999). نقش هورمون-های گیاهی برای واکنش جوانه‌زنی بذر به عوامل محیطی بسیار حائز اهمیت است (Hermann et al., 2007). جیبرلیک اسید (GA) به مدت طولانی به عنوان یک هورمون حیاتی در تنظیم جوانه‌زنی بذر شناخته شده است (Holdsworth et al., 2008; Lee et al., 2010). محققان بیان داشتند که کاربرد جیبرلیک اسید در پوشش بذر چغندرقند موجب افزایش شاخص های مهم جوانه‌زنی و وزن خشک ریشه و اندام هوایی می‌شود (Farzaneh et al., 2021).

هرچند که بررسی‌ها و پژوهش‌های مختلفی در زمینه بهبود بذر چغندرقند انجام شده است ولی در کشور ما تحقیقات بیشتری در این موضوع، واجب و ضروری است. همچنین با توجه به اینکه یکی از مزیت‌های مهم پوشش‌دار کردن بذر این است که مواد بلافاصله در اطراف گیاهچه‌های جوان قرارمی‌گیرند و نیز عناصر ریزمغذی شاخص‌های رشدی گیاه را بهبود می‌بخشند. بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی تاثیر پوشش‌دار نمودن بذر چغندرقند با ترکیبات مختلف ریزمغذی ها، هورمون ها و محرک های رشد گیاهی بر جوانه‌زنی، سبزشدن، استقرار گیاهچه چغندرقند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر پوشش‌دار کردن بذر منوژرم چغندرقند رقم شکوفا برخصوصیات جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار گیاهچه با استفاده از عناصر ریزمغذی در محیط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای در موسسه بذر و نهال رضوی در سال ۱۴۰۰ انجام شد. آزمایش به صورت طرح کامل تصادفی با چهار تکرار با ۳۰ تیمار پوشش‌دارکردن بذر با مقادیر مختلف از عناصر میکرو، ماکرو، هورمون جیبرلیک اسید، اسیدهیومیک، کائولن و

کیتوزان به اجرا درآمد. بذر گواهی شده چغندرقند از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند که تولید سال ۱۳۹۹ بود تهیه گردید. ۳۰ تیمار پو شش‌دهی با غلظت‌های مورد ا ستفاده در جدول ۱ و ۲ آمده اند. صفات مورد اندازه‌گیری شامل درصد جوانه‌زنی، درصد استقرار بوته، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خ شک ریشه‌چه، وزن خ شک ساقه‌چه، شاخص طولی بنیه بذر، ضریب آلومتریک، ضریب سرعت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی روزانه و سرعت ظهور گیاهچه اندازه‌گیری شدند.

جدول۱-تیمارهای مورد بررسی پوشش‌دار کردن بذر.

Table1- Seed coating treatments.

	Treatment
1	شاهد Control
2	آهن Fe
3	نیتروژن N
4	مولیبدن Mo
5	منگنز Mn
6	روی Zn
7	مس Cu
8	کبالت Co
9	پتاسیم K
10	کیتوزان Chitosan
11	کائولن Kaolin
12	عناصر میکرو + عناصر ماکرو Micro elements + Macro elements
13	کائولن + اسیدهیومیک + منگنز Kaolin + Humic acid +Mn
14	اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید Humic acid + Gibberellic acid
15	عناصر میکرو + اسیدهیومیک Micro elements + Humic acid
16	عناصر میکرو + جیبرلیک اسید Micro elements + Gibberellic acid
17	عناصر ماکرو + جیبرلیک اسید Macro elements + Gibberellic acid
18	عناصر ماکرو + اسیدهیومیک Macro elements + Humic acid
19	عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسیدهیومیک Macro elements + Micro elements + Humic acid
20	عناصر ماکرو + عناصر میکرو + جیبرلیک اسید Macro elements + Micro elements + Gibberellic acid
21	عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید Macro elements +Micro elemen+ Humic acid + Gibberellic acid

Continued Table 1

ادامه جدول ۱

	Treatment
22	عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن Micro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Kaolin
23	عناصر ماکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن Macro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Kaolin
24	عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کیتوزان Micro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Chitosan
25	عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کائولن + کیتوزان Micro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Kaolin+Chitosan
26	عناصر ماکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کائولن + کیتوزان Macro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Kaolin+Chitosan
27	عناصر میکرو + عناصر ماکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کائولن Micro elements + Macro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Kaolin
28	عناصر ماکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کیتوزان Macro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Chitosan
29	عناصر میکرو + عناصر ماکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کیتوزان Micro elements + Macro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Chitosan
30	عناصر میکرو +عناصرماکرو+اسیدهیومیک+جیبرلیک اسید+کالوئن+کیتوزان Micro elements + Macro elements + Humic acid + Gibberellic acid +Kaolin+Chitosan

جدول ۲- غلظت مواد مورد استفاده در فرآیند پوشش بذر، مقادیر به ازای هر کیلوگرم بذر چغندرقند.

Table2- Concentration of materials used in the seed coating process, amounts per kg of beet seed.

نوع بذر Seed type	مواد Materials		غلظت Concentration
چغندر قند Sugar beet	عناصر میکرو (گرم) Micro elements (g)	آهن (سولفات آهن) Fe ($Fe_2(SO_4)_3$)	9
		مس(سولفات مس) Cu ($CuSO_4$)	9
		روی(سولفات روی) Zn ($ZnSO_4$)	9
		منگنز(سولفات منگنز) Mn ($MnSO_4$)	16
		مولیبدن (سولفید مولیبدن) Mo (MoS_2)	4
		کبالت (سولفات کبالت) Co ($CoSO_4$)	4
	عناصر ماکرو (گرم) Macro elements (g)	نیتروژن (نیترات آمونیوم) N ($(NH_4)(NO_3)$)	25
		پتاسیم(سولفات پتاسیم) K(K_2SO_4)	20
	هورمون ها (میلی گرم) Hormones (mg)	جیبرلیک اسید Gibberellic acid	1.2
	محرک‌های رشدی Growth stimulants	اسید هیومیک (گرم) Humic acid (g) ($C_9H_9NO_6$)	12
		کیتوزان (میلی گرم) Chitosan (mg) ($C_6H_{11}NO_4$)	0.45
		کائولن (گرم) Kaolin (g) ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$)	20

ابتدا ناخالصی‌های بذرها مونوژرم رقم شکوفا با استفاده از الک جدا شده و یکدست شدند. برای تیمار روکش‌دار کردن بذر، از ماده کربوکسی متیل سلولز و چسباننده استفاده گردید. سپس مواد موجود در آن با استفاده از دستگاه هموژنایزر مخلوط و بر اساس غلظت‌های ذکر شده در جدول ۲ ترکیب شدند تا محلول یک‌پارچه‌ای از مواد بدست آید، سپس این مواد با استفاده از دستگاه پمپ باد و دستگاه پوشش‌دهی بذرها به عنوان مواد پرکننده بر روی بذرها چغندرقند روکش شدند. پس از این مرحله بذرها جهت خشک شدن پوشش روی بذر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در ژرمیناتور به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند.

ایستا از سال ۱۹۶۰، جهت اجرای آزمون استاندارد جوانه‌زنی چغندر قند در محیط آزمایشگاهی، از کاغذ های کشت آکاردئونی (Pleated filter paper) چین‌دار، استفاده کرد، که در این پژوهش نیز با الگوبرداری از ایستا از همین روش استفاده شد. ابعاد کاغذ کشت ۱۶/۵ × ۸۲ سانتی‌متر و عمق چین ها ۵/۲ سانتی‌متر بود. هر کاغذ حاوی ۲۵ عدد شیار، ارتفاع شیار ۱۸ میلی‌متر و طول آن ۱۰ سانتی‌متر بود که در هر شیار ۲ عدد بذر قرار گرفت. برای آزمون جوانه‌زنی طبق قوانین ایستا ۴۰۰عدد بذر در قالب ۴ تکرار ۵۰ تایی کشت شد. جهت مرطوب نگه‌داشتن بستر بذر به آن آب مقطر اضافه شد و در جعبه پلاستیکی قرار داده شد. سپس روی آن به وسیله دریچه‌ای پوشانده شده و در دستگاه ژرمیناتور قرار داده شد. فرایند جوانه‌زنی به مدت ۱۴ روز با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰-۸۵ درصد انجام شد. بذرهایی جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. شمارش تا هنگامی که افزایش در تعداد بذرهای جوانه‌زده مشاهده نشده و به مدت سه روز متوالی تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر نمونه ثابت ماند ادامه یافت. شاخص‌های مربوطه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و بخش هوایی در مرحله آزمایشگاهی از هر جعبه برای هر تیمار ۱۲ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و در هر نمونه ابتدا از محل طوقه بوته‌ها، ریشه‌چه و ساقه‌چه از هم جدا شدند. وزن خشک بخش هوایی و ریشه به طور جداگانه بعد از گذاشتن در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک برگ و ریشه بر حسب گرم در بوته اندازه‌گیری شدند.

برای اجرای این آزمایش در گلخانه، از هر تیمار چهار تکرار ۲۰ تایی نمونه تصادفی برداشت شد و در سینی‌هایی به ابعاد ۵۴ × ۲۸ سانتی‌متر و در داخل خاک با عمق ۳ سانتی‌متر کاشته شدند، ویژگی خاک مورد استفاده در جدول ۳ آمده است. آبیاری اول با توجه به ظرفیت زراعی(FC) صورت گرفت و در ادامه با توجه به شرایط دمایی گلخانه و میزان رطوبت سینی‌ها، آبیاری انجام گرفت. در طول اجرای آزمایش دمای گلخانه شبانه روز ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی تقریبا ۸۵ درصد بود. در طول اجرای آزمایش تعداد بذرهای سبزشده (جهت ارزیابی مولفه‌های سبزشدن) هر روز یادداشت شدند. درصد بوته‌های سبز شده در ۲۸ روز پس از کاشت به عنوان صفت درصد استقرار بوته در نظر گرفته شد (Farley, 1980). در پایان آزمایش (۲۸ روز بعد از کاشت) شاخص های مربوطه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و بخش هوایی در مرحله گلخانه از هر کرت برای هر تیمار چهار بوته به طور تصادفی انتخاب شد و در هر نمونه ابتدا از محل طوقه بوته‌ها، ریشه و بخش هوایی از هم جدا شدند وزن خشک بخش هوایی و ریشه به طور جداگانه بعد از گذاشتن در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک بخش هوایی و ریشه بر حسب گرم در بوته اندازه‌گیری شدند.

جدول ۳- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش.

Table 3- Some physical and chemical characteristics of the soil used in the experiment.

اسیدیته خاک Soil pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS m-1)	درصد اشباع خاک Saturation percentage of soil	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد شن Sand (%)	بافت خاک Soil trxture
7.8	0.375	60.13	35.5	34.56	28.94	Loam clay

صفات شاخص طولی بنیه گیاهچه (Abdual-baki & Anderson, 1973)، ضریب آلومتریک (Hussain, 1989)،

ضریب سرعت جوانه‌زنی (Scott et al., 1984)، سرعت جوانه‌زنی روزانه (Maguire, 1962) و سرعت ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه (Orchard, 1977) نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند.

معادله (۱) = شاخص طولی بنیه بذر

درصد جوانه زنی × (میانگین طول ریشه چه + میانگین طول شاخه چه)

معادله (۲) $= \frac{\text{میانگین وزن خشک ریشه چه}}{\text{میانگین وزن خشک ساقه چه}}$ = ضریب آلومتریک

معادله (۳) = سرعت ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه

$$FER = \frac{\text{ظهور نهایی گیاهچه}}{D}$$

D تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت برداری.

معادله (۴) = ضریب سرعت جوانه‌زنی

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + \cdots + G_n}{(1 \times G_1) + (2 \times G_2) + \cdots + (n \times G_n)}$$

G_n _ G_1 تعداد بذر جوانه زده از روز تا روز آخر آزمون.

معادله (۵) = سرعت جوانه‌زنی روزانه

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$

MDS نسبت درصد جوانه‌زنی به دوره آزمون.

داده‌های حاصل از این تحقیق به کمک نرم افزار SAS (نسخه ۹) تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاصل از تأثیر پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی در شرایط آزمایشگاهی و بر صفات مورد اندازه‌گیری در جدول‌های ۴ و ۵ آورده شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای پوشش‌دهی اعمال شده بر روی صفت درصد جوانه‌زنی در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی با درصد ۹۷ مربوط به تیمار بذرها با عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید بود (جدول ۸). همچنین تیمار بذرها با عناصر ریزمغذی بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، صفت ضریب سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه اثرگذار و در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). بیشترین طول ریشه‌چه با ۱۰/۱۶ سانتی‌متر و طول ساقه‌چه با ۷/۱۵ و ۷/۲۵ سانتی‌متر، به ترتیب مربوط به تیمار پوشش‌دهی (عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید) و تیمارهای(عناصر میکرو + عناصر ماکرو + اسیدهیومیک) و (مس) بود (جدول ۸). همچنین بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی با ۰/۲۱۷۵ و سرعت جوانه‌زنی روزانه با ۰/۱۰۲۵ در روز به تیمارهای (عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسید هیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن + کیتوزان) و (پتاسیم) در این آزمایش اختصاص یافت (جدول ۹). بررسی اثر تیمارهای پوشش‌دهی بر صفات وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص طولی بنیه بذر حاکی ازآن بود که با اعمال این تیمارها در صفات ذکر شده تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. لازم به ذکر است تأثیر معنی‌داری بر صفت ضریب آلومتریک مشاهده نشد و کمترین ضریب آلومتریک با ۰/۱۶ به تیمار کائولن + اسیدهیومیک + منگنز اختصاص یافت (جدول ۵). در واقع این ضریب بیانگر نسبت میانگین وزن خشک ریشه‌چه به میانگین وزن خشک ساقه‌چه است (Hussain, 1989). همچنین بیشترین وزن خشک ریشه‌چه با ۰/۰۱۶۲ گرم مربوط به تیمار مس و بیشترین وزن خشک ساقه‌چه به ترتیب با ۰/۰۵۸۲ گرم و ۰/۰۵۷۷ گرم به تیمارهای روی و مس مربوط بود (جدول۸). همچنین بیشترین شاخص طولی بنیه بذر به ترتیب ۱۳/۸۷ و ۱۳/۸۳ مربوط به تیمار عناصر ماکرو + عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید و تیمار روی بود (جدول۹). شاخص طولی بنیه بیانگر قدرت و توانایی بذر است و کلیه خصوصیات بذر را، که تعیین‌کننده توانایی بذر برای سبز شدن سریع و یکنواخت و همچنین نمو طبیعی گیاهچه‌ها هستند، در شرایط مزرعه در بر می‌گیرد (AOSA, 1983).

نتایج تجزیه واریانس حاصل از تأثیر پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی در شرایط گلخانه‌ای بر صفات مورد اندازه‌گیری در جدول‌های ۶ و ۷ آورده شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای پوشش‌دهی اعمال شده بر روی صفات وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین این صفات نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه‌چه با ۰/۲۶۴۲ گرم و وزن خشک ساقه‌چه با ۰/۳۴۵۵ گرم به ترتیب مربوط به تیمارهای مس و عناصر ماکرو +

عناصـــر میکرو + جیبرلیک اســـید بود (جدول ۱۰). لازم به ذکر ا ست که تیمار بذرها با عنا صر ریزمغذی بر در صد ا ستقرار بوته، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه اثرگذار نبوده و در سطح آماری ۵ در صد تفاوت معنی‌داری ن شان نداده(جدول ۶). بی شترین در صد اســتقرار بوته با ۹۵ درصـــد مربوط به تیمار پوشـــش‌دهی عناصـــر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن و تیمار نیتروژن بود و کمترین طول ریشـــه‌چه با ۲/۲۵ ســـانتی‌متر به تیمار عناصـــر ماکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن، عناصر میکرو + عناصـــر ماکرو + اســـید هیومیک + جیبرلیک اســـید + کیتوزان و تیمار کبالت تعلق داشـــت(جدول ۱۰). همچنین کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب با ۰/۶۲ و ۰/۶۰ سـانتی‌متر به تیمارهای عناصـر میکرو + عنا صر ماکرو + ا سیدهیومیک و عنا صر میکرو + عنا صر میکرو در این آزمایش اختصـــاص یافت(جدول ۱۰). بررســـی اثر تیمارهای پوشـــش‌دهی بر صـــفات ضـــریب آلومتریک، شـــاخص طولی بنیه بذر و ســـرعت ظهور گیاهچه حاکی ازآن بود که با اعمال این تیمارها در صفات ذکر شده تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد(جدول ۷). کمترین سرعت ظهور گیاهچه با ۱/۷۸۵۰ روز مربوط به تیمار عناصـــر میکرو + اســـیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کائولن + کیتوزان بود(جدول۱۱).

جدول۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پوشش‌دارکردن بذر بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ضریب سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه در آزمایشگاه.

Table 4- Results of analysis of variance the effect of different seed coating treatments on germination percentage, root length, germination rate coefficient and daily germination rate in the laboratory

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	ضریب سرعت جوانه‌زنی CVG	سرعت جوانه‌زنی روزانه DGS
تیمار treatment	29	126.93*	14.86*	3.86*	0.000061*	0.000168*
تکرار Replication	3	62.96ns	3.74ns	0.28ns	0.000319ns	0.000051ns
خطای آزمایش Error	90	51.944	1.58	0.52	0.000026	0.000058
ضریب تغییرات CV (%)		9.61	17.73	12.93	2.82	11.36

ns و * به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد.

ns and *: Not-significant and significant at 5% probability levels, respectively.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مختلف پوشش‌دارکردن بذر بر وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ضریب آلومتریک، شاخص طولی بنیه گیاهچه و در آزمایشگاه.

Table 5- Results of analysis of variance (mean squares) the effect of different treatments of seed coverage on root dry weight, shoot dry weight, allometric coefficient, longitudinal index of seedling vigor in the laboratory.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن خشک ریشه‌چه Ridicule dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	ضریب آلومتریک Allometri coefficient	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling vigor index
تیمار treatment	29	0.000033*	0.000232*	0.1752ns	16.96*
تکرار Replication	3	0.000000041ns	0.000000596ns	0.03506na	6.63ns
خطای آزمایش Error	90	3.431	0.000037	0.0117	2.65
ضریب تغییرات CV (%)		19.19	11.44	20.16	18.24

ns و * به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد.

ns and *: Not-significant and significant at 5% probability levels, respectively.

جدول۶- نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثر تیمارهای مختلف پوشش‌دارکردن بذر بر درصد استقرار بوته، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه در گلخانه.

Table 6- Results of analysis of variance (mean squares) the effect of different treatments of seed coverage on plant establishment percentage, root length, stem length, root dry weight, shoot dry weight in the greenhouse

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	درصد استقرار بوته Establishment percentage	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	وزن خشک ریشه‌چه Ridicule dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight
تیمار treatment	29	551.724^{ns}	0.307^{ns}	0.099^{ns}	0.0072^{*}	0.0097^{*}
تکرار Replication	3	520^{ns}	0.273^{ns}	0.118^{ns}	0.0020^{ns}	0.0004^{ns}
خطای آزمایش Error	90	393.33	0.356	0.0815	0.0042	0.0039
ضریب تغییرات CV (%)		17.7	13.73	17.94	18.99	11.85

ns و * به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد.

ns and *: Not-significant and significant at 5% probability levels, respectively.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثر تیمارهای مختلف پوشش‌دارکردن بذر بر ضریب آلومتریک، شاخص طولی بنیه بذر و سرعت ظهور گیاهچه‌ها در گلخانه.

Table 7 - Results of analysis of variance (mean squares) the effect of different treatments of seed coverage on allometric coefficient, longitudinal index of seedling vigor and seedling emergence rate in the greenhouse

منابع تغییرات Source of variatiom	درجه آزادی df	ضریب آلومتریک Allometri coefficient	شاخص بنیه طولی گیاهچه Seedling vigor index	سرعت ظهور گیاهچه‌ها FER
تیمار treatment	29	0.0064^{ns}	0.928^{ns}	0.704^{ns}
تکرار Replication	3	0.0062^{ns}	0.663^{ns}	0.667^{ns}
خطای آزمایش Error	90	0.0066	0.689	0.502
ضریب تغییرات CV (٪)		19.17	18.66	17.73

ns و * به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد.

.ns and *: Not-significant and significant at 5% probability levels, respectively

اعمال برخی از تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر در این آزمایش موجب تحریک و افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرهای تیمار شده چغندرقند نسبت به بذرهای فاقد پوشش(شاهد) شد. Kirkland & Johnson (2000) پیشنهاد کردند که قبل از کاشت پوشش‌دهی بذر انجام شود و معتقدند این امر باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر می‌شود. به همین دلیل می‌توان از پرکننده‌ها برای جذب بهتر رطوبت استفاده کرد که سبب تسریع در جوانه‌زنی می شوند و در نتیجه عملکرد محصول افزایش می‌یابد. Mahdavi (2014) در تحقیقات و آزمایشات خود بر روی بذر چغندرقند گزارش کرد که پوشش‌دهی بذر با هورمون‌های گیاهی (اتیلن، ا سید جیبرلیک، ا سید سالسیلیک) و باکتری‌های محرک رشد باعث بهبود سرعت و درصد جوانه‌زنی، یکنواختی در سبز شدن و رشد گیاهچه چغندرقند شدند و بذرهای پوشش‌دار شده نسبت به بذرهای حبه‌دار و شاهد سریع‌تر سبزشده و زودتر استقرار یافتند. به نظر می‌رسد افزایش جوانه‌زنی بذرها در پژوهش حاضر نتیجه تأثیر مستقیم عناصر به‌کار برده شده در

فعالیت‌های آنزیمی باشد. احتمالاً این عناصر با تأثیر بر ساخت پروتئین‌ها و تولید آنزیم‌های هیدرولیز کننده و سایر سیستم‌های سلولی که برای انتقال مواد اندوخته‌های دانه مورد استفاده قرار می گیرد موجب افزایش درصد جوانه‌زنی شده‌اند (Saadat & Ehteshami, 2015). پوشش‌دارکردن بذر تاثیر معنی‌داری بر درصد استقرار بوته نگذاشته ولی این موضوع حائز اهمیت است که در این آزمایش بیشترین درصد استقرار بوته برای تیمار عناصر میکرو + اسیدهیومیک + جیبرلیک اسید + کالوئن و تیمار نیتروژن بوده است. عناصر ریز مغذی در پوشش بذر نقش با اهمیت و ارزشمندی ایفا می‌نمایند و رشد اولیه گیاهچه را از طریق در دسترس گیاهچه قرار دادن این عناصر افزایش می‌دهد. سازوکار عمل مواد هیومیکی بر تحریک جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهان مختلف به طور دقیق مشخص نیست، ولی گزارش شده که اثر مستقیم اسیدهیومیک به دلیل تأثیر آن بر جوانه‌زنی، سبزشدن، رشد گیاه و خاصیت شبه هورمونی آن است (Ouni et al, 2014). به هر حال استفاده از اسیدهیومیک در پوشش‌دهی بذر سبب بهبود فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بذر در حین جوانه‌زنی می‌شود و بنابراین باعث تحریک جوانه‌زنی و بهبود استقرار گیاهچه می‌شود (Olk et al., 2007).

سرعت جوانه‌زنی یکی اولین و مهم ترین شاخص‌های بنیه بذر است. سرعت جوانه‌زنی همبستگی زیادی با کیفیت بذر دارد (Hamidi et al., 2005). سرعت جوانه‌زنی روزانه عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است. متوسط جوانه‌زنی روزانه شاخصی از سرعت جوانه‌زنی است و این شاخص بیانگر نسبت درصد جوانه زنی نهایی بر تعداد روز تا حداکثر جوانه‌زنی است. هر چه سرعت جوانه‌زنی روزانه کمتر باشد یعنی بذرها زود تر جوانه‌زنی را انجام می‌دهند (Pasandideh et al., 2014). ضریب سرعت جوانه‌زنی، مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذرها می‌باشد (Scott et al., 1984). گزارش شده که اثر پوشش‌دار کردن بذرها گیاهان مختلف بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهان تأثیر داشته و در برخی موارد باعث تأخیر در جوانه‌زنی شده است (Scott,1998). AbdulRahmani et al., (2009) طی مطالعات پوشش‌دهی بذر جو بیان داشتند که پیش تیمار بذر با عنصر روی، باعث افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی می شود. به هر حال وجود مواد پوشش دهنده در اطراف بذر به عنوان یک مانع فیزیکی برای خروج ریشه‌چه عمل کرده و باعث تاخیر در خروج ریشه‌چه در تیمارهای پوشش‌دهی شده است.

لازم به ذکر است به دلیل اینکه در این روش بهبود بذر، مواد به صورت مستقیم روی بذر قرار می‌گیرند و بلافاصله در اطراف گیاهچه جوانه‌زده قرارمی‌گیرند (Copeland & Mcdonald, 2008). اینطور می‌توان نتیجه گرفت که با در دسترس قرار گرفتن عناصر به کار برده شده در اختیار گیاهچه افزایش در سایر صفات قابل جبران شده است (Saadat & Ehteshami, 2015). یکی از نقش‌های اساسی عنصر روی در جوانه‌زنی بذر افزایش رشد ریشه‌چه است (Cakmak, 2008). گزارش شده است که در حضور عنصر روی ساخت هورمون‌ها از جمله اکسین افزایش می یابد (Cakmak, 2008). بنابراین، به نظر می‌رسد افزایش اکسین بذر همراه با حضور عنصر روی باعث افزایش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه شده است.

در پژوهشی بیان شده که اثر تیمارهای مس و منگنز منجر به افزایش معنی‌داری در طول ریشه گردید (Yadegari, 2013). همچنین عنصر منگنز به عنوان گروه پروستیتیک آنزیم‌های مسیر بیوسنتز تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عمل می‌کند و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نقش عمده‌ای در تسهیم و انتقال اسیمیلات در ساختار گیاهی و در نتیجه افزایش رشد گیاه دارند (Reuter et al., 1988). رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرها پوشش‌دار با افزایش غلظت عناصر کم‌مصرف تقویت می‌شود (White & Broadley, 2009). Rahman et al. (2012) و Farooq et al. (2011) گزارش کردند که پرایمینگ و پوشش‌دهی بذر برنج با عنصر بر (B) باعث بهبود رشد اولیه گیاهچه برنج می‌شود که دلیل آن را می‌توان تاثیری که عنصر (B) بر تنظیم طویل شدن سلول‌ها و یا تقسیم سلول‌ها دانست (Mouhtaridou et al., 2004).

وزن گیاه تحت تأثیر عوامل محیط و تغذیه است و کاربرد مواد غذایی سبب افزایش وزن‌تر، خشک و عملکرد اسانس می‌شود (Darzi et al., 2009). تیمار بذر با عناصر ریزمغذی جهت پاسخ به نیاز محصولات زراعی به عناصر کم‌مصرف دارای پتانسیل کارآمدی است و باعث بهبود در سبز شدن، عملکرد و توانگرسازی مواد مغذی دانه می‌شود (Farooq et al., 2012).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پوشش بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی در ازمایشگاه.

Table 8- Comparison of the mean effect of seed cover treatments on germination indices in the laboratory

تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر Seed coating treatments	درصد جوانه‌زنی (٪) (%) Germination percentage	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Ridicule length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Ridicule dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) (g) Plumule dry weight
تیمار(۱) Treatments(1)	89.00a-d	8.78a-d	4.12mn	0.0132bcd	0.0387f-i
تیمار(۲) Treatments(2)	85.00b-e	7.55de	6.22a-e	0.0110def	0.0480b-e
تیمار(۳) Treatments(3)	92.00abc	8.61a-d	5.92c-g	0.0140abc	0.0470b-f
تیمار(۴) Treatments(4)	78.00ef	8.30bcd	6.80a-d	0.0115cde	0.0552ab
تیمار(۵) Treatments(5)	90.00a-d	5.22f	5.88d-h	0.0087fg	0.0415e-h
تیمار(۶) Treatments(6)	83.00cde	9.59abc	6.95ab	0.0150ab	0.0582a
تیمار(۷) Treatments(7)	80.00def	9.74ab	7.25a	0.0162a	0.0577a
تیمار(۸) Treatments(8)	80.00def	9.52abc	6.31a-e	0.0132bcd	0.0507a-d
تیمار(۹) Treatments(9)	70.00f	8.66a-d	5.77e-i	0.0110def	0.0462c-f
تیمار(۱۰) Treatments(10)	94.00ab	9.05a-d	5.24f-j	0.0020i	0.0317i
تیمار(۱۱) Treatments(11)	85.00b-e	8.28bcd	3.74n	0.0110def	0.0322i
تیمار(۱۲) Treatments(12)	89.00a-d	8.89a-d	5.59e-i	0.0102efg	0.0345hi
تیمار(۱۳) Treatments(13)	93.00abc	3.09g	4.48j-n	0.0057h	0.0370ghi
تیمار(۱۴) Treatments(14)	90.00a-d	8.07bcd	6.94abc	0.0110def	0.0432c-g
تیمار(۱۵) Treatments(15)	89.00a-d	9.10a-d	5.15f-l	0.0117cde	0.0355ghi
تیمار(۱۶) Treatments(16)	89.00abcd	8.83a-d	6.11b-f	0.0120cde	0.0417e-h
تیمار(۱۷) Treatments(17)	90.00a-d	9.08a-d	5.42e-j	0.0122cde	0.0365ghi
تیمار(۱۸) Treatments(18)	90.00a-d	8.81a-d	5.70e-i	0.0120cde	0.0425d-h
تیمار(۱۹) Treatments(19)	80.00def	9.55abc	7.15a	0.0117cde	0.0515abc
تیمار(۲۰) Treatments(20)	92.00abc	9.03a-d	4.84i-m	0.0122cde	0.0357ghi
تیمار(۲۱) Treatments(21)	97.00a	10.16a	4.15lmn	0.0117cde	0.0317i
تیمار(۲۲) Treatments(22)	86.00b-e	7.87cde	5.48e-j	0.0097efg	0.0422d-h
تیمار(۲۳) Treatments(23)	92.00abc	8.39bcd	5.69e-i	0.0102efg	0.0388f-i
تیمار(۲۴) Treatments(24)	83.00cde	8.70a-d	4.28k-n	0.0122cde	0.0325i
تیمار(۲۵) Treatments(25)	89.00a-d	3.16g	3.64n	0.0057h	0.0322i
تیمار(۲۶) Treatments(26)	90.00a-d	4.56fg	5.95b-g	0.0082gh	0.0417e-h
تیمار(۲۷) Treatments(27)	91.00abc	6.21ef	4.89h-m	0.0115cde	0.0355ghi
تیمار(۲۸) Treatments(28)	90.00a-d	9.43abc	5.56e-i	0.0115cde	0.0422d-h
تیمار(۲۹) Treatments(29)	83.00cde	5.42f	5.04g-m	0.0085fg	0.0400e-i
تیمار(۳۰) Treatments(30)	86.00b-e	8.75f	5.44e-j	0.0077gh	0.0440c-g

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with a common letter do not have a significant difference at the level of 5% probability.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پوشش بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی در ازمایشگاه.

Table 9- Comparison of the mean effect of seed cover treatments on germination indices in the laboratory

تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر Seed coating treatments	ضریب آلومتری Allometri coefficient	شاخص بنیه طولی گیاهچه Seed vigor index	ضریب سرعت جوانه‌زنی CVG	سرعت جوان‌زنی روزانه (روز/۱) (1/day) DGS
تیمار(۱) Treatments(1)	0.65b	11.46b-e	0.2100bc	0.0775def
تیمار(۲) Treatments(2)	0.49bc	11.76a-e	0.2100bc	0.0850b-e
تیمار(۳) Treatments(3)	0.56bc	13.33abc	0.2050cde	0.0750ef
تیمار(۴) Treatments(4)	0.64bc	11.18cde	0.2125ab	0.0925ab
تیمار(۵) Treatments(5)	0.42bc	10.05ef	0.2075bcd	0.0775def
تیمار(۶) Treatments(6)	0.27bc	13.83a	0.2075bcd	0.0875bcd
تیمار(۷) Treatments(7)	0.40bc	13.55ab	0.2050cde	0.0875bcd
تیمار(۸) Treatments(8)	0.26bc	12.64a-d	0.2100bc	0.0875bcd
تیمار(۹) Treatments(9)	0.51bc	10.03ef	0.2075bcd	0.1025a
تیمار(۱۰) Treatments(10)	0.22bc	13.39abc	0.2025de	0.0750ef
تیمار(۱۱) Treatments(11)	0.47bc	10.32ef	0.2100bc	0.0825b-e
تیمار(۱۲) Treatments(12)	0.36bc	13.11abc	0.2050cde	0.0800c-f
تیمار(۱۳) Treatments(13)	0.16c	7.05gh	0.2025de	0.0750ef
تیمار(۱۴) Treatments(14)	0.48bc	13.42abc	0.2075bcd	0.0775def
تیمار(۱۵) Treatments(15)	1.28a	12.69a-d	0.2100bc	0.0800c-f
تیمار(۱۶) Treatments(16)	0.43bc	13.29abc	0.2075bcd	0.0825b-e
تیمار(۱۷) Treatments(17)	0.52bc	13.06a-d	0.2100bc	0.0775def
تیمار(۱۸) Treatments(18)	0.27bc	13.08abc	0.2075bcd	0.0775def
تیمار(۱۹) Treatments(19)	0.29bc	13.37abc	0.2000e	0.0900bc
تیمار(۲۰) Treatments(20)	0.29bc	12.74a-d	0.2100bc	0.0750ef
تیمار(۲۱) Treatments(21)	0.40bc	13.87a	0.2100bc	0.0700f
تیمار(۲۲) Treatments(22)	0.66b	11.34b-e	0.2100bc	0.0825b-e
تیمار(۲۳) Treatments(23)	0.38bc	12.95a-d	0.2050cde	0.0775def
تیمار(۲۴) Treatments(24)	0.47b	10.77def	0.2125ab	0.0825b-e
تیمار(۲۵) Treatments(25)	0.19bc	6.02h	0.2125ab	0.0775def
تیمار(۲۶) Treatments(26)	0.39bc	9.52ef	0.2125ab	0.0775def
تیمار(۲۷) Treatments(27)	0.40bc	10.16ef	0.2100bc	0.0775def
تیمار(۲۸) Treatments(28)	0.47bc	13.42abc	0.2100bc	0.0775def
تیمار(۲۹) Treatments(29)	0.35bc	8.68fg	0.2000e	0.0825b-e
تیمار(۳۰) Treatments(30)	0.32bc	9.61ef	0.2175a	0.0800c-f

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with a common letter do not have a significant difference at the level of 5% probability.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پوشش بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی در گلخانه.

Table 10 - Comparison of the average effect of seed cover treatments on germination indices in the greenhouse

تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر Seed coating treatments	درصد استقرار بوته (٪) Establishment percentage (%)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Ridicule length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length(cm)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Ridicule dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule dry weight (g)
تیمار(۱) Treatments(1)	70.00a-e	2.70abc	0.80bcd	0.0570b	0.2602a-e
تیمار(۲) Treatments(2)	85.00abc	2.52abc	1.12abc	0.0470b	0.2485b-f
تیمار(۳) Treatments(3)	95.00a	2.50abc	0.87bcd	0.0350b	0.2062d-g
تیمار(۴) Treatments(4)	85.00abc	2.62abc	1.00a-d	0.0755b	0.3045ab
تیمار(۵) Treatments(5)	80.00a-d	2.75abc	0.92a-d	0.0432b	0.2327b-g
تیمار(۶) Treatments(6)	65.00b-e	2.62abc	0.87bcd	0.0497b	0.2000d-g
تیمار(۷) Treatments(7)	80.00a-d	3.05ab	1.12abc	0.2642a	0.3002abc
تیمار(۸) Treatments(8)	65.00b-e	2.25c	0.82bcd	0.0345b	0.1802a-d
تیمار(۹) Treatments(9)	85.00abc	2.87abc	0.87bcd	0.0617b	0.2807a-cd
تیمار(۱۰) Treatments(10)	80.00a-d	2.55abc	0.82bcd	0.0460b	0.2365b-g
تیمار(۱۱) Treatments(11)	85.00abc	2.37bc	0.95a-d	0.0465b	0.1840efg
تیمار(۱۲) Treatments(12)	60.00cde	2.32bc	0.60d	0.0477b	0.2245b-g
تیمار(۱۳) Treatments(13)	70.00a-e	3.25a	0.80bcd	0.0670b	0.3015abc
تیمار(۱۴) Treatments(14)	75.00a-e	2.57abc	1.10abc	0.1020b	0.2022d-g
تیمار(۱۵) Treatments(15)	90.00ab	2.80abc	0.92a-d	0.0570b	0.2037d-g
تیمار(۱۶) Treatments(16)	80.00a-d	3.10ab	0.72cd	0.0557b	0.2532b-f
تیمار(۱۷) Treatments(17)	80.00a-d	3.00abc	0.92a-d	0.0382b	0.2145c-g
تیمار(۱۸) Treatments(18)	75.00a-e	2.62abc	0.87bcd	0.0442b	0.1785efg
تیمار(۱۹) Treatments(19)	90.00ab	2.62abc	0.62d	0.0410b	0.3012abc
تیمار(۲۰) Treatments(20)	80.00a-d	3.25a	0.75cd	0.0567b	0.3455a
تیمار(۲۱) Treatments(21)	55.00de	2.75abc	0.87bcd	0.0507b	0.1735efg
تیمار(۲۲) Treatments(22)	95.00a	2.75abc	1.05abc	0.0452b	0.3005abc
تیمار(۲۳) Treatments(23)	60.00cde	2.25c	0.92a-d	0.0370b	0.2240b-g
تیمار(۲۴) Treatments(24)	80.00a-d	3.00abc	1.00a-d	0.0490b	0.2180b-g
تیمار(۲۵) Treatments(25)	50.00e	2.62abc	0.85bcd	0.0625b	0.1907efg
تیمار(۲۶) Treatments(26)	70.00a-e	2.67abc	0.85bcd	0.0642b	0.2580a-e
تیمار(۲۷) Treatments(27)	60.00cde	2.50abc	1.17ab	0.0390b	0.1542g
تیمار(۲۸) Treatments(28)	65.00b-e	2.87abc	1.05abc	0.1162b	0.1867efg
تیمار(۲۹) Treatments(29)	75.00a-e	2.25c	0.87bcd	0.0380b	0.1685fg
تیمار(۳۰) Treatments(30)	65.00b-e	2.92abc	1.32a	0.0532b	0.2397b-g

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with a common letter do not have a significant difference at the level of 5% probability.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پوشش بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی در گلخانه.

Table 11 - Comparison of the average effect of seed cover treatments on germination indices in the greenhouse

تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر Seed coating treatments	ضریب آلومتریک Allometri coefficient	شاخص بنیه طولی بذر Seed vigor index	سرعت ظهور گیاهچه‌ها (روز) FER(day)
تیمار(۱) Treatments(1)	0.2000a-d	2.42b-f	2.5000a-e
تیمار(۲) Treatments(2)	0.1167d	3.09a-d	3.0375abc
تیمار(۳) Treatments(3)	0.1895a-d	3.22abc	3.3925a
تیمار(۴) Treatments(4)	0.2120a-d	3.05a-e	3.0350abc
تیمار(۵) Treatments(5)	0.1815a-d	3.03a-e	2.8575a-d
تیمار(۶) Treatments(6)	0.1622bcd	2.15c-f	2.3200b-e
تیمار(۷) Treatments(7)	0.2102a-d	3.26abc	2.8575a-d
تیمار(۸) Treatments(8)	0.1497cd	2.02def	2.3225b-e
تیمار(۹) Treatments(9)	0.2332abc	3.20abc	3.0350abc
تیمار(۱۰) Treatments(10)	0.1600bcd	2.65a-f	2.8575a-d
تیمار(۱۱) Treatments(11)	0.1815a-d	2.43a-f	3.0350abc
تیمار(۱۲) Treatments(12)	0.1770a-d	2.32b-f	2.1425cde
تیمار(۱۳) Treatments(13)	0.2172a-d	2.85a-f	2.5000a-e
تیمار(۱۴) Treatments(14)	0.1682bcd	2.74a-f	2.6775a-e
تیمار(۱۵) Treatments(15)	0.1767a-d	3.32ab	3.2125ab
تیمار(۱۶) Treatments(16)	0.1572bcd	3.11a-d	2.8575a-d
تیمار(۱۷) Treatments(17)	0.1127d	3.09a-d	2.8575a-d
تیمار(۱۸) Treatments(18)	0.2660ab	2.60a-f	2.6775a-e
تیمار(۱۹) Treatments(19)	0.1415cd	2.90a-f	3.2125ab
تیمار(۲۰) Treatments(20)	0.1680bcd	3.39abc	2.8575a-d
تیمار(۲۱) Treatments(21)	0.2232a-d	1.97def	1.9625de
تیمار(۲۲) Treatments(22)	0.1542bcd	3.63a	3.3925a
تیمار(۲۳) Treatments(23)	0.1690a-d	1.90ef	2.1400cde
تیمار(۲۴) Treatments(24)	0.1877a-d	3.10a-d	2.8550a-d
تیمار(۲۵) Treatments(25)	0.2832a	1.84f	1.7850e
تیمار(۲۶) Treatments(26)	0.1825a-d	2.46a-f	2.5000a-e
تیمار(۲۷) Treatments(27)	0.1427cd	2.19b-f	2.1425cde
تیمار(۲۸) Treatments(28)	0.2527abc	2.56a-f	2.3225b-e
تیمار(۲۹) Treatments(29)	0.1542bcd	2.32b-f	2.6775a-e
تیمار(۳۰) Treatments(30)	0.1835a-d	2.76a-f	2.3200b-e

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with a common letter do not have a significant difference at the level of 5% probability.

همچنین با توجه به این موضوع که عنصر روی ساخت هورمون‌ها از جمله اکسین را افزایش می‌دهد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش هورمون اکسین به دلیل کاربرد عنصر روی، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه افزایش یافته و به همین دلیل موجب افزایش وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. مصرف عناصر ریزمغذی به‌کار برده شده موجب افزایش عملکرد ماده خشک شده است که می‌تواند دارای علت‌های مختلفی باشد که می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی (Sharafi et al., 2000)، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفو اینول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی اشاره داشت (Romheld & Marchner., 1996).

بنیه و توانایی حیات دو عامل کلیدی تأثیرگذار بر استقرار گیاهچه، رشد و راندمان گیاه به شمار می‌روند. یکی از مهم‌ترین عوامل و ملاک‌های بنیه و قدرت بذر مقدار مواد ذخیره‌ای و مغذی موجود در بذر است. بذر برای جوانه‌زنی، ظهور و استقرار گیاهچه‌های پایدار و سالم نیازمند انرژی حاصل از اکسیداسیون مواد ذخیره‌ای موجود در بذر است. عناصر معدنی و ریزمغذی‌ها، مواد غذایی لازم و ضروری برای رشد و تولید گیاهان زراعی را تامین می‌کنند. بنابراین با توجه به استفاده از عناصر ریزمغذی و تغذیه بذر و سپس گیاهچه با این عناصر می‌توان خاطر نشان کرد که افزایش قدرت و توان بذر در این پژوهش مربوط به حضور این ترکیبات و پوشش بذر است. سرعت ظهور گیاهچه پایین می‌تواند به دلیل آلودگی و فساد ناشی از حضور میکروارگانسیم‌های خاکزی و یا خالی شدن ذخیره بذر از مواد غذایی و قدرت کم گیاهچه برای خروج از خاک باشد که سبب کاهش درصد سبز شدن گیاهچه در گلخانه می‌شود. بر هر حال استفاده از شاخص سرعت ظهور گیاهچه و سایر آزمون‌های بنیه بذر جهت ارزیابی بنیه گیاهچه در توده‌های مختلف بذر می تواند به عنوان یک راه حل موثر برای ارزیابی استقرار در مزرعه مورد توجه قرار گیرد (steiner,1990).

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش، پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی، تنظیم‌کننده ها و محرک های رشد، تاثیر معنی‌داری بر برخی از شاخص‌های مهم جوانه‌زنی و رشد گیاهچه داشت. در بین تیمارهای به کار رفته، تیمار ۲۱ به عنوان تیمار برتر، که شامل عناصر میکرو، عناصر ماکرو، اسیدهیومیک و جیبرلیک اسید بود اثرگذاری بیشتری در فرایند جوانه‌زنی داشت. بنابراین استفاده از این ترکیبات در تولید بذر پوشش‌دار شده چغندرقند با هدف بهبود کیفیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه آن ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از آزمایشگاه بذر موسسه بذر و نهال رضوی که انجام این‌پایان نامه را میسر نمود سپاسگزاری و قدردانی می گردد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافعی در رابطه با نگارش و یا انتشار این مقاله ندارند.

Reference

Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi-Asl, V., & Tavakoli, A. R. (2009). Effects of seed priming on seed vigor and grain yield of barley (Hordeum vulgare L. cv. Abidar) in rainfed conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *7*(1), 11-22.

Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Relationship between decarboxylation of glutamic acid and vigor in soybean seed 1. *Crop Science*, *13*(2), 227-232. https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300020023x

Alloway, B. J. (2008). *Zinc in soils and crop nutrition*. International Zinc Association and International Fertilizer Association.

Amzallag, G. N., Lerner, H. R., & Poljakoff-Mayber, A. (1990). Exogenous ABA as a modulator of the response of sorghum to high salinity. *Journal of Experimental Botany*, *41*(12), 1529-1534. https://doi.org/10.1093/jxb/41.12.1529

Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z., & Zhao, F. (2012). Function of nutrients: Micronutrients. In P. Marschner (Ed.), *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (pp. 191-248). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00007-8

Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, *302*, 1-17. https://doi.org/10.1007/s11104-007-9466-3

Copeland, L. O., & McDonald, M. F. (2012). *Principles of seed science and technology*. Springer Science & Business Media.

Darzi, M. T., Ghalavand, A., & Rejali, F. (2009). The effects of biofertilizer application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (Foeniculum vulgare Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *25*(1), 1-19. [In Persian]

Delgado, A., Madrid, A., Kassem, S., Andreu, L., & del Carmen del Campillo, M. (2002). Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. *Plant and Soil*, *245*, 277-286. https://doi.org/10.1023/A:1020445710584

Devlieghere, F., Vermeulen, A., & Debevere, J. (2004). Chitosan: Antimicrobial activity, interactions with food components, and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiology*, *21*(6), 703-714. https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.02.008

Durr, C., & Boiffin, J. (1995). Sugarbeet seedling growth from germination to first leaf stage. *The Journal of Agricultural Science*, *124*(3), 427-435. https://doi.org/10.1017/S002185960007338X

Farley, R. F. (1980). Manganous oxide as a seed-pellet additive for controlling manganese deficiency in sugar-beet seedlings. *Plant and Soil*, *54*, 451-459. https://doi.org/10.1007/BF02181837

Farooq, M., Almamari, S. A. D., Rehman, A., Al-Busaidi, W. M., Wahid, A., & Al-Ghamdi, S. S. (2021). Morphological, physiological, and biochemical aspects of zinc seed priming-induced drought tolerance in faba bean. *Scientia Horticulturae*, *281*, 109894. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109894

Farooq, M. K. H. M., Siddique, K. H., Rehman, H., Aziz, T., Lee, D. J., & Wahid, A. (2011). Rice direct seeding: Experiences, challenges, and opportunities. *Soil and Tillage Research*, *111*(2), 87-98. https://doi.org/10.1016/j.still.2010.10.008

Farooq, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. (2012). Micronutrient application through seed treatments: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *12*(1), 125-142. http://doi.org/10.4067/S0718-95162012000100011

Farzaneh, S. (2008). *Determination of agronomic and technological maturity indices of sugar beet seed bearing plants* (Final Report). Sugar Beet Seed Institute.

Farzaneh, S., Khodadadi, S., Khomari, S., & Barmaki, M. (2021). Investigation of the effect of seed cover with compounds of trace elements, stimulants, and growth regulators on emergence and early stages of sugar beet growth. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *9*, 134-142.

Guppy, C. N., Menzies, N. W., Moody, P. W., & Blamey, F. P. C. (2005). Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. *Soil Research*, *43*(2), 189-202.

Halmer, P. (2006, August). Seed technology and seed enhancement. In *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production* (Vol. 771, pp. 17-26). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.771.1

Hamidi, A. (2005). Effects of harvesting time and drying temperature and duration on seed viability, vigor, and some other related traits of two oilseed rape (Brassica napus L.) cultivars. [Unpublished master's thesis].

Hermann, K., Meinhard, J., Dobrev, P., Linkies, A., Pesek, B., Heß, B., & Leubner-Metzger, G. (2007). 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (Beta vulgaris L.): A comparative study of fruits and seeds. *Journal of Experimental Botany*, *58*(11), 3047-3060. https://doi.org/10.1093/jxb/erm162

Holdsworth, M. J., Bentsink, L., & Soppe, W. J. (2008). Molecular networks regulating Arabidopsis seed maturation, after-ripening, dormancy, and germination. *New Phytologist*, *179*(1), 33-54. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02437.x

Hua, Q. X., Li, J. Y., Zhou, J. M., Wang, H. Y., Du, C. W., & Chen, X. Q. (2008). Enhancement of phosphorus solubility by humic substances in ferrosols. *Pedosphere*, *18*(4), 533–538. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(08)60044-2

Johnson, S. E., Lauren, J. G., Welch, R. M., & Duxbury, J. M. (2005). A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (Cicer arietinum), lentil (Lens culinaris), rice (Oryza sativa), and wheat (Triticum aestivum) in Nepal. *Experimental Agriculture*, *41*(4), 427–448. https://doi.org/10.1017/S0014479705002851

Katiyar, D., Hemantaranjan, A., & Singh, B. (2015). Chitosan as a promising natural compound to enhance potential physiological responses in plants: A review. *Indian Journal of Plant Physiology*, *20*(1), 1–9. https://doi.org/10.1007/s40502-015-0139-6

Kirkland, K. J., & Johnson, E. N. (2000). Alternative seeding dates (fall and April) affect Brassica napus canola yield and quality. *Canadian Journal of Plant Science*, *80*(4), 713–719. https://doi.org/10.4141/P99-142

Lee, S., Cheng, H., King, K. E., Wang, W., He, Y., Hussain, A., Lo, J., Harberd, N. P., & Peng, J. (2002). Gibberellic acid regulates Arabidopsis seed germination via RGL2, a GAI/RGA-like gene whose expression is up-regulated following imbibition. *Genes & Development*, *16*(5), 646–658. https://doi.org/10.1101/gad.969702

Mouhtaridou, G. N., Sotiropoulos, T. E., Dimassi, K. N., & Therios, I. N. (2004). Effects of boron on growth, chlorophyll, and mineral contents of shoots of the apple rootstock MM 106 cultured in vitro. *Biologia Plantarum*, *48*(4), 617–619. https://doi.org/10.1023/B:BIOP.0000047150.18132.0e

Olk, D. C., Samson, M. I., & Gapas, P. (2007). Inhibition of nitrogen mineralization in young humic fractions by anaerobic decomposition of rice crop residues. *European Journal of Soil Science*, *58*(1), 270–281. https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00835.x

Ouni, Y., Ghnaya, T., Montemurro, F., Abdelly, C., & Lakhdar, A. (2014). The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improving plant productivity. *International Journal of Plant Production*, *8*(3), 353–374. https://doi.org/10.22069/IJPP.2014.1686

Pedrini, S., Merritt, D. J., Stevens, J., & Dixon, K. (2017). Seed coating: Science or marketing spin? *Trends in Plant Science*, *22*(2), 106–116. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.11.002

Rahman, A., Farooq, M. Z., Cheema, A., & Wahid, A. (2012). Role of boron in leaf elongation and tillering dynamics in fine grain aromatic rice. *Journal of Plant Nutrition*, *35*(11), 1671–1682. https://doi.org/10.1080/01904167.2012.698353

Reuter, D. J., Alston, A. M., & McFarlane, J. D. (1988). Occurrence and correction of manganese deficiency in plants. In R. D. Graham, R. J. Hannam, & N. C. Uren (Eds.), *Manganese in soils and plants* (pp. 205–224). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2817-6_20

Scott, S. J., Jones, R. A., & Williams, W. A. (1984). Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, *24*(6), 1192–1199. https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400060043x

Singh, B., Natesan, S. K. A., Singh, B. K., & Usha, K. (2003). Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, *88*(1), 36–44.

Steiner, J. J. (1990). Seedling rate of development index: Indicator of vigor and seedling growth response. *Crop Science*, *30*(6), 1264–1271. https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000060019x

White, P. J., & Broadley, M. R. (2009). Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium, and iodine. *New Phytologist*, *182*(1), 49–84. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02738.x

Yadegari, M. (2013). Foliar application of Fe, Cu, Mn, and B on growth, yield, and essential oil yield of marigold (Calendula officinalis). *Journal of Applied Science and Agriculture*, *8*(5), 559–567.