



The effect of hormonal priming with gibberellic acid and seed coating with different compounds on germination and early growth of green basil (*Ocimum basilicum* L.)

Elham Soutude Garabagh¹, Mahdi Ghiyasi^{1*}, Reza Amirnia¹, Leila Sharifi²

¹ Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University Branch, Urmia, Iran,

Email: m.ghiasi@urmia.ac.ir

² Department of Computer Engineering, Electrical and Computer Faculty, Urmia University Branch, Urmia, Iran

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2024-10-22

Accepted: 2025-3-7

Keywords:

hormonal priming

seed coating

basil

germination

seedling growth

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of hormonal priming and seed coating on the germination characteristics and seedling growth of sweet basil. An experiment was conducted in the Plant Production and Genetics Engineering Laboratory, Faculty of Agriculture, Urmia University, in 2021-2022. The impact of seed hormonal priming with gibberellic acid at concentrations of 0 (control), 25, 50, 75, 100, and 150 ppm, and seed coating with various mineral (field soil), organic (vermicompost), and biological (*Azospirillum brasilense*) coatings, as well as an uncoated control, was investigated. A completely randomized block design with three replications was used to evaluate the factorial effects of hormonal priming and seed coating on basil germination and seedling growth. The studied traits included germination percentage and rate, mean germination time, seedling length, fresh and dry seedling weight, allometric length and weight coefficient, and seedling vigor index. The results showed that hormonal priming with the growth regulator at concentrations of 100 and 150 ppm significantly improved germination and seedling growth indices. Additionally, seed coating, compared to the control, led to improvements in the studied indices. Among the seed coating treatments, based on the overall results of this study, coating with organic and biological materials yielded more favorable results in enhancing the studied indices.

Cite this article: Soutude Garabagh, E., Ghiyasi, M., Amirnia, R., Sharifi, L. (2024). The effect of hormonal priming with gibberellic acid and seed coating with different compounds on germination and early growth of green basil (*Ocimum basilicum* L.). *Seed Research*, 13 (4), 29-42.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

تأثیر هورمونال پرایمینگ با جبرلیک اسید و پوشش دار کردن بذر با ترکیبات مختلف بر جوانه زنی و رشد اولیه ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.)

الهام ستوده قره باغ^۱، مهدی قیاسی^{۱*}، رضا امیرنیا^۱، لیلا شریفی^۲

^۱ گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، رایانامه: m.ghiasi@urmia.ac.ir

^۲ گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	به منظور ارزیابی تأثیر هورمونال پرایمینگ و پوشش دار کردن بذر بر ویژگی های جوانه زنی،
مقاله کامل علمی	رشد گیاهچه ریحان سبز آزمایشی در آزمایشگاه گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال ۱۴۰۱-۲ انجام شد. در این مطالعه تأثیر هورمونال پرایمینگ بذر با جبریلین اسید در غلظت های صفر (به عنوان شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام و پوشش دار کردن بذر با انواع پوشش های معدنی (خاک مزرعه)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (ازوتوباکتر کروکوکوم) و عدم پوشش دهی بذر به عنوان شاهد مورد مطالعه قرار گرفت. طرح مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود که به صورت فاکتوریل تأثیر دو عامل هورمونال پرایمینگ و پوشش دار کردن بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ریحان مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد مطالعه درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، ضریب آلومتری طولی و وزنی و شاخص های بنیه گیاهچه بودند. بر اساس نتایج هورمونال پرایمینگ با تنظیم کننده رشد مورد مطالعه در غلظت های ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام منجر به بهبود معنی دار شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچه گردید. همچنین پوشش دار کردن بذر نیز در مقایسه با شاهد منجر به بهبود شاخص های مورد مطالعه شد. در میان تیمارهای پوشش دار کردن بذر بر مبنای مجموعه نتایج حاصل از این مطالعه پوشش دار کردن با مواد آلی و زیستی نتیجه مطلوب تری در ارتقای شاخص های مورد مطالعه داشت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۷	
واژه های کلیدی:	
هورمونال پرایمینگ	
پوشش دار کردن بذر	
ریحان	
جوانه زنی	
رشد گیاهچه	

استاد: ستوده قره باغ، الهام؛ قیاسی، مهدی؛ امیرنیا، رضا؛ شریفی، لیلا. (۱۴۰۲). تأثیر هورمونال پرایمینگ با جبرلیک اسید و پوشش دار کردن بذر با ترکیبات مختلف بر جوانه زنی و رشد اولیه ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.). تحقیقات بذر، ۱۳(۴)، ۲۹-۴۲.

نقش‌های فیزیولوژیکی متعددی در مراحل مختلف زندگی گیاهان بر عهده دارند. شواهد تحقیقات مختلف نشان داده است که در اکثر موارد استفاده از منابع خارجی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در مرحله جوانه‌زنی می‌تواند منجر به بهبود رفتارهای زیستی و فیزیولوژیکی در گیاهان مختلف گردد (Tuncturk et al., 2019). از مهم‌ترین این هورمون‌ها جیبرلین‌ها می‌باشند. جیبرلین‌ها از ترکیبات ترپنوئیدی تشکیل شده‌اند که در دامنه وسیعی از فعالیت‌های زیستی نقش کلیدی ایفا می‌کنند. از مهم‌ترین کارکردهای این هورمون گیاهی افزایش رشد از طریق تحریک تقسیم سلولی و افزایش طولی سلول‌ها می‌باشد. حفظ انسجام غشای سلولی و ممانعت از نشت محتویات درون سلولی از دیگر کارکردهای شناخته شده این ترکیب می‌باشد (Hernández-García et al., 2021). تحت شرایط تنش‌های محیطی بین فعالیت‌های آنتی اکسیدانتی و غلظت جیبرلین اثر معنی‌دار مستقیم خطی گزارش شده است. این ماده در فرآیند جوانه‌زنی نیز دارای نقش‌های مهم و حیاتی می‌باشد. جیبرلین از طریق کمک به سنتز آنزیم‌های تجزیه‌کننده ذخایر غذایی بذر در لایه آلرون و انتقال آن‌ها به آندوسپرم نقشی مهم در تامین انرژی و مواد مورد نیاز گیاهچه در حال رشد ایفا می‌کند (Tuncturk et al., 2019). علاوه بر این جیبرلین با افزایش سرعت تقسیم سلولی منجر به افزایش سرعت رشد گیاهچه شده و طول دوره هتروتروفی گیاهچه را کاهش می‌دهد (Hernández-García et al., 2021). نتیجه تحقیقات بر روی گیاهان مختلف نشان داده است که اعمال خارجی این ماده بر روی بذور از طریق روش‌هایی مثل هورمونال پرایمینگ می‌تواند در شرایط مختلف منجر به بهبود جوانه‌زنی، افزایش رشد گیاهچه، از بین رفتن خواب بذر، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و ارتقاء کارکرد سیستم‌های آنتی‌اکسیدانتی گردد

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از مراحل مهم در زندگی گیاهانی است که توسط بذر تجدید نسل می‌نمایند. در اثر جوانه‌زنی مطلوب و تحقق استقرار مناسب سبزیکنواخت مزرعه و تراکم مورد نظر به دست می‌آید (Ghiyasi et al., 2019). علاوه بر این در صورت سپری شدن هرچه سریع‌تر مراحل جوانه‌زنی و اتوتروف شدن گیاه امکان استفاده بهینه و مناسب‌تر از نهادهای اکولوژیکی از جمله آب و مواد غذایی فراهم شده و گیاه از مزیت نسبی اکولوژیکی در مواجهه با علف‌های هرز برخوردار می‌شود (Wang et al., 2022).

روش‌های مختلفی برای بهبود و ارتقای جوانه‌زنی توسط پژوهشگران ارائه گردیده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به پرایمینگ بذر و پوشش‌دار کردن بذر اشاره کرد (Nouri and Haddioui, 2021). پرایمینگ بذر مجموعه‌ای از روش‌هایی است که بذر قبل از کاشت در معرض جذب آب قرار گرفته و در اثر این امر بسیاری از واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مربوط به جوانه‌زنی در آن به وقوع می‌پیوندد. در اکثر این روش‌ها معمولاً جذب آب توسط بذر قبل از خروج ریشه متوقف شده و بذر تا حدود رسیدن به رطوبت اولیه خود خشک شده و سپس در بستر کشت می‌شود (Pedram et al., 2019). در پرایمینگ بذر از محلول‌ها و ترکیبات مختلفی برای تیمار نمودن بذر استفاده می‌شود. بر اساس نوع این مواد تیمارهای پیش از کاشت بذر (پرایمینگ) را می‌توان نام‌گذاری نمود. یکی از روش‌های بسیار مهم پرایمینگ بذر هورمونال پرایمینگ است که در این روش بذور در غلظت‌های مشخصی از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی از جمله جیبرلین، اکسین، سیتوکینین و ... تحت شرایط کنترل شده از نظر دما و مدت زمان تیمار خیس می‌شوند (Rehman et al., 2019). هورمون‌های گیاهی

(Marthandan et al., 2020). تأثیر مثبت هورمونال پرایمینگ با جیبرلین اسید در مرزه (افکاری، ۱۴۰۱)، گندم (صادقی و همکاران، ۱۴۰۱)، نسی (صابری و همکاران، ۱۳۹۹)، استویا (گیزی و همکاران، ۱۳۹۹)، گوجه فرنگی (شریفی سیرچی، ۱۳۹۵)، چاودار کوهی (توکل افشاری و همکارانش، ۱۳۹۲) و ... به اثبات رسیده است. از دیگر تیمارهایی که در دانش بذر طی سال‌های اخیر توسعه بسیار یافته و استفاده از آن در ابعاد مختلف تحقیقاتی و تجاری روز افزون شده است پوشش‌دار کردن بذر می‌باشد (Afzal et al., 2020).

پوشش‌دار کردن بذر که در اصطلاح به آن کوتینگ بذر (seed coating) نیز گفته می‌شود از تکنولوژی‌های نوین و در حال توسعه و پیشرفت می‌باشد که با اتکا به آن می‌توان کمیت و کیفیت محصولات زراعی مختلف را ارتقا داد. علاوه بر این امروزه با توجه به رویکرد کشاورزی پایدار و کشاورزی ارگانیک این تکنیک به دلیل استفاده از ترکیبات طبیعی به عنوان روشی سازگار با محیط زیست بوده و از این رو نیز مورد توجه و استفاده شایان قرار می‌گیرد (Rocha et al., 2019). پوشش‌دار کردن شامل تکنیک‌های ویژه‌ای است که به واسطه کاربرد آن‌ها مجموعه‌ای از مواد به پوشش خارجی بذر افزوده می‌شود که این مواد موجب بهبود فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود. به طور مثال در کشت گیاهان حساس به کمبود آب با استفاده از ترکیبات جذب کننده رطوبت در قالب پوشش بذری می‌توان مقدار خالص آب جذب شده توسط بذر و پوشش بذری را افزایش داد و ضمن تامین نیاز آبی بذر جهت بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، ارتقاء کیفیت بینه بذر را نیز موجب شد (Ai et al., 2021). یکی از موارد موثر بر نتیجه پوشش‌دار کردن بذر نوع ماده مورد استفاده است که امروزه این مواد دارای

تنوع بسیار بالایی می‌باشند. در این راستا انواع عناصر غذایی به ویژه عناصر غذایی ریز مغذی، مواد محرک رشد و هورمون‌های نباتی، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها و سموم کنترل کننده آفات و پاتوژن‌ها به بذر افزوده می‌شود. همچنین انواع ترکیبات پلیمری محلول در آب، ترکیبات آلی مثل کمپوست، کودهای دامی، پودر خاک استریل، رس، ورمی‌کولیت، انواع آرد و نشاسته و ... نیز برای پوشش‌دار کردن بذر به صورت مستقل یا تلفیقی به کار می‌روند (Afzal et al., 2020). در طول چند دهه اخیر استفاده از پوشش‌های زیستی نیز رواج پیدا کرده است که این پوشش‌ها شامل ترکیبات زیستی مختلف من الجمله باکتری‌ها و قارچ‌های بهبود دهنده رشد و نمو گیاهی است. به کار بردن این میکروارگانیسم‌ها به دلیل تثبیت بیولوژیکی ازت، افزودن برخی آنتی‌بیوتیک‌ها و ممانعت از تخریب پاتوژن‌ها در محیط ریزوسفر ریشه منجر به افزایش تنوع زیستی خاک مزرعه می‌شود و در نهایت با استفاده از این ترکیبات هزینه پوشش‌دار کردن بذر را ضمن بهبود وضعیت اکوفیزیولوژی و تغذیه‌ای نبات می‌توان به حداقل رساند (Ma, 2019). بذور پوشش‌دار شده به علت دسترسی بهتر و آسان‌تر به مواد غذایی و ترکیبات موثر در فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه وضعیت بهتری در رابطه با تظاهر بینه بذر از خود نشان داده و در نهایت سبز مزرعه یکنواخت و قدرتمندی ظاهر می‌شود. همچنین گیاهان حاصل از این بذور از توانمندی بیش‌تری در مواجهه با تنش‌های محیطی (غیرزنده و زنده) برخوردار هستند (Rocha et al., 2019). علاوه بر این پوشش‌دار کردن بذر می‌تواند به بهبود ویژگی‌های فیزیکی بذر نیز کمک نماید. این امر به ویژه در بذور ریز و با ابعاد هندسی نامتقارن مصداق دارد چرا که در روش‌های کشت مکانیزه به علت افزایش وزن بذور ریز و نامتقارن متعاقب پوشش‌دار کردن عملیات کاشت

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر هورمونال پرایمینگ و پوشش‌دار کردن بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ریحان آزمایشی در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل ۶ سطح غلظتی هورمون جیبرلین (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰) پی‌پی‌ام برای هورمونال پرایمینگ و تیمار پوشش‌دار کردن بذر پرایم شده در چهار سطح ۱ عدم پوشش (شاهد)، ۲ پوشش‌دار کردن معدنی، ۳ پوشش‌دار کردن آلی و ۴ پوشش‌دار کردن زیستی بود.

جهت انجام تیمارهای هورمونال پرایمینگ بذر پس از تهیه محلول‌های مربوط به فاکتور اول، ابتدا بذور با محلول هیپوکلرید سدیم ۵٪ به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند. سپس به مدت ۸ ساعت در تیمارهای مذکور غوطه‌ور گردیدند. پس از اعمال تیمارها، بذور تا رسیدن به رطوبت اولیه تحت شرایط آزمایشگاهی خشک شدند (Rehman et al., 2020). در گام بعدی نسبت به پوشش‌دار کردن بذرها با کمک نیروی گریز از مرکز اقدام شد. به این منظور ظروف کوچک حاوی بذور در یک ظرف بزرگ قابل دوران که سرعت گردش آن ۳۰ دور در دقیقه بود قرار داده شدند. سپس برای هر تیمار مواد مورد نظر برای پوشش‌دهی طی ۳ دقیقه به طور یکنواخت بر روی بذور در حال چرخش اسپری گردید (Alam et al., 2020). ترکیبات مواد به کار رفته در تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر در جدول زیر نشان داده شده است.

بسیار راحت‌تر انجام می‌شود بدین صورت که این افزایش وزن بذر منجر به پاشیده شدن یکنواخت‌تر بذور از بذرکارها و استقرار دقیق‌تر بذر در بستر می‌شود که این امر علاوه بر بهبود سبز مزرعه می‌تواند منجر به کاهش بذر مصرفی در واحد سطح و نیز عدم نیاز به واکاری گردد (محرابی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج تحقیقات مختلف توسط محققان نشان داده است که پوشش‌دار کردن بذر می‌تواند در مجموع به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی، افزایش عملکرد محصول، افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها، کاهش تنش‌های مربوط به آلاینده‌های محیطی مانند تنش فلزات سنگین، افزایش راندمان محصول در کشت‌های تاخیری و انتظاری و ... کمک کند (دهشیری و همکاران، ۱۳۹۶). ریحان گیاه دارویی- ادویه‌ای یک ساله، علفی و متعلق به خانواده نعنائیان (Lamiaceae) است که در مناطقی با آب و هوای معتدل کاشت می‌شود. مصرف ریحان در بسیاری از نقاط جهان به صورت تازه‌خوری رواج یافته است ولی از آن به عنوان ادویه برای آشپزی و پخت و پز نیز استفاده زیادی می‌شود (موسی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰). کاربرد دارویی ریحان نیز به دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه هم‌چون ترکیبات فنولی و منوترپن‌ها است. ریحان از دیر باز در طب سنتی تحت عنوان آنتی‌بیوتیک برای از بین بردن بیماری‌های قارچی و باکتریایی به کار گرفته می‌شود. برخی از مواد موثره موجود در اسانس ریحان برای مداوا و معالجه انواع بیماری‌ها هم‌چون بیماری‌های قلبی، نفخ شکم، بیماری‌های دستگاه گوارش و ... استفاده می‌شود (رحیم‌پور و رستم‌پور، ۱۴۰۰). این تحقیق با هدف انجام هورمونال پرایمینگ با جیبرلیک‌اسید و پوشش‌دار کردن بذر با ترکیبات مختلف بر جوانه‌زنی و رشد اولیه ریحان سبز انجام گرفت.

نوع پوشش	نام ماده	ترکیبات موجود
آلی	کمپوست	N=1.55%- P=0.4%- K=0.4%- Ca=2.73%- Mg=0.85%- Fe=5000mg/kg- Mn=275mg/kg- Cu=20mg/kg- Zn=110mg/kg- Pb=19mg/kg- Cd=1mg/kg
معدنی	خاک مزرعه	N=۳.55%- P=۲.4%- K=۱.4%
زیستی	ازتوباکتر	باکتری ازتوباکتر کروکوکوم (10 ⁷ CFU/ml)

سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و شاخص طولی بنيه بذر محاسبه شدند.

فرمول‌های مورد استفاده برای ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و بنيه بذری: درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Demir et al., 2020).

$$GP = (G/N) \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه GP درصد جوانه‌زنی، G تعداد بذر جوانه‌زده، N تعداد کل بذور می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (Purba et al., 2019).

$$GR = \frac{\sum Ni}{\sum Ti} \quad (\text{رابطه ۲})$$

GR سرعت جوانه‌زنی، Ni سرعت جوانه‌زنی در روز i و Ti تعداد روزهای جوانه‌نی می‌باشد. میانگین مدت زمان جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$MGT = \frac{\sum (ni \times di)}{\sum di} \quad (\text{رابطه ۳})$$

MGT میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، ni تعداد بذورهای جوانه‌زده در هر شمارش، di تعداد روز تا شمارش می‌باشد. شاخص طولی بنيه بذر با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید.

$$SVI = GP \times SL \quad (\text{رابطه ۴})$$

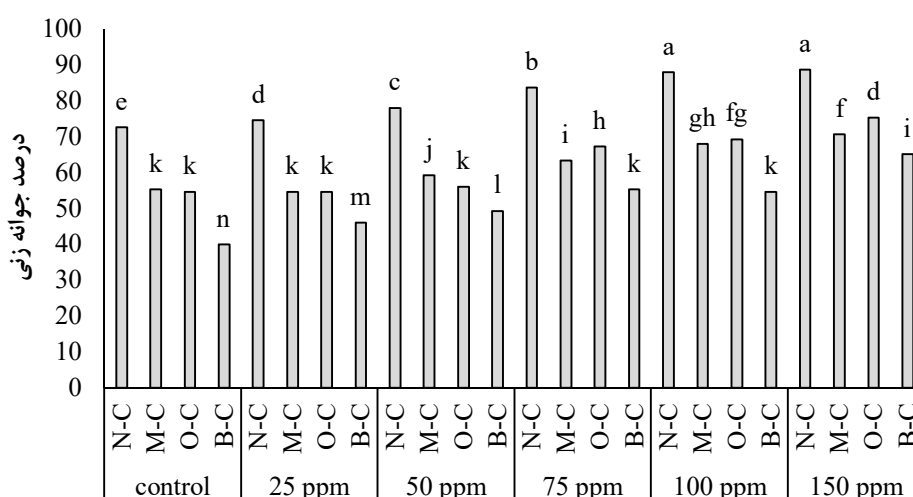
SVI شاخص بنيه بذر، GP درصد جوانه‌زنی و SL میانگین طول گیاهچه بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

بلافاصله پس از اعمال تیمارهای هورمونال پرایمینگ و پوشش‌دار کردن بذر آزمایش مربوط به جوانه‌زنی و رشد گیاهچه آغاز گردید. جهت انجام این آزمون تعداد ۱۰۰ بذر از هر تیمار در ۳ تکرار به صورت تصادفی انتخاب شد. جهت جوانه‌زنی، بذور به داخل ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط استاندارد آزمایشگاهی منتقل شدند. هر ۲۴ ساعت یکبار به صورت روزانه پس از شروع آزمایش نسبت به شمارش بذور اقدام شد. این کار تا رسیدن بذور به تعداد جوانه‌زنی ثابت یعنی تا روز ۷ ادامه یافت. بذوری جوانه زده تلقی شدند که طول رادیکال حاصل از شروع تنجش در آن‌ها حدوداً ۲ میلی‌متر بود. در خلال آزمون جوانه‌زنی تعداد ۳۰ بذر از بذور جوانه‌زده هر تیمار به تصادف برای انجام آزمون رشد گیاهچه انتخاب شد و به روش بین کاغذی (کاغذ صافی لوله شده) در شرایط مشابه آزمون جوانه‌زنی به مدت ۱۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفت.

در پایان این آزمایش صفاتی هم‌چون طول ریشچه، طول ساقچه، طول گیاهچه، وزن تر ریشچه، وزن تر ساقچه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشچه، وزن خشک ساقچه، وزن خشک گیاهچه، ضریب آلومتری طولی، ضریب آلومتری وزنی، درصد جوانه‌زنی،

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تیمار هورمونال پرایمینگ با جیبرلین و پوشش‌دار کردن

منابع تغییرات	درجه آزادی	(GP)	(MGT)	(GR)	طول گیاهچه (Cm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)	(SVI)	طولی (R/SH)	وزنی (R/SH)
تکرار	2	1.594	0.058	1.12	0.001	0.001	0.00	71.027	0.001	0.001
هورمونال پرایمینگ	5	663.155**	1.905**	367.65**	3.448**	45.539**	0.184**	78547.43**	0.017**	0.016**
پوشش‌دار کردن	3	2577.17**	53.171**	1946.7**	2.984**	70.787**	0.200**	123455.2**	0.391**	0.629**
A×B	15	13.268**	0.136**	87.907**	0.068**	0.97**	0.011**	1328.25**	0.003**	0.016**
خطا	45	۱,۲۴۸	0.015	0.76	0.003	0.041	0.00	71.954	0.00	0.00
ضریب تغییرات		1.736	3.711	2.577	0.83	0.993	1.562	1.915	1.906	3.712



نمودار ۱: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC-MC-OC-BC) به ترتیب پوشش زیستی - پوشش آلی - پوشش معدنی - شاهد (عدم پوشش)) بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد

نتایج و بحث

گردیده است (نمودار ۱). این امر با افزایش غلظت جیبرلین تا ۱۵۰ پی‌پی‌ام تداوم داشت. در تمام سطوح غلظتی هورمونال پرایمینگ درصد نهایی جوانه‌زنی در بذور پوشش‌دار شده به‌طور معنی‌داری کمتر بود. تفاوت مقادیر این صفت در بذور تیمار شده با جیبرلین در غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام با تیمار عدم پوشش‌دهی بذر به‌طور معنی‌داری کمتر بود. پوشش‌دار کردن بذر با ترکیبات ارگانیک کم‌ترین تاثیر منفی را در کاهش درصد جوانه‌زنی نشان داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در میان تیمارهای مورد مطالعه از

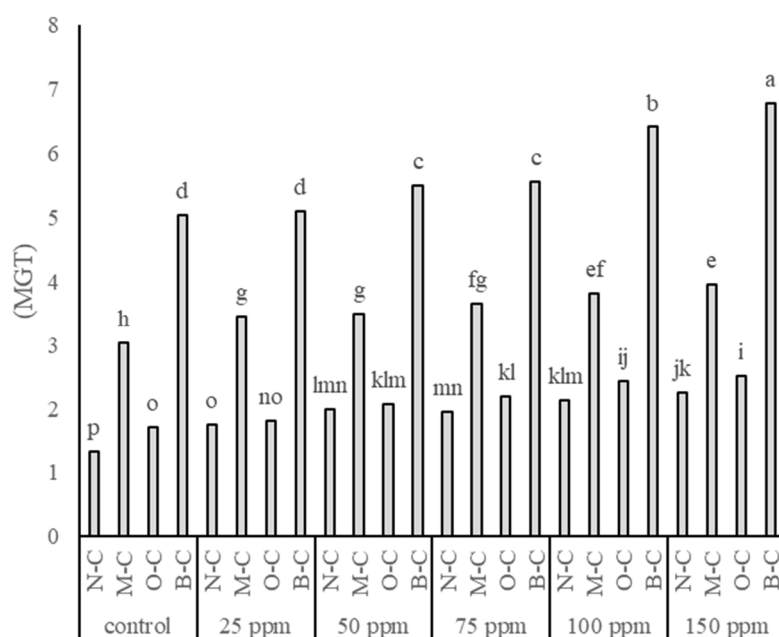
تجزیه آماری داده‌های آزمایش نشان داد تاثیر فاکتورهای هورمونال پرایمینگ و پوشش‌دار کردن بذر هم‌چنین اثر متقابل این فاکتورها بر روی تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی (GP): مقایسه میانگین اثرات متقابل داده‌ها در رابطه با درصد نهایی جوانه‌زنی نشان داد که اعمال تیمارهای هورمونال پرایمینگ با جیبرلین اسید منجر به افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی

پرایمینگ منجر به افزایش مدت زمان جوانه‌زنی گردید. در تمامی سطوح هورمونال پرایمینگ طولانی‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی به ترتیب از پوشش‌دار کردن معدنی و بیولوژیکی به دست آمد. نتایج این تحقیق به وضوح نشان داد که در شرایط عدم پوشش‌دار کردن بذر اعمال تیمارهای هورمونال پرایمینگ منجر به کاهش معنی‌دار متوسط زمان جوانه‌زنی نگردید. بیشترین مقادیر به دست آمده از این صفت در میان تیمارهای مورد مطالعه از پوشش‌دار کردن بیولوژیکی در بذور هورمونال پرایمینگ شده با جیبرلین ۱۵۰ پی‌پی‌ام با مقدار ۶,۷۸ روز به دست آمد (جدول ۲).

بذور هورمونال پرایمینگ شده بدون پوشش با غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین اسید به ترتیب با مقادیر ۸۵ و ۸۸ درصد به دست آمد که به جز با یک‌دیگر با سایر تیمارها از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بودند. کم‌ترین مقدار جوانه‌زنی ثبت شده نیز از بذور پوشش‌دار شده با ترکیبات زیستی در شرایط عدم اعمال هورمون‌های پرایمینگ با مقدار ۴۰ درصد ثبت شد که از نظر آماری با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود (نمودار ۱).

متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT): مقایسه میانگین اثرات متقابل داده‌های این آزمایش در رابطه با متوسط زمان جوانه‌زنی نشان داد که اعمال تیمارهای پیش از کاشت بذر در تمام سطوح مربوط به هورمونال



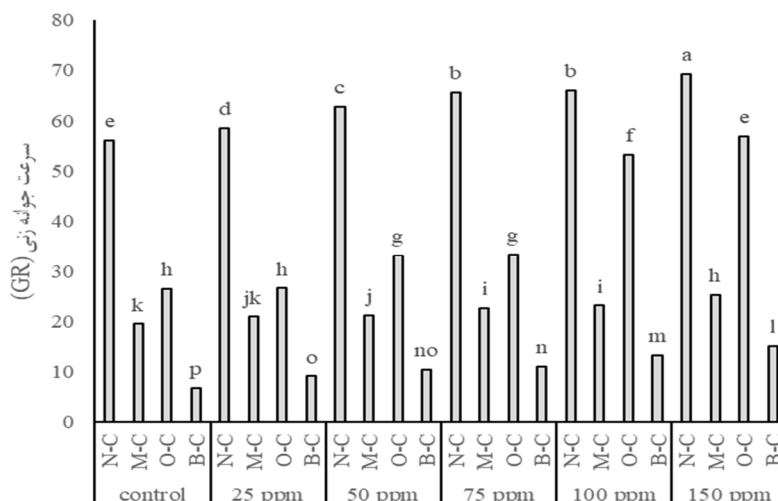
نمودار ۲: مقایسه میانگین براساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC- MC- OC- BC به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد) عدم پوشش) بر متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد.

جوانه‌زنی در بذور ریحان می‌گردد. با این حال اعمال تیمار هورمونال پرایمینگ به ویژه در شرایط عدم اعمال پوشش می‌تواند باعث بهبود این شاخص گردد. بر این اساس در شرایط عدم اعمال پوشش‌دار کردن

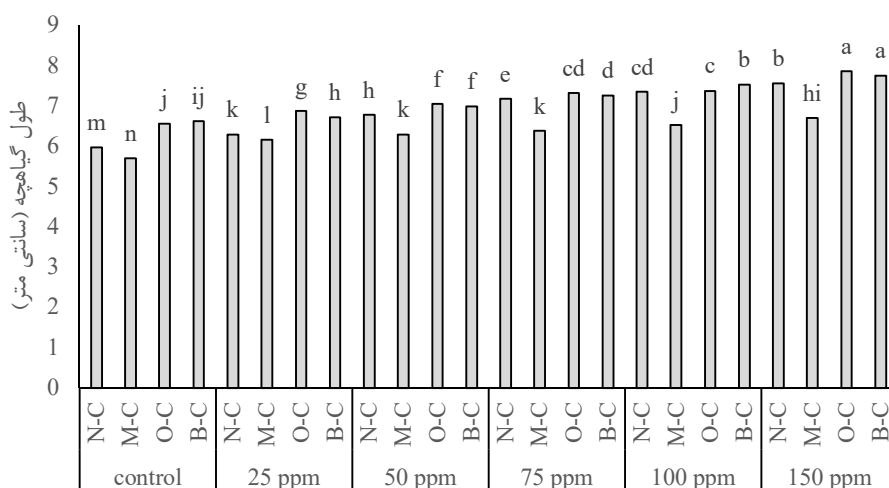
سرعت جوانه‌زنی (GR): نتایج به دست آمده از این تحقیق موید این امر بود که اعمال تیمار پوشش‌دار کردن بذر فارغ از در نظر گرفتن غلظت جیبرلین در هورمونال پرایمینگ منجر به کاهش معنی‌دار سرعت

به ترتیب ۶۰، ۶۲، ۸، ۶۵، ۵۷ و ۶۶، ۴ بود. در حالی که مقادیر ثبت شده از این صفت در شرایط عدم اعمال هورمونال پرایمینگ ۵۵، ۹۸ بود که از نظر آماری کمتر از تمامی تیمارهای مذکور بود (جدول ۳).

در تمامی سطوح هورمونال پرایمینگ با جیبرلیک اسید در مقایسه با شاهد منجر به افزایش معنی دار سرعت جوانه زنی گردید. بر این اساس مقادیر به دست آمده از این صفت در بذور پوشش دار نشده هورمونال پرایم شده با غلظت های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام



نمودار ۳: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت های مختلف جیبرلین توام با پوشش های (NC- MC- OC- BC به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد (عدم پوشش)) بر سرعت جوانه زنی در سطح احتمال ۱ درصد.



نمودار ۴: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت های مختلف جیبرلین توام با پوشش های (NC- MC- OC- BC به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد (عدم پوشش)) بر طول گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد.

غلظت جیبرلین این افزایش روند ملموس تر نشان داد به طوری که بیش ترین طول گیاهچه در تمامی سطوح تیمارهای پوشش دار کردن بذر از هورمونال پرایمینگ

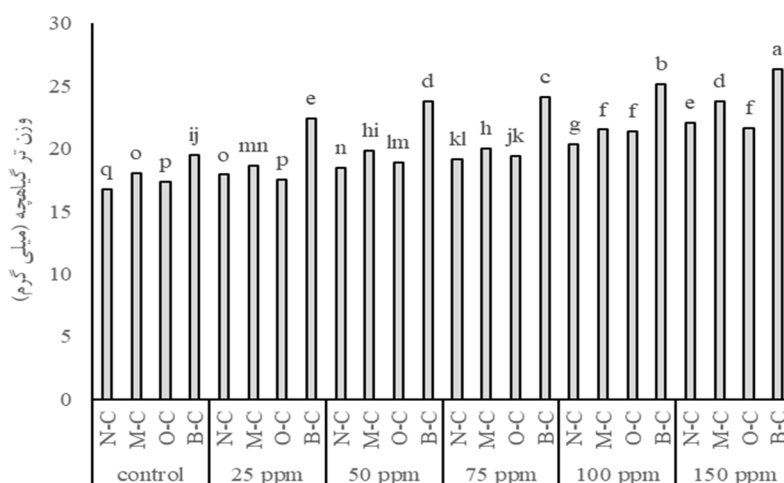
طول گیاهچه: نتایج آزمایش نشان داد صرف نظر از پوشش دار کردن بذر اعمال تیمار هورمونال پرایمینگ منجر به افزایش مقادیر این صفت گردید. با افزایش

تأثیر مثبت هورمونال پرایمینگ با افزایش غلظت جیبرلین به طور معنی‌داری افزایش یافت. در میان تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر اگرچه تمامی این تیمار در مقایسه با شرایط عدم پوشش‌دار کردن منجر به افزایش معنی‌دار این صفت شدند اما تیمار پوشش‌دار کردن زیستی به طور معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارهای پوشش‌دار کردن منجر به افزایش مقادیر مثبت از این صفت شده است این مقادیر به ترتیب ۲۷، ۲۵، ۲۴، ۲۳ و ۲۰ میلی گرم می‌باشد.

در شرایط عدم اعمال هورمونال پرایمینگ نیز هر سه تیمار پوشش‌دار کردن در مقایسه با شاهد بهتر عمل کردند. کمترین مقدار وزن گیاهچه با مقدار ۱۷ میلی گرم مربوط به تیمار شاهد (عدم پوشش‌دار کردن و عدم انجام هورمونال پرایمینگ) بود.

با جیبرلین در غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام به دست آمد. علاوه بر این تأثیر پوشش‌دار کردن بذر بر این صفت نیز معنی‌دار بود در میان مواد مورد استفاده به این منظور به ترتیب پوشش‌دار کردن آلی و زیستی تأثیر معنی‌دار مثبت بیشتری بر این صفت داشتند. بیش‌ترین مقدار طول گیاهچه از تیمار هورمونال پرایمینگ بذر با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین در این دو تیمار پوشش‌دار کردن بذر به ترتیب با مقادیر ۷٫۸ و ۷٫۵ سانتی متر به دست آمد (نمودار ۴).

وزن تر گیاهچه: بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل فاکتورهای مورد مطالعه اعمال هورمونال پرایمینگ با جیبرلین اسید و پوشش‌دار کردن بذر در تمامی سطوح فاکتورهای مذکور وزن تر گیاهچه به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش نشان داد.

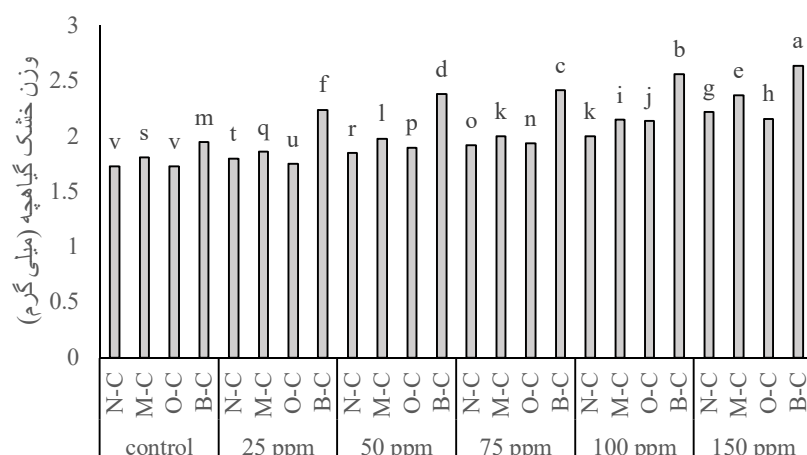


نمودار ۵: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC- MC- OC- BC) به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد (عدم پوشش)) بر وزن تر گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد.

و تیمارهای شاهد مشاهده شد. بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین اسید بود (۲٫۵ میلی گرم). با توجه به نمودار و با در نظر گرفتن تیمار پوشش‌دهی در تمامی سطوح غلظتی جیبرلین اسید پوشش بیولوژیک (زیستی) نسبت به

وزن خشک گیاهچه: مقایسه میانگین اثرات متقابل در رابطه با صفت وزن خشک گیاهچه نشان داد با افزایش غلظت جیبرلین اسید وزن خشک گیاهچه نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت به طوری که اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین

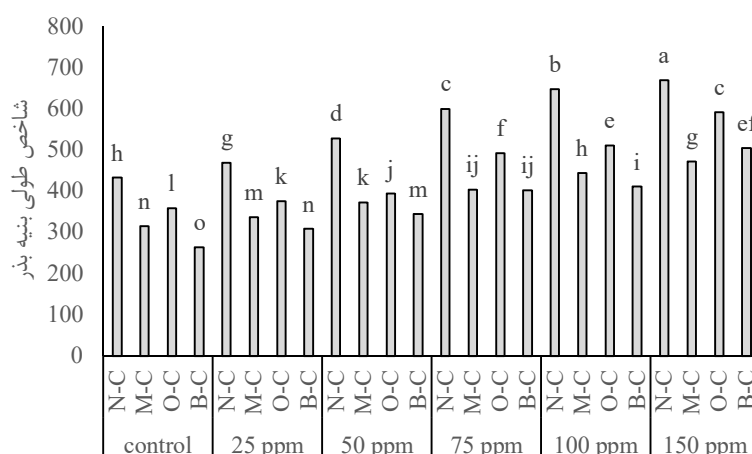
بقیه پوشش‌ها اثر مثبت معنی‌دار بیشتری روی این صفت داشته است که به ترتیب ۱،۹۵، ۲،۲۴، ۲،۳۸، ۲،۴۲، ۲،۵۶ و ۲،۶۴ میلی گرم بود (نمودار ۶).



نمودار ۶: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC- MC- OC- BC) به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد (عدم پوشش)) بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد.

اعمال تیمارهای پوشش‌دهی به ترتیب ۴۲۰، ۵۰۰، ۵۲۰، ۶۰۰، ۶۷۰ و ۷۰۰ بود. اگرچه اعمال هر سه تیمار پوشش‌دهی بذر با مواد معدنی، مواد آلی و بیولوژیک منجر به کاهش شاخص طولی بینه گیاهچه شدند اما در بذور پوشش‌دار شده آلی که در معرض اعمال تیمارهای هورمونال پرایمینگ با جیبرلین قرار داشتند مقادیر این صفت با افزایش غلظت جیبرلین به طور معنی‌داری افزایش نشان داد.

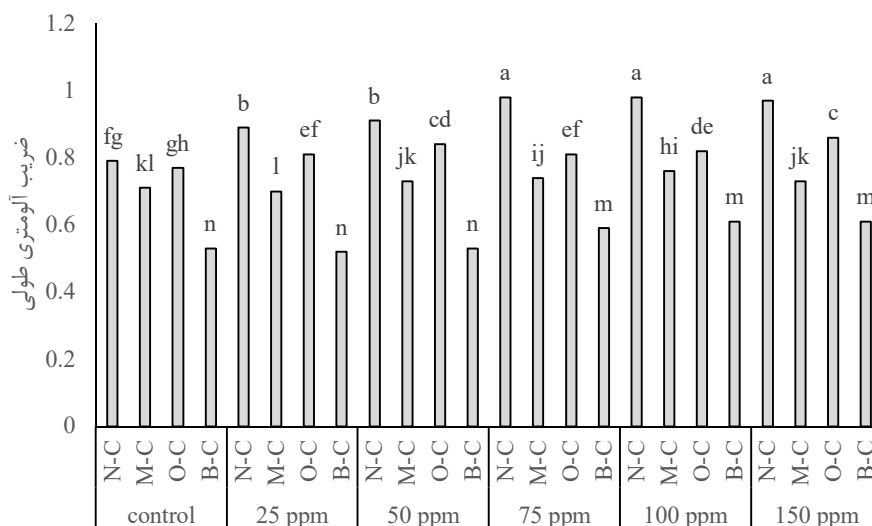
شاخص طولی بینه بذر (SVI): بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق اعمال تیمار فرمول پرایمینگ با جیبرلین اسید به ویژه در شرایط عدم اعمال تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر منجر به افزایش معنی‌دار شاخص بینه طولی گیاهچه گردید. این روند با افزایش غلظت جیبرلین به طور معنی‌دار افزایش یافت. مقادیر به دست آمده از این صفت در غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین در شرایط عدم



نمودار ۷: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC- MC- OC- BC) به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد (عدم پوشش)) بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد.

ضریب آلومتری در بیش‌ترین سطح شامل این سه تیمار بوده است. هم‌چنین با توجه به نمودار مشخص می‌گردد که سه تیمار پوشش زیستی در سطوح غلظتی شاهد، ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام نیز کم‌ترین مقدار ضریب آلومتری را به خود اختصاص دادند.

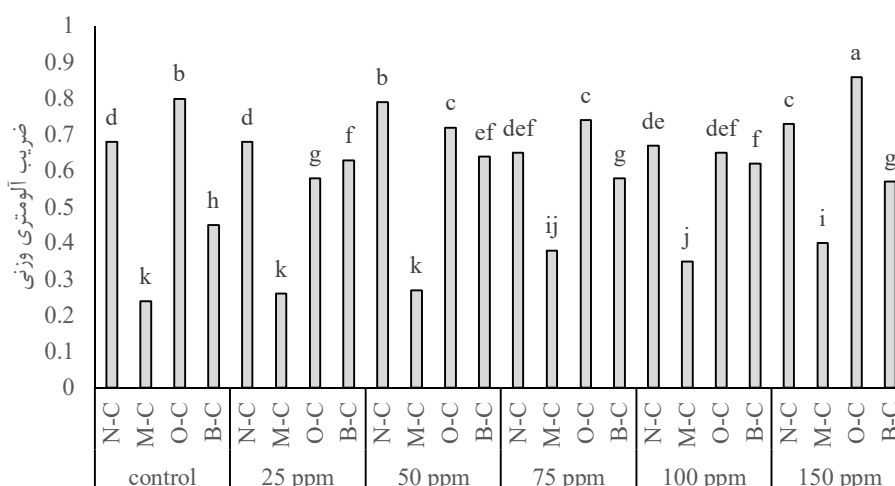
ضریب آلومتری طولی: با توجه به نمودار کاملاً مشهود است که در تمامی سطوح غلظتی جیبرلین در تیمارهایی که پوشش بر آن‌ها اعمال نشده است نسبت به تیمارهای پوشش‌دار شده ضریب آلومتری بالاترین را شامل شدند که این تیمارها در سه سطح غلظتی ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام دقیقاً یکسان عمل کردند و



نمودار ۸: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC- MC- OC- BC به ترتیب پوشش زیستی- پوشش آلی- پوشش معدنی- شاهد(عدم پوشش)) بر ضریب آلومتری طولی در سطح احتمال ۱ درصد.

پوشش آلی است. در مرحله بعدی می‌توان مشاهده کرد که دو تیمار جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام بدون پوشش با تیمار پوشش آلی که فاقد تیمار با جیبرلیک اسید بود یکسان عمل کرده است. کم‌ترین ضریب آلومتری وزنی مربوط به سه تیمار پوشش معدنی در سطح غلظتی شاهد، ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام بود که یکسان عمل کردند.

ضریب آلومتری وزنی: با انجام تجزیه واریانس بر روی داده‌های این آزمایش در خصوص ضریب آلومتری وزنی مشخص گردید که اثرات متقابل دو عامل هورمونال پرایمینگ با جیبرلین و پوشش‌دار کردن و نیز اثر هر دو عامل به تنهایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در نمودار مربوط به این صفت کاملاً مشخص است که بیش‌ترین ضریب آلومتری وزنی مربوط به تیمار ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین با



نمودار ۹: مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD هورمونال پرایمینگ با غلظت‌های مختلف جیبرلین توام با پوشش‌های (NC - MC- OC- BC به ترتیب پوشش زیستی - پوشش آلی - پوشش معدنی - شاهد (عدم پوشش)) بر ضریب آلودگی وزنی در سطح احتمال ۱ درصد.

نتیجه‌گیری کلی

شده بود روی صفات مختلف تأثیرات متفاوتی نیز نشان داده شد. پوشش‌دار کردن بذر ضمن اصلاح فرم بذر و یک‌دست و یک شکل کردن آن‌ها تمامی مواد مغذی مورد نیاز برای جوانه‌زنی را در اختیار بذر قرار می‌دهد. لذا انتظار می‌رود که بذر با بهره‌مندی سریع از این عناصر نسبت به بقیه بذرهای بهتر رشد و نمو کنند و از این طریق نیز توان رقابتی به دست آورند (دهشیری و همکاران، ۱۳۹۶). دراکثر صفات مورد مطالعه در این تحقیق دو پوشش زیستی و آلی نسبت به بقیه تیمارهای پوشش‌دهی اثر مثبت بیش‌تری نشان داد.

با توجه به نتایج حاصل شده از این تحقیق می‌توان بیان کرد که تیمارهای پیش از کاشت بذر از جمله پرایمینگ و پوشش‌دار کردن می‌توانند تأثیرات مثبت قابل توجهی بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ریحان داشته باشند. بارزترین این تحقیق روند خطی افزایشی اکثر صفات با افزایش غلظت‌های هورمون جیبرلین اسید به کار برده شده است. به طوری که بهترین نتایج مربوط به غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام این هورمون بود. تیمار دوم که پوشش‌دهی بذر بود با توجه به این که برای پوشش‌دار کردن از ترکیبات مختلف و متنوعی استفاده

References

- Afkari, 2012. Improving germination traits and indices of three ecotypes of savory (*Satureja hortensis* L.) by seed priming. *Plant Production and Genetics*, 3(1), pp.109-118.
- Afzal, I., Javed, T., Amirkhani, M. and Taylor, A.G. 2020. Modern seed technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. *Agriculture*. 10(11). p.526.
- Ai, F., Yin, X., Hu, R., Ma, H. and Liu, W. 2021. Research into the super-absorbent polymers on agricultural water. *Agricultural Water Management*. 245. p.106513.
- Dahshiri, Abbas, Zare and Shayanfar, 2017. Review article: Seed technology and its role in reducing water consumption. *Iranian Seed Sciences and Research*, 4(2), pp.123-133
- Demir, İ., Özden, E., Gökdaş, Z., Njie, E.S. and Aydin, M. 2020. Radicle emergence test predicts normal germination percentages of onion seed lots with different cultivars and genotypes. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 25(3). pp.434-442.

- Garzi, Omid, Heshmat and Bostani, 2019. The effect of priming treatments of *Stevia rebaudiana* seeds with salicylic acid, iron and zinc on some germination traits and photosynthetic pigments under drought stress. *Journal of Iranian Seed Research*, 6(2), pp.125-135.
- Ghiyasi, M., Siavash Moghaddam, S., Amirnia, R. and Damalas, C.A., 2019. Chemical priming with salt and urea improves germination and seedling growth of black cumin (*Nigella sativa* L.) under osmotic stress. *Journal of Plant Growth Regulation*. pp38:1170-1178.
- Hernández-García, J., Briones-Moreno, A. and Blázquez, M.A. 2021, January. Origin and evolution of gibberellin signaling and metabolism in plants. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 109, pp. 46-54). Academic Press.
- Ma, Y., 2019. Seed coating with beneficial microorganisms for precision agriculture. *Biotechnology advances*. 37(7). p.107423.
- Marthandan, V., Geetha, R., Kumutha, K., Renganathan, V.G., Karthikeyan, A. and Ramalingam, J. 2020. Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 21(21). p.8258.
- Mehrabi, Chai Chi, Tavakol Afshari and Rezaei, 2017. Studying the effect of seed coating on the emergence of wheat seedlings of Sardari cultivar under different levels of drought stress and planting depth in a pot experiment. *Iranian Seed Science and Technology*, 6(1), pp.49-56.
- Musapour, Feizian, Boalhassani, 2012. The effect of vermicompost and moisture stress on some characteristics of green basil (*Ocimum basilicum* L.) and postharvest soil. *Soil Research*, 36(2):177-191)
- Nouri, M. and Haddioui, A. 2021. Improving seed germination and seedling growth of *Lepidium sativum* with different priming methods under arsenic stress. *Acta Ecologica Sinica*. 41(1). pp.64-71.
- Pedram, A., Tajbakhsh, M., Fathollah Taleghani, D. and Ghiyasi, M. 2019. The effect of different seed primings on some quantitative and qualitative characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*. 13(49 (1). pp.39-56.
- Purba, J.H., Sasmita, N., Komara, L.L. and NESIMNASI, N. 2019. Comparison of seed dormancy breaking of *Eusideroxylon zwageri* from Bali and Kalimantan soaked with sodium nitrophenolate growth regulator. *Nusantara Bioscience*. 11(2).
- Rahimipour, Athena, Rostampour and Mohammad, 1400. The effect of hydroalcoholic extract of green basil leaves on pentylene tetrazole-induced seizures in male mice. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*, 30(2), pp.156-167.
- Rehman, A., Shahzad, B., Ullah, A., Nadeem, F., Tanveer, M., Sharma, A. and Lee, D.J. 2019. Seed Priming-Mediated Improvement of Plant Morphophysiology Under Salt Stress. *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings: Implication in Plant Stress Tolerance and Enhancing Productivity in Crop Plants*. pp.205-217.
- Rhaman, M.S., Imran, S., Rauf, F., Khatun, M., Baskin, C.C., Murata, Y. and Hasanuzzaman, M. 2020. Seed priming with phytohormones: An effective approach for the mitigation of abiotic stress. *Plants*. 10(1): p.37.
- Rocha, I., Ma, Y., Souza-Alonso, P., Vosátka, M., Freitas, H. and Oliveira, R.S. 2019. Seed coating: a tool for delivering beneficial microbes to agricultural crops. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1357.
- Saberi, Shahriari and Bozorgmehr, 2019. The effect of priming and salinity on the germination and growth of *Stipagrostis plumosa* seedlings. *Scientific Research Journal of Rangeland and Watershed Management*, 73(3), pp.513-524.
- Sadeghi, Sohrabi, S. O. Mordeh and Adel, 2012. Studying the effect of growth regulators on a number of growth parameters and secondary metabolites of two wheat cultivars under different moisture regimes. *Journal of Crop Production*, 15(1), pp.101-120.
- Sharifi Sirchi Gholamreza, 2016, The effect of macroalgae extract on the growth characteristics of tomato seedlings.
- Tavakol Afshari, Omid Ansari, Farzad Sharifzadeh and Ali Shayanfar, 2013. The role of priming in the process of storage material consumption and seed germination of mountain rye under salt stress. *Iranian Crop Sciences*, 44.
- Tuncturk, R., Kipcak, S., Ghiyasi, M. and Tuncturk, M. 2019. The determination of gibberellic acid effects on seed germination of *Echinacea purpurea* (L.) Moench under salt stress. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. 3(2): 101-105.
- Wang, G., Yang, Y., Kong, Y., Ma, R., Yuan, J. and Li, G. 2022. Key factors affecting seed germination in phytotoxicity tests during sheep manure composting with carbon additives. *Journal of Hazardous Materials*. 421: 126-809.