

دستورالعمل نگارش مقاله

فصلنامه تخصصی **تحقیقات بذر**، با دعوت از صاحب نظران و متخصصین، مقالات تحقیقی و مروری در زمینه مباحث مختلف بذر را می‌پذیرد.

مقاله‌هایی برای چاپ پذیرفته خواهد شد که متن کامل آن قبلاً در هیچ مجله یا نشریه‌ای منتشر نشده و نیز برای چاپ به سایر مجلات ارایه نگردیده باشد. مقالات ارسالی به زبان فارسی، ولی چکیده باید به هر دو زبان فارسی و انگلیسی تهیه شود. در مقالاتی که دارای چند مولف هستند، ترتیب اسامی و حقوق مولفین بر عهده ارسال کننده مقاله خواهد بود. مسئولیت هر مقاله از نظر علمی بر عهده نویسنده(گان) خواهد بود. مجله در رد یا قبول و حک و اصلاح مقالات آزاد است.

مقاله تحقیقی، مقاله‌ای حاصل تحقیق و مستند به نتایج پژوهش‌های انفرادی یا جمعی می‌باشد و مقاله مروری شامل ارزیابی و نقد نوشته‌هایی است که در مجلات و کتب مختلف علمی در همان زمینه به چاپ رسیده باشد. در این نوع مقالات، نویسنده کارهای پژوهشی گذشته را جهت روشن شدن وضعیت فعلی مسئله، طرح و مورد بررسی قرار داده و بعد ارتباطات، تناقض‌ها و محدودیت‌های موجود را بیان نموده و سرانجام پیشنهادات خود را ارایه می‌نماید. هر مقاله تحقیقی باید دارای عنوان، چکیده فارسی، واژه‌های کلیدی به زبان فارسی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، منابع، چکیده انگلیسی و واژه‌های کلیدی به زبان انگلیسی باشد و اصول زیر در آن رعایت گردد:

- عنوان مقاله باید کوتاه و گویا باشد و از ۱۵ واژه تجاوز نکند.
- هر مقاله باید دارای یک برگ مشخصات نویسندگان مقاله شامل نام و نام خانوادگی نویسنده(گان)، مرتبه علمی و نشانی به هر دو زبان فارسی و انگلیسی، شماره تلفن و فاکس و پست الکترونیکی باشد.
- چکیده باید محتوای مقاله را بازگو نماید و با تاکید بر روش‌ها، نتایج و اهمیت کاربرد نتایج بوده و تمام آن در یک پاراگراف و حداکثر در ۱۵ سطر (حداقل ۱۵۰ تا حداکثر ۲۵۰ واژه) نوشته شود و چکیده انگلیسی باید ترجمه کامل چکیده فارسی باشد.
- واژه‌های کلیدی در ۳ تا ۵ واژه و بلافاصله بعد از چکیده‌های فارسی و انگلیسی آورده شود.
- مقدمه باید شامل طرح مسئله، سوابق کار و توجیه اهمیت تحقیق باشد و اهداف مطالعه به‌طور شفاف در انتهای مقدمه بیان شود.
- مواد و روش‌ها شامل شیوه اجرای پژوهش، نحوه انجام سنجش‌ها، وسایل کار، طرح آماری، نحوه داده‌سازی که به‌طور مشخص و روشن بیان می‌شود.
- نتایج و بحث شامل درج یافته‌های تحقیق، بحث مستدل (با مرجع)، نتیجه‌گیری و به صورت شکل‌ها یا نمودارها، جداول و عکس بیان شود. نتایج و بحث را می‌توان با هم و یا جداگانه تدوین نمود. از تکرار ارائه داده‌ها به هر نحوه و به صورت شکل‌ها و جداول، منحنی یا نمودار (به استثنای نقشه) جلوگیری شود.
- در صورت ضرورت، تشکر و قدردانی از موسسات و افراد در قالب "سپاسگزاری" و قبل از منابع بیان شود.
- نوع قلم در تمامی موارد فارسی لوتوس و انگلیسی Times New Roman، فونت عنوان مقاله ۱۴ بولد، نام و نام خانوادگی افراد ۱۲ بولد و آدرس نویسندگان ۱۲، چکیده ۱۲، تیتراهای متن ۱۴ بولد، متن‌های اصلی ۱۲، فاصله خطوط ۱/۳ و فاصله از راست ۳ و چپ ۲ سانتی‌متر و از بالا ۳ و پایین ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
- منابع به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نویسندگان و نام سازمان‌ها باشد و از ارجاع منابع با عنوان "بی‌نام" خودداری گردد.
- منبع مورد استفاده ممکن است کتاب، مقاله و یا نشریه باشد. در مورد کتاب باید نام نویسنده (گان)، سال انتشار، عنوان کتاب، ناشر و محل انتشار و تعداد کل صفحات آورده شود.

- Sumerfield, R.T. and Roberts, E.H. 1985. Grain legume crops. Mackays of Chatham. Kent. London. p480.
- Archer, T.L. and Bynm, Jr. E.D. 1992. Economic injury level for the Russian wheat aphid (Hom. Aphididae) on dryland winter wheat. J. Ecom. Entomol. 85: 985-992.
- Khanna-Chopra, R. and Sinha, S.K. 1988. What limits the yield of pulses? Plant process of plant type P68 – 278, In: Sinha, S.K., P.V. Sane, S.E. Bhargara and P.R. agrawal (eds), proceeding of the international congress of plant physiology, society for plant physiology, society for plant physiology and Biochemistry, New Delhi, India.
- Bande-Hagh, A., Toorchi, M., Mohammadi, A., Chaparzadeh, N., Salekdeh G.H. and Kazemnia, H. 2008. Growth and osmotic adjustment of canola genotypes in response to salinity. J. Food Agric. and Environ, 6(2): 201-208.
- Akramghaderi, F., Kamkar, B. and Soltani, A. 2008. Seed Science and Technolog. Press. Jahad daneshgahi Mashad. p. 512.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. and Exp. Botany, 59: 206-216.

۱۳) اگر منبع نشریه چاپ شده با نام یک موسسه است، باید شامل نام موسسه، سال انتشار، عنوان نشریه و محل انتشار باشد.

۱۴) برای ارجاع به منابع در متن تنها نام خانوادگی نویسندگان و سال انتشار منبع به زبان انگلیسی نوشته شود. اگر تعداد نویسندگان بیش از دو نفر باشد، فقط به ذکر نام خانوادگی نویسنده اول و سپس "et al.".

۱۵) فهرست نویسی منابع: مشخصات تمام منابع استفاده شده در متن شامل منابع فارسی و غیرفارسی به انگلیسی ترجمه شوند و دقیقاً براساس فرمت مجله نوشته شوند. سال انتشار تمام منابع بر حسب سال میلادی نوشته شود.

۱۶) همه منابع مندرج در فهرست منابع، قبلاً در مقدمه و مواد و روش‌ها به‌عنوان سابقه تحقیق با ذکر نتایج مرور شده باشد تا در بحث مستدل و نتیجه‌گیری، امکان استناد به آنها فراهم شود.

۱۷) از به کار بردن کلمات خارجی غیر از اسامی علمی در متن خودداری و در صورت نبودن معادل فارسی فراگیر، آنها را به فارسی نوشته و اصل کلمه با ذکر شماره‌های بدون پرانتز در قسمت بالا و در سمت چپ کلمه، به زیرنویس در همان صفحه ارجاع داده شود.

۱۸) اسامی علمی (جنس و گونه، گیاهان، جانوران) در تمام مقاله با حروف ایتالیک یا مورب تایپ شوند.

۱۹) عناوین جدول‌ها در بالا و عناوین شکل‌ها در زیر آنها نوشته شود. از به کار بردن عنوان‌هایی مانند نمودار، عکس و نقشه، خودداری و آن‌ها با عنوان "شکل" درج شوند. همه اعداد، واحدها و مقیاس‌ها در جدول‌ها و شکل‌ها و سایر قسمت‌های مقاله باید به فارسی و بر اساس سیستم متریک باشد.

۲۰) متن مقاله باید به صورت یک ستون، یک خط در میان و با رعایت حاشیه ۲/۵ سانتی‌متر از لبه‌ها، تایپ شده باشد و حداکثر در ۱۲ صفحه به سایت مجله ارسال شود. تایپ مقالات در نرم‌افزار Word میکروسافت الزامی است.

۲۱) نسخه اصل شکل‌ها پس از داوری اولیه به همراه مقاله اصلاح شده ارسال گردد. ممکن است برای چاپ، شکل‌ها کوچک تر شوند، بنابراین نوشته‌ها و اعداد روی شکل‌ها باید درشت و کاملاً خوانا باشد.

۲۲) عکس‌ها باید دارای مقیاس باشند و در صورت اقتباس از منبع دیگر باید ذکر گردد.

۲۳) مسئول مکاتبه هر مقاله لازم است توسط نویسندگان مقاله قبل از ارسال به این دفتر مشخص گردد. لذا هرگونه مسئولیتی در رابطه با مقاله مربوط به شخص مکاتبه کننده است.

۲۴) دانشجویان دوره کارشناسی‌ارشد و دکترا لازم است قبل از ارسال مقاله هماهنگی و مشاوره لازم در خصوص مقاله را با استاد راهنما حتماً به عمل آورند.

۲۵) مقالات فقط از طریق پست الکترونیکی و به آدرس seedresearch@gorganiau.ac.ir ارسال گردد

فهرست مقالات

- اثر پیش تیمارهای هورمونی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گونه‌های *Lolium prene* L. *Lolium rigidum* Gaudin. رقیه حبیب‌زاده، جلال محمودی، بهرام ناصری ۲
- تأثیر عصاره سان‌همپ (*Cortalaria juncea*) فرموله شده با نانوذره کیتوزان بر جوانه‌زنی برخی از علف‌های هرز فاطمه احمدنیا، علی عبادی، مسعود هاشمی، اکبر قویدل، محمدتقی آل‌ابراهیم ۱۲
- اثر جیبرلیک اسید بر روند تغییرات مصرف مواد ذخیره‌ای و جوانه‌زنی بذر تریتیکاله تحت تنش شوری ابوالفضل رشیدی رضاآباد، سمانه مهرآفرید، خداداد شعبانی، امید انصاری ۲۹
- بررسی اثر بازدارندگی عصاره‌های آبی و فرموله شده علف‌هرز تلخه (*Acroptilon repens* L.) با کیتوزان بر جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار (*Secale cereale* L.) محمدتقی آل‌ابراهیم، امیر حاج‌زاده، فاطمه احمدنیا، لیلی نباتی سوها ۳۹
- تأثیر کاربرد محلول‌پاشی عناصر روی و آهن روی گیاه مادری کینوا تحت تنش کم‌آبی بر جوانه‌زنی و رنگیزه‌های فتوسنتزی بذور حاصل از آن نسیم پاکباز، حشمت امید، حسنعلی نقدی بادی، امیر بستانی ۵۵
- اثر اسپرمیدین بر تحمل به سرمای بذور خیار در مرحله تکمیل جوانه‌زنی محمد سلیمانی، مصطفی مبلی، علی اکبر رامین، لیلا اصلانی ۷۲



Effect of hormonal pretreatments on seed germination characteristics of *Lolium rigidum* Gaudin. and *Lolium prene* L.

Roghayeh Habibzadeh¹, Jalal Mahmoudi^{2*}, Bahram Nasery³

¹ M.Sc student Range management, Nour branch, Islamic Azad University, Nour, Iran, Email: sjdhhbibzadeh@gmail.com

² Associate professor, Nour branch, Islamic Azad University, Nour, Iran, Email: j_mahmoudi2005@yahoo.com

³ Expert Forest and Range Organization, Nour, Iran, Email: B_nasery2000@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-8-16
Revised: 2022-9-1
Accepted: 2022-9-16

Keywords:
Priming
Germination
Lolium rigidum Gaudin.,
Lolium prene L.

ABSTRACT

In order to investigate the effect of gibberellic, ascorbic, salicylic acid pretreatments on the germination of *Lolium prene* L., *Lolium rigidum* Gaudin species. An experiment was designed in the laboratory of the Caspian Forest Seed Center. This research was conducted with the treatment of gibberellic acid with concentrations of 125, 250 parts per million for 24 hours and ascorbic acid with concentrations of 100, 200, 300 mg/liter and salicylic acid with concentrations of 200, 300, 400 mg/liter for a period of 24 hours. The time was 12 hours in the form of a completely random design with 3 repetitions. In addition, distilled water was considered as control treatment. In this experiment, traits such as germination percentage, germination speed, germination value and seed germination index were evaluated. The results of analysis of variance and mean comparison showed that there is a significant difference between the treatments in terms of germination percentage, germination speed, germination value and germination index at the level of 1% and priming increases the germination percentage and germination speed. , germination value and germination index. As a result, gibberellic, ascorbic, and salicylic acid treatments as suitable pretreatments significantly increased the seeds of *Lolium rigidum* Gaudin species. and *Lolium prene* L. are in the germination stage, and ascorbic acid treatment at a concentration of 300 mg/liter caused better germination compared to other treatments.

Cite this article: Aghavaysi, Gh., Fayaz, F., Pasari, B. (2022). Effect of hormonal pretreatments on seed germination characteristics of *Lolium rigidum* Gaudin. and *Lolium prene* L. *Seed Research*, 12 (4), 1-10.



©The author(s)

Doi: 10.30495/jsr.2023.1981390.1250

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

تحقیقات بذر

شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۲۵۲



اثر پیش تیمارهای هورمونی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی

بذر گونه‌های *Lolium prene* L.، *Lolium rigidum* Gaudin.

رقیه حبیب‌زاده^۱، جلال محمودی^{۲*}، بهرام ناصری^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، نور، ایران، رایانامه: sjdhhbzadeh@gmail.com

^۲دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، گروه منابع طبیعی، نور، ایران، رایانامه: j_mahmoudi2005@yahoo.com

^۳کارشناس ارشد مرکز بذر جنگلی خزر، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، رایانامه: b_nasery2000@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	به منظور بررسی اثر پیش تیمارهای جیبرلیک، اسکوربیک، سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی
مقاله کامل علمی	گونه‌های <i>Lolium rigidum</i> Gaudin.، <i>Lolium prene</i> L. آزمایشی در آزمایشگاه مرکز بذر جنگلی خزر طراحی شد. این تحقیق با تیمار جیبرلیک اسید با غلظت‌های ۱۲۵، ۲۵۰ قسمت در میلیون مدت زمان ۲۴ ساعت و اسکوربیک اسید با غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مدت زمان ۱۲ ساعت در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. ضمناً آب مقطر به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. در این آزمایش صفاتی از قبیل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد و پرایمینگ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی می‌شود. در نتیجه تیمارهای جیبرلیک، اسکوربیک، سالیسیلیک اسید به‌عنوان پیش تیمارهای مناسب باعث افزایش معنی‌داری بذرهای گونه‌های <i>Lolium rigidum</i> Gaudin. و <i>Lolium prene</i> L. در مرحله جوانه‌زنی می‌شوند و تیمار اسکوربیک اسید در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب جوانه‌زنی بهتری در مقایسه با سایر تیمارها شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۲۵	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۶/۱۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۵	
واژه‌های کلیدی:	
پرایمینگ	
جوانه‌زنی	
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin. <i>Lolium prene</i> L.	

استاد: حبیب‌زاده، رقیه؛ محمودی، جلال؛ ناصری، بهرام. (۱۴۰۱). اثر پیش تیمارهای هورمونی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گونه‌های *Lolium prene* L.، *Lolium rigidum* Gaudin. تحقیقات بذر، ۱۲ (۴)، ۱-۱۰.

Doi: 10.30495/jsr.2023.1981390.1250

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسنده‌گان.



مقدمه

مشاهده شده است که سالیسیلیک اسید بر سیستم‌های گیاهی اثرهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گوناگونی دارد که شامل جذب یون، نفوذپذیری غشا، انتقال مواد و سرعت رشد می‌باشد (Senaratna, T., 2003). همچنین سالیسیلیک اسید باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها می‌گردد (Shakirova, F.M. and Sahabutdinova, D.R., 2003). براساس مطالعات مشخص شده که سالیسیلیک اسید موجب بهبودی تعدادی از تنش‌های غیر زنده مثل تنش گرمایی در گیاه خردل (Dat, J.F., 1998) و فویر (Foyer, C.H. and Scott, I.M., 1998) در گیاهان مختلف شده است (Kang, H.M., and Saltvet, M.E., 2002; Tasgin, E., Atic, O. and Nalbantoglu, B., 2003). اسید جیبرلیک به‌عنوان تحریک کننده‌ای قوی و موثر در جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر در گونه‌های مختلف گیاهی پذیرفته شده است (Fathi and Esmailpour, 2000).

اسید آسکوربیک (ویتامین C) و ویتامین آنتی‌اکسیدانت محلول در آب است که اثرات سوء حاصل از رادیکال‌های آزاد بذر را از بین می‌برد و سبب افزایش جوانه‌زنی می‌شود (McDonald, M.B., 2004). همچنین Tavitl et al., (2009) در مطالعاتی که به بررسی اثرات پیش تیمارهای مختلف از جمله اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی بذر *Agropyron elongatum* پرداختند به این نتیجه دست یافتند که اسید آسکوربیک بهترین پیش تیمار با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد، Hakimi and Hamada (2002) نیز به این نتیجه دست یافتند.

صابری و طویلی در سال (Saberi and Tavili, 2009) در تحقیقات خود بر روی بذر *puccinellia distance* اشاره داشتند که اسید جیبرلیک با غلظت ۲۵۰ ppm سبب افزایش جوانه‌زنی می‌شود. همچنین

جوانه‌زنی یک مرحله حیاتی در چرخه زندگی گیاهان زراعی و خودرو است و اغلب باعث کنترل جمعیت آنها می‌شود (Keller, M. & J. Kollmann, 1999). پرایمینگ بذر (Seed Priming) به‌طور گسترده و توسعه یافته، جهت اصلاح جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه در گستره زیادی از گیاهان استفاده می‌شود (McDonald, 2000). پرایمینگ بذر یکی از روش‌های فیزیولوژیکی بهبود جوانه‌زنی به حساب می‌آید که سبب تسریع فرایندهای جوانه‌زنی بذرها می‌شود. طی این روش انتقال مواد ذخیره‌ای، فعال‌سازی و سنتز RNA و DNA، تولید ATP و بهبود غشای سیتوپلاسمی در بذرها آغاز می‌شود (Hosseini & Koocheki, 2007). پرایمینگ با اصلاح سلول‌های زوال یافته در فرایند جوانه‌زنی (Bray, 1995) باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شود (Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennett, M.A., Bradford, K.J., Burnis, J.S., Misira, M.K., 1998). گونه‌های علفی *Lolium rigidum Gaudin.* و *prenne L* از خانواده گندمیان می‌باشند. *Lolium rigidum Gaudin.* در مدیترانه، آسیای مرکزی، شمال آفریقا، شمال و جنوب آمریکا و استرالیا و در ایران در کرمانشاه، گرگان، مازندران، بلوچستان و اردبیل (Jouri, M.H., 2010) و گونه *Mahdavi, M., 2010* و گونه *Lolium Prenne L.* به‌صورت طبیعی در ارتفاعات ۳۰۰۰-۴۰۰۰ متر هیمالیا در اروپا، مدیترانه، آسیای مرکزی، آفریقا و آمریکا و در ایران البرز، غرب، مرز شرق و جنوب غربی پرکنش دارند این گراس‌ها چراگاه و علفزار خوبی برای گوسفندان و سایر دام‌ها مهبامی سازند (Karimi, H., 2001; Jouri, M.H., Mahdavi, M., 2010). جوانه‌زنی این گونه‌ها به‌دلیل داشتن خواب فیزیولوژیکی به سختی صورت می‌گیرد، لذا می‌بایستی به‌منظور شکستن آن از تیمارهای مناسب استفاده نمود.

تیمار در بذرهاى گونه لولیوم یاچچم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی بر دو گونه *Lolium rigidum* Gaudin و *Lolium prene* L. به ترتیب بنام‌های چچم سخت و چچم دائمی با اعمال تیمار شیمیایی بر دو گونه مذکور انجام شد. بذر گونه‌های یاد شده از بانک ژنی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهیه و آزمایش در آزمایشگاه مرکز بذر جنگلی خزر انجام گردید. لازم به توضیح است که در تمامی آزمایشها تلاش شده به منظور افزایش دقت و کاهش خطا بذریابی انتخاب شوند که از قوه نامیه و سلامتی مناسب و اندازه یکنواخت بهره مند باشند. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد.

محمودی و همکاران (Mahmoudi et al., 2022) در نتایج تحقیقات خود به اثرات مطلوب پیش تیمار اسید جیبرلیک بر روی جوانه‌زنی بذر شبدر ایرانی و شکست خواب این بذر اشاره کردند. اسید جیبرلیک به عنوان تحریک کننده ای قوی و موثر در جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر در گونه‌های مختلف گیاهی پذیرفته شده است (Fathi and Esmailpour, 2000). پناهی و همکاران (Panahi et al., 2018) در مطالعات انجام داده بر روی بذر بابا آدم (*Arctium Lappa*) توسط پیش تیمار اسید جیبرلیک به افزایش جوانه‌زنی بذر تا سطح ۹۷/۷۸ درصد و تاثیر معنی‌دار آن در شکست خواب بذر اشاره کردند. هدف از این پژوهش مطالعه تاثیر تیمارهای سالیسیلیک اسید، جیبرلیک اسید و آسکوربیک اسید بر برخی از ویژگی‌های مرتبط با جوانه‌زنی و تعیین بهترین پیش

تیمار	غلظت	سطح زمانی
اسید سالیسیلیک	۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ میلی گرم در لیتر	۱۲ ساعت
اسید آسکوربیک	۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی گرم در لیتر	۱۲ ساعت
اسید جیبرلیک	۱۲۵، ۲۵۰ قسمت در میلیون	۲۴ ساعت
آب مقطر (شاهد)		

شدند که حداقل رشد جنین آن به اندازه ۲ میلی‌متر بود (Ghaderi, Soltani, Miry, 2008; Tavili, Zare, 2010; Moosavi, Enayati, 2010) و در پایان جوانه‌زنی، ویژگی‌های جوانه‌زنی همچون درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر مورد ارزیابی قرار گرفتند. درصد جوانه‌زنی (Camberato and Mccarty, 1999) و سرعت جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی (Khan and Gulzar, 2003) و شاخص بنیه بذر (Abdulkaki and Anderson, 1975) بر اساس روابط زیر بدست آمدند:

برای انجام آزمایش جوانه‌زنی، بذرها در ۴ تکرار ۲۵ تایی بر روی کاغذ صافی (Top of paper) در پتری دیش کاشته شده (Azarnivand, Ghorbani, 2004; Jafari, 2004; Azarnivand, and Jafarian jolodar, 2004) و پس از تعیین غلظت و مدت زمان مناسب تحت تیمارهای شیمیایی مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌های بذر پس از کشت، به داخل ژرminatور با دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شده (Chuanren, Bochu, Wanqian, Jing, Jie, Huan, 2004) و جوانه‌زنی به‌طور مرتب در هر ۲۴ ساعت کنترل می‌گردید و بذوری به‌عنوان جوانه زده محسوب

GP = $\sum G / N * 100$ درصد جوانه‌زنی		
GR = $\sum (G/t)$ سرعت جوانه‌زنی		
GV = MDG * PV ارزش جوانه زنی		
VI = GR% * MSH / 100 شاخص بنیه بذر		
درصد جوانه‌زنی: GP	تعداد بذرهای جوانه زده: $\sum G$	تعداد کل بذر: N
سرعت جوانه‌زنی: GR	بذور جوانه زده در هر روز: G	روز شمارش: T
ارزش جوانه زنی: GV	میانگین جوانه زنی روزانه: MDG	ماکزیم میانگین جوانه زنی روزانه: PV
شاخص بنیه بذر: VI	در صد جوانه‌زنی: GP%	MSH: (ریشه‌چه + ساقه‌چه)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف پرایمینگ روی جوانه‌زنی گونه‌های *Lolium rigidum Gaudin* و *Lolium prene L.* از نظر تاثیرگذاری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).

سرانجام داده‌های مربوط به تیمارهای شیمیایی در گونه‌های *Lolium* با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه آنالیز واریانس دو طرفه قرار گرفتند.

نتایج

اثر تیمارهای شیمیایی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی دو گونه *L. Lolium prene* و *Lolium rigidum Gaudin*.

جدول ۱- جدول آنالیز و تجزیه واریانس گونه‌ها تحت تیمار اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک و اسید جیبرلیک

F						
تیمار	منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی	شاخص بنیه‌بذر
	غلظت	۳	۶۴/۵۰۶**	۲۷۵/۴۲**	۱۳/۶۱۳**	۷۲/۶۴۷**
اسید سالیسیلیک	گونه	۱	۴۴/۳۵۸**	۳۰۹/۵۵۴**	۶۶/۴۴**	۱۰۲/۱۸۳**
	گونه x غلظت	۳	۲۶۶/۲۲۲**	۲۰۵/۳۶**	۵۷/۲۹۴**	۵۸/۷۲۳**
	غلظت	۳	۶/۴۴**	۲۴۶/۷۴۴**	۶۶/۵۳۶**	۴۲/۴۱۹**
اسید آسکوربیک	گونه	۱	۸/۰۳**	۱۹/۵۹۶**	۱۰/۳۵۸**	۲۴/۹۷**
	گونه x غلظت	۳	۱۰/۶۲**	۱۴/۵۲۴**	۷/۰۳۳**	۴۰/۶۶۸**
	غلظت	۲	۶۵/۰۲۱**	۲۶۵/۰۲۱**	۱۱۴/۵۰۹**	۱۰/۱۵۴**
اسید جیبرلیک	گونه	۱	۲۳/۰۵۷**	۴۸/۹۲۵**	۲۲/۱۳۵**	۱۱/۵۴۰**
	گونه x غلظت	۲	۲۵/۲۰۳**	۴۰/۸۳۱**	۱۷/۵۱۸**	۲۷/۳۹۸**

(۳۶ درصد) و سرعت جوانه‌زنی ۳/۴۳ بذر در روز و ارزش جوانه‌زنی ۰/۵ و شاخص بنیه بذر ۲۷/۷۸ در مقایسه با سایر تیمارها را در برداشته است. گونه *Lolium prene L.* تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۰ درصد) و سرعت جوانه‌زنی ۶/۱۲ بذر در روز و ارزش جوانه‌زنی ۴/۴۴ و شاخص بنیه بذر ۶۹/۳۳ در

بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی *Lolium rigidum* و *Lolium prene L. Gaudin* تحت تیمارهای شیمیایی

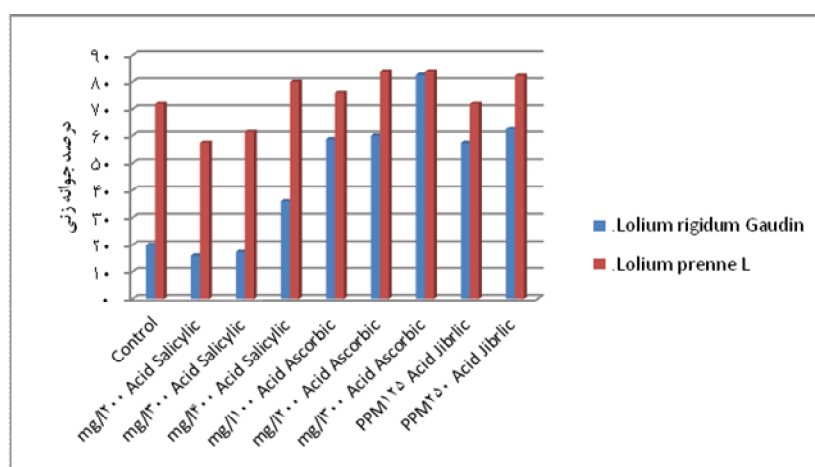
اسید سالیسیلیک: مقایسه میانگین‌های حاصل از آزمون دانکن (جدول ۱) نشان می‌دهد در گونه *Lolium rigidum Gudin* تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین درصد جوانه‌زنی

(جدول ۱).

اسید جیبرلیک: اسید جیبرلیک تاثیر معنی داری بر درصد، سرعت، ارزش جوانه‌زنی و شاخص بینه بذر گونه‌های *Lolium rigidum Gaudin* و *Lolium prene L.* داشت. تیمار اسید جیبرلیک در غلظت ۲۵۰ ppm بیشترین درصد و سرعت و ارزش جوانه‌زنی و شاخص بینه بذر را در گونه‌های *Lolium rigidum* در پی داشتند. در گونه *Lolium Gaudin* درصد جوانه‌زنی (۲۰ درصد)، سرعت جوانه‌زنی ۲/۵۳ بذر در روز، ارزش جوانه‌زنی ۰/۲، شاخص بینه بذر ۲۰/۰۸ در شاهد به (۶۲/۶۶ درصد)، ۱۴/۷۹ بذر در روز، ۱۴/۷۹، ۶۵/۰۳ و در گونه *Lolium prene L* از ۷۲ درصد، ۵/۲۱ بذر در روز، ۲/۹۳، ۶۰/۳۳ در شاهد به (۸۲/۳۳ درصد)، ۱۰/۱۱ بذر در روز، ۴/۱۱، ۷۴/۶۴ در غلظت ۲۵۰ ppm افزایش یافتند.

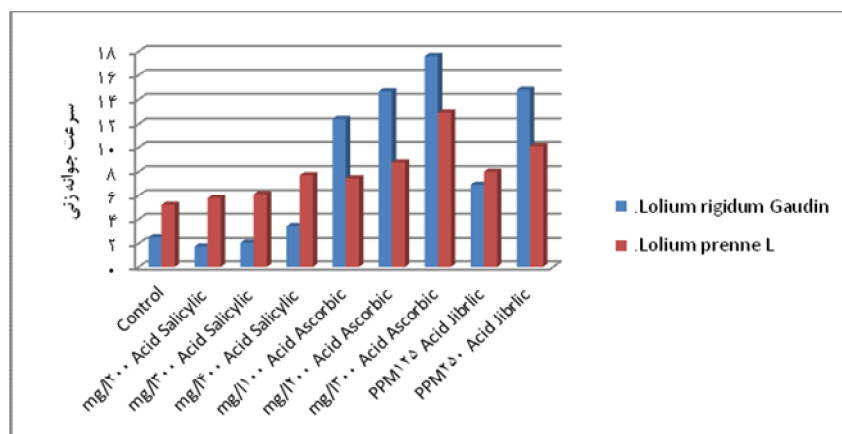
مقایسه با سایر تیمارها در بر داشته که شاهد افزایش در ویژگی‌های جوانه‌زنی دو گونه نسبت به شاهد هستیم (جدول ۱).

اسید آسکوربیک: این اسید سبب افزایش درصد، سرعت، ارزش جوانه‌زنی و شاخص بینه بذر به ترتیب در گونه *Lolium rigidum Gudin* از (۲۰ درصد)، ۲/۵۳ بذر در روز، ۰/۲، ۲۰/۰۸ در شاهد به (۸۲/۶۶ درصد)، ۱۷/۶۳ بذر در روز، ۱۲/۱۵، ۸۷/۹۴ در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم درلیتر و در گونه *Lolium prene L.* از (۷۲ درصد)، ۵/۲۱ بذر در روز، ۲/۹۳، ۶۰/۳۳ در شاهد به (۸۴ درصد)، ۸/۹۴ بذر در روز، ۳/۷۴، ۷۶/۷۷ در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم درلیتر گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد، سرعت، ارزش جوانه‌زنی و شاخص بینه بذر حاصل از کاربرد اسید آسکوربیک بالاتر از سایر تیمارها می‌باشد

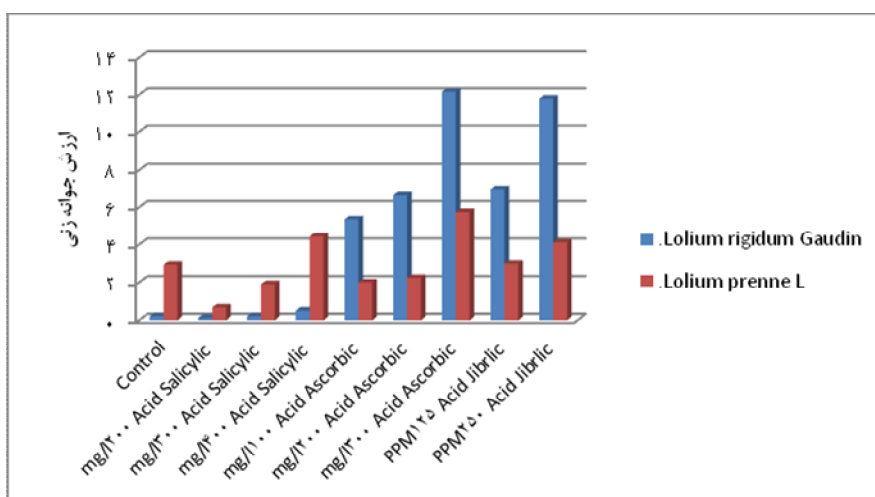


شکل ۱- مقایسه درصد جوانه‌زنی بذرهای *Lolium prene L.* و *Lolium rigidum Gaudin*.

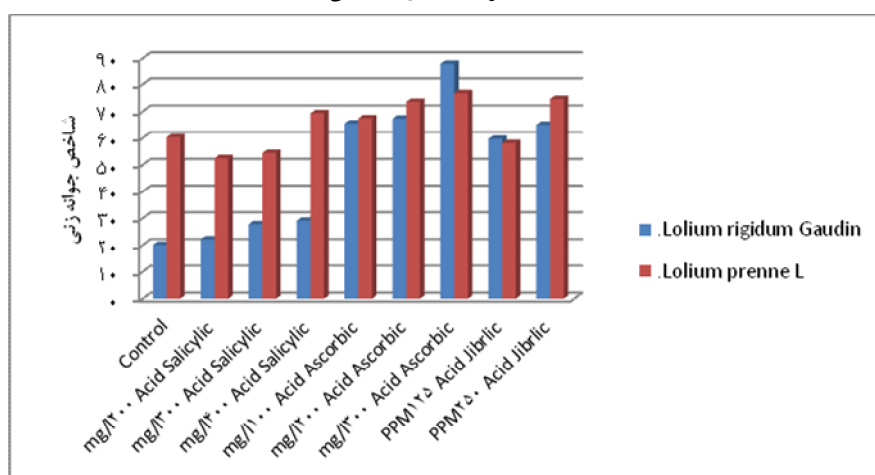
تحت تاثیر تیمارهای شیمیایی.



شکل ۲- مقایسه سرعت جوانه زنی بذرهای *Lolium rigidum Gaudin*. و *Lolium prene L*. تحت تاثیر تیمارهای شیمیایی.



شکل ۳- مقایسه ارزش جوانه زنی بذرهای *Lolium rigidum Gaudin*. و *Lolium prene L*. تحت تاثیر تیمارهای شیمیایی.



شکل ۴- مقایسه شاخص بذر *Lolium rigidum Gaudin*. و *Lolium prene L*. تحت تاثیر تیمارهای شیمیایی.

اثر پیش تیمارهای هورمونی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی... / رقیه حبیب‌زاده و همکاران

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف در دو گونه *Lolium rigidum* Gaudin. و *Lolium prene* L. تحت تیمارهای شیمیایی.

صفات				
اسیدسالیسیلیک	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	ارزش جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin.				
۰	۲۰/۰۰a	۲/۵۳abc	۰/۲abc	۲۰/۰۸abc
۲۰۰	۱۶/۰۰ac	۱/۷۶c	۰/۱۲۵b	۲۲/۱۸b
۳۰۰	۱۷/۳۳c	۲/۰۸ab	۰/۱۹۹ac	۲۷/۷۸ac
۴۰۰	۳۶/۰۰b	۳/۴۳a	۰/۵ ac	۲۹/۰۸a
<i>Lolium prene</i> L.				
۰	۷۲/۰۰abc	۵/۲۱ ab	۲/۹۳b	۶۰/۳۳bc
۲۰۰	۵۷/۳۳d	۵/۷۸b	۰/۶۶۶e	۵۲/۴۸b
۳۰۰	۶۱/۳۳ac	۶/۱۲d	۱/۹۰ d	۵۴/۴۲ d
۴۰۰	۸۰/۰۰ab	۷/۷۱b	۴/۴۴a	۶۹/۳۳a
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin.				
۰	۲۰/۰۰a	۲/۵۳abc	۰/۲abc	۲۰/۰۸abc
۱۰۰	۵۸/۶۶a	۱۲/۴۲a	۵/۳۶a	۶۵/۵۱a
۲۰۰	۶۰/۰۰c	۱۴/۶۷abc	۶/۶۳c	۶۷/۳۴de
۳۰۰	۸۲/۶۶ab	۱۷/۶۶b	۱۲/۱۵b	۸۷/۹۴e
<i>Lolium prene</i> L.				
۰	۷۲/۰۰abc	۵/۲۱ ab	۲/۹۳b	۶۰/۳۳bc
۱۰۰	۷۶/۰۰b	۷/۴۵b	۲/۰۰ a	۶۷/۴۸ab
۲۰۰	۸۴/۰۰ac	۸/۷۷b	۲/۲۳ ef	۷۳/۵۷b
۳۰۰	۸۴/۰۰d	۱۲/۹۴ a	۵/۷۴bc	۷۶/۷۷a
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin.				
۰	۲۰/۰۰a	۲/۵۳abc	۰/۲abc	۲۰/۰۸abc
۱۲۵	۵۷/۳۳e	۶/۹۳a	۶/۹۳a	۵۹/۷۱a
۲۵۰	۶۲/۶۶ab	۱۴/۷۹ba	۱۱/۷۹b	۶۵/۰۳cd
<i>Lolium prene</i> L.				
۰	۷۲/۰۰abc	۵/۲۱ ab	۲/۹۳b	۶۰/۳۳bc
۱۲۵	۷۲/۰۰ad	۸/۰۱b	۲/۹۹bc	۵۸/۱۵abc
۲۵۰	۸۲/۳۳ef	۱۰/۱۱d	۴/۱۱bc	۷۴/۶۴b

بحث

مختلف نظیر جیبرلیک، اسکوربیک و سالیسیلیک اسید در این امر بسیار موثر می‌باشند. در این تحقیق تاثیر سالیسیلیک اسید بر افزایش جوانه‌زنی گونه‌های *Lolium prene* L. و *Lolium rigidum* Gaudin. بررسی و نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات (Tasgin, Atic, Kang and Saltivet, 2002) (and Nalbantoglu, 2003) که نشان می‌دهند سالیسیلیک اسید محرک خوبی بر جوانه‌زنی است همخوانی دارد. اسید سالیسیلیک باعث افزایش ترشح برخی از هورمون‌های دیگر گیاهی نظیر شامل

پژوهشگران همواره در تلاش اند تا در مراتع علاوه بر بهره برداری متعادل و مستمر از گونه‌های با ارزش گیاهی، زمینه امکان تجدید حیات طبیعی آنها نیز فراهم شود تا بدین وسیله در حفظ و احیاء آنها اقدام شود. افزایش قدرت جوانه‌زنی، سرعت رشد و استقرار گیاهچه‌ها در مراتع از جمله عواملی هستند که باعث افزایش محصول می‌شود. بنابراین شناخت تأثیر مواد شیمیایی مختلف بر جوانه‌زنی گیاهان حائز اهمیت است. تیمارهای شیمیایی از جمله اسیدهای

دارد (McDonald, 2004). استفاده اسید جیبرلیک با غلظت ۲۵۰ppm موجب افزایش جوانه‌زنی شده که با مطالعات صابری و طویلی (۱۳۸۹) هماهنگی دارد.

نتیجه‌گیری کلی

براساس یافته‌های این پژوهش جوانه‌زنی بذرهای *Lolium prene L.* و *Lolium rigidum Gaudin.* نتیجه استفاده از تیمارهای مذکور افزایش یافته و تفاوت معنی داری بوده است. بیشترین تاثیر مربوط به غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آسکوربیک اسید بوده که این امر مبین مناسب بودن تیمار یاد شده در بین تیمارهای مورد استفاده بر بهبود جوانه‌زنی بذرهای *Lolium prene L.* و *Lolium rigidum Gaudin.* می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت و ارزش گونه‌های یاد شده پیشنهاد می‌شود به منظور افزایش جوانه‌زنی و کسب نتایج بهتر از دستاوردهای پژوهش حاضر استفاده گردد.

اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها (Shakirova and Sahabudinova, 2003) می‌شود. هورمون‌های گیاهی یاد شده در تحریک جوانه‌زنی موثر می‌باشند. براساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر به نظر می‌رسد افزایش اکسین در نتیجه تاثیر سالیسیلیک اسید در حدی است که افزایش جوانه‌زنی را در پی دارد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد آسکوربیک اسید با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در افزایش جوانه‌زنی تاثیر حائز اهمیتی دارد که با نتایج حاصل از (Hakimi and Hamada 2001, Tavili, Zare Enayati, 2009) مطابقت دارد. در خصوص علت تاثیر اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی و افزایش آن در مقایسه با حالت شاهد می‌توان به نقش آن در کاهش اثرات سوء حاصل از رادیکالهای آزاد بذر اشاره کرد. یکی از راه‌های مبارزه با رادیکال‌های آزاد حاصل از بذر، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله اسید آسکوربیک (ویتامین C) و توکوفرول (ویتامین E) است. ویتامین C یک ویتامین محلول در آب است و قابلیت واکنش و از بین بردن اثرات سوء حاصل از رادیکال‌های آزاد را

References

- Abdulbaki, A.A., and Anderson, J.D. 1975. Vigor determination in soybean seed by multiplication. *Crop Sci.* 3: 630-633.
- Azarnivand, H., Ghorbani, M., and Jafari, H. 2004. The effect on germination of grassland species (*Artemisia vulgaris*, *Artemisia scoparia*.) *J. Range and Desert Research.* 14(3): 358-352.
- Azarnivand, H., and Jafarian jolodar, Z. 2004. The Effect of Salinity Stress on Germination of two Species of *Agropyron*. *J. Desert.* 8(1): 52-62.
- Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during osmopriming of seed. In *Seed Development and Germination*, (eds J. Kigel and G. Galili), Marcel Dekker, Inc, New York. Pp: 767-789.
- Camberato, J. and Mccarty, B. 1999. Irrigation Water quality: part I. Salinity. *South Carolina Turfgrass Foundation New.* 6(2): 6-8.
- Chuanren, D., Bochu, W., Wanqian, L., Jing, C., Jie, L., and Huan, Z. 2004. Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of (*Echinacea angustifolia*) seeds. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 37: 101-105
- Dat, J.F., Foyer, C.H. and Scott, I.M. 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermotolerance in mustard seedlings. *Plants Physiol.* 118: 1455-1461.
- Fathi, Gh. and Esmailpour, B. 2000. Plant growth regulator, fundamental and application. Mashad jahad e Daneshgahi Press. 288 pp. (Translated in Persian).

- Hakimi, A.M.A.A. and Hamada, A.M. 2001. Counteraction of Salicylic acid stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. *Biol. Plant*, 44: 253-261.
- Ghaderi, A., Soltani, A., and Miry, A. 2008. The effect of Priming of temperature on seed germination in cotton. *J. Agri. Sci. and Natural Res*, 15 (3):44-51.
- Hosseini, A., and Koocheki, A. 2007. Effect of priming on seed germination and germination rate of sugar beet (*Beta Vulganis*) Cultivars.
- Jouri, M.H., and Mahdavi, M. 2010. Applied identification of rangeland plants. Press. Ayezh.P 436.
- Karimi, H. 2008. Culture of herb (plants, grass, medicinal, forage, pasture) and culture and their identity. Press. Agri. Sci. 7: 169 - 171.
- Kang, H.M. and Saltvet, M.E. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedlings leaves and roots are differently affected by salicylic acid. *Physiol. Plantarum*. 115: 571-576.
- Khan, M.A., and Gulzar, S. 2003. Light, salinity, and temperature effects on the seed germination of perennial grasses. *American Journal of Botany*. 90: 131-134.
- Keller, M. and Kollmann, J. 1999. Effect of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72: 87-99.
- Mahmoudi, J., Laliniat, Z., and Naseri, B. 2022. Effect of some treatments on seed germination characteristics of *Trifolium resupinatum*. *Journal of Seed Science and Technology*. 12(42).
- McDonald, M.B. 2000. Seed Technology and Its Biological Basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, PP. 287-325.
- McDonald, M.B. 2004. Orthodox seed deterioration and its repair. pp. 273-304 in beach- Arnold, R.L. and R.L. Sanchez, Handbook of seed physiology Food product press. Argentina.
- Panahi, F., and Arast, M. 2018. Study of seed dormancy breaking and germination characteristics in *Arctium Lappa*. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 7 (2).
- Saberi, M., and Tavili, A. 2010. Evaluation different priming treatments influences on *Puccinellia distans* germination characteristics. *Iranian journal of Range and Desert Research*, 17(1).
- Sakhabinova, A.R. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plants Physiology*, special Issue. 314-319.
- Senaratna, T., 2003. Acetyl Salicylic acid (Aspirin) and Salicylic acid induced multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regulation*. 30: 157-161.
- Shakirova, F.M. and Sahabudinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant science*. 164: 317-322.
- Tasgin, E., Atic, O. and Nalbantoglu, B. 2003. Effect of salicylic acid on freezing tolerance in winter wheat leaves. *Plant Growth Regul.* 41: 231-236.
- Tavili, A., Zare, S., and Enayati, A. 2009. Hydropriming Ascorbic and Salicylic Acid Influence on Germination of *Agropyron elangatum* Host. Seed under Salt Stress. *Research Journal of Seed Science* 2(1): 16-22.
- Tavili, A., Zare, S., Moosavi, S.M., and Enayati, A. 2010. Effects of Priming Techniques on Seed Germination and Early Growth Characteristics of *Bromus tomentellus* L. and *Bromus inermis* L. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(1): 104- 108.
- Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennett, M.A., Bradford, K.J., Burnis, J.S., and Misira, M.K. 1998. Seed enhancements. *Seed Science Research*. 8, 245-256.



The effect of Sunn hemp extract (*Crotalaria juncea*) formulated with chitosan nanoparticle on the germination of some weeds

Fatemeh Ahmadnia¹, Ali Ebadi^{2*}, Masoud Hashemi³, Akbar Ghavidel⁴,
Mohammad Taghi Alebrahim⁵

¹ PhD student plant physiology, Department of Production engineering and plant genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: F.ahmadnia@uma.ac.ir

² Professor, Department of Production engineering and plant genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: Ebadi@uma.ac.ir

³ Professor, Department of Soil Sciences, University of Massachusetts Amherst, Massachusetts, USA, Email: masoud@umass.edu

⁴ Associate Professor, Department Soil Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: Ghavidel@uma.ac.ir

⁵ Professor, Department of Production engineering and plant genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: m.t.alebrahim@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-8-6
Revised: 2022-9-6
Accepted: 2022-9-16

Keywords:
Chitin
Germination indices
Herbal extract
Nanoparticle
Weeds

ABSTRACT

Sunn hemp (*Crotalaria juncea*) is an allelopathic cover crop used for the physical control of weeds. In order to investigate the effect of Sunn hemp formulated extract with chitosan nanoparticles on the germination of some weeds, an experiment was carried out in 2021 at the Faculty of Agriculture and Natural Resources of Mohaghegh Ardabili University with three replications. The experimental treatments included weed species wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and extract concentration as zero (distilled water), 150 and 200 g/L. The results showed that Sunn hemp formulated extract with chitosan nanoparticles affected the germination percentage and related components in weed seeds. Also, the results indicated that with the increase in concentration (150 and 200 g/L respectively) the germination percentage of wild mustard seeds (20 and 44%, respectively) and pigweed seeds (6 and 12%, respectively) decreased compared to zero concentration. The results demonstrated that the wild mustard weed seed was more affected compared to the pigweed. Pearson's analysis showed a negative and significant effect of germination on time up to 25, 50 and 75%, mean germination time, and germination index. It also showed the positive and significant effect of germination on the coefficient of the velocity of germination, peak value, and germination value. The results emphasize the effect of Sunn hemp extract formulated with chitosan at a concentration of 200 g/L on the reduction of germination and its related components in wild mustard seeds.

Cite this article: Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., Ghavidel, A., Alebrahim, M.T. (2022). The effect of Sunn hemp extract (*Crotalaria juncea*) formulated with chitosan nanoparticle on the germination of some weeds. *Seed Research*, 12 (4), 11-27.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: 10.30495/jsr.2023.1988281.1257

تأثیر عصاره سان‌همپ (*Cortalaria juncea*) فرموله شده با نانوذره کیتوزان بر جوانه‌زنی برخی از علف‌های هرز

فاطمه احمدنیا^۱، علی عبادی^{۲*}، مسعود هاشمی^۳، اکبر قویدل^۴، محمدتقی آل‌ابراهیم^۵

^۱ دانشجوی دکتری گروه فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: F.ahmadnia@uma.ac.ir
^۲ استاد گروه فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: cbadi@uma.ac.ir
^۳ استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی استاک بریج، دانشگاه ماساچوست، ماساچوست، آمریکا، رایانامه: masoud@umass.edu
^۴ دانشیار گروه بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: ghavidel@uma.ac.ir
^۵ استاد گروه علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: m.t.alebrahim@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	سان‌همپ (<i>Crotalaria juncea</i>) یک گیاه پوششی دگرآسیب مورد استفاده به منظور کنترل فیزیکی علف‌های هرز است. به منظور بررسی تأثیر عصاره فرموله شده سان‌همپ با نانوذره کیتوزان بر جوانه‌زنی برخی از علف‌های هرز، آزمایشی در سال ۱۴۰۰ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل گونه علف‌های هرز خردل وحشی (<i>Sinapis arvensis</i> L.) و تاج خروس (<i>Amaranthus retroflexus</i>) و غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بود. نتایج نشان داد که عصاره سان‌همپ فرموله شده با نانوذره کیتوزان درصد جوانه‌زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن را در بذر علف‌های هرز تحت تأثیر قرار داد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش غلظت (به ترتیب ۴۴ درصد) و تاج خروس (به ترتیب ۶ و ۱۲ درصد) در مقایسه با غلظت صفر کاهش یافت. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در مقایسه با بذر تاج خروس بیشتر تحت تأثیر قرار گرفت. تجزیه و تحلیل پیرسون تأثیر منفی و معنی‌دار جوانه‌زنی بر زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی را نشان داد. همچنین تأثیر مثبت و معنی‌دار جوانه‌زنی بر ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر، حداکثر مقدار جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی را نشان داد. نتایج بر تأثیر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر بر کاهش جوانه‌زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن را در بذر خردل وحشی تأیید نمود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۵	
واژه‌های کلیدی: شاخص‌های جوانه‌زنی عصاره‌های گیاهی علف‌های هرز کیتین و نانوذرات	

استناد: احمدنیا، فاطمه؛ عبادی، علی؛ هاشمی، مسعود؛ قویدل، اکبر؛ آل‌ابراهیم، محمدتقی. (۱۴۰۱). تأثیر عصاره سان‌همپ (*Cortalaria juncea*) فرموله شده با نانوذره کیتوزان بر جوانه‌زنی برخی از علف‌های هرز. تحقیقات بذر، ۱۲ (۴)، ۲۷-۱۱.

Doi: 10.30495/jsr.2023.1988281.1257

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسنده‌گان.



مقدمه

در ارائه خدمات زیستی مانند سرکوب علف‌های هرز دارد (Cho et al., 2015). برخی از آمینو اسیدهای جداسازی شده از گیاه سان‌همپ گونه کروتا‌لاریا بیانگر خاصیت دگرآسیبی این گیاه هستند (Pant and Fales, 1974; Alder and Chase, 2007). در برخی از مطالعات بیان شده است که برگ‌های گیاه سان‌همپ حاوی اسیدآمینو غیرپروتئینی فیتوتوکسیک هیدروکسی نورلوسین^۲ هستند که می‌تواند موجب سرکوب علف‌های هرز شود (Javaid et al., 2015). با این حال رهاسازی غیرهدفمند ترکیبات دگرآسیب در بستر تولید محصولات کشاورزی و تأثیر عوامل متعدد محیطی می‌تواند موجب کاهش تأثیر این ترکیبات بر کنترل علف‌های هرز شود. استفاده از فناوری نانو به جهت ارائه هدفمند این ترکیبات در محیط می‌تواند یکی از روش‌های نوین، ایمن و مؤثر باشد (Maghsoodi et al., 2019; Elizabeth et al., 2019). در حقیقت نانوتکنولوژی ساخت ذراتی در مقیاس یک تا ۱۰۰ نانومتر به عنوان ابزاری برای سنجش و مشاهده است (Bulasara et al., 2011). نانوذرات به دلیل بسیاری از ویژگی‌های ساختاری قابل توجه کاربرد گسترده‌ای در علوم و صنایع مختلف دارند (Bulasara et al., 2011). برای مثال گزارش شده است که نانوفناوری در کشاورزی موجب کاهش میزان انتشار مواد شیمیایی، تلفات علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها همگام با افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود (Choudhary et al., 2020).

طیف گسترده‌ای از پلیمرهای زیستی از جمله کیتوزان به‌طور فعال به عنوان نانوحامل‌های تحویل‌دهنده‌ی مواد شیمیایی در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Wani et al., 2019; Choudhary et al., 2019). کیتوزان یک مشتق

سیستم‌های مدیریتی متداول، استفاده از نهاده‌های شیمیایی مانند علف‌کش‌ها را یکی از روش‌های کنترل علف‌های هرز در جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی معرفی می‌کند (Okey-Onyesolu et al., 2021). استفاده روزافزون و غیرهدفمند از این محصولات موجب افزایش مشکلات زیست‌محیطی مانند تخریب اکوسیستم‌های کشاورزی، تجمع بقایای نهاده‌های شیمیایی و آلودگی منابعی مانند هوا، آب و خاک می‌شود (Li et al., 2021). ارائه روش‌های زیست‌سازگار و ایمن توسط پژوهشگران موجب ایجاد استراتژی‌های مدیریتی موفق در زمینه تولید محصولات کشاورزی همگام با حفظ محیط زیست و دوام اقتصادی می‌شود (Saif et al., 2016).

استفاده از گیاهانی با خاصیت دگرآسیبی یکی از روش‌های سازگار با محیط زیست در مدیریت کنترل علف‌های هرز است. دگرآسیبی اثر مهاری یا تحریکی یک گیاه بر گونه‌ای دیگر در نتیجه انتشار ترکیبات شیمیایی در محیط است (Putnam and Tang, 1986). خاصیت دگرآسیبی گیاهان زراعی در مدیریت سیستم‌های کشاورزی برای کنترل علف‌های هرز به دلیل ترشح بسیار ناچیز ترکیبات دگرآسیب در محیط طبیعی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، با این حال می‌توان نقش آن‌ها را با استفاده از گیاهان تجاری دگرآسیب گسترش داد (Wu et al., 1999; Alder and Chase, 2007).

سان‌همپ (*Crotalaria juncea*) یکی از گیاهان پوششی مورد استفاده به‌منظور کنترل علف‌های هرز است. سان‌همپ یک گیاه پوششی سه کربنه، گرمسیری و مقاوم به شرایط سخت است (Kamireddy et al., 2013). سان‌همپ پتانسیل بالایی

مؤلفه‌های وابسته به آن در علف‌های هرز تاج خروس و خردل وحشی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر عصاره فرموله شده سان همپ با کیتوزان آزمایشی در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه‌های تکنولوژی بذر و علوم علف‌های هرز گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل گونه علف‌های هرز خردل وحشی (*Amaranthus retroflexus*) و غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بود.

بذر سان همپ با نام تجاری (*Crotalaria Juncea*) Global Sunn brand Sunn hemp از ایالات متحده آمریکا، ماساچوست، امهرست تهیه شد. بذور پس از اختلاط با باکتری همزیست *Bradyrhizobium spp.* با فواصل بین ردیف ۳۸ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در بهار ۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان دانشگاه محقق اردبیلی کشت گردید. برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی و شرایط اقلیمی به شرح جدول ۱ و شکل ۱ می‌باشد. با گذشت ۶۵ روز از تاریخ کاشت و پیش از گلدهی اقدام به جمع‌آوری برگ گیاه سان همپ گردید. برگ‌های گیاه سان همپ به مدت ۷۲ ساعت تا حصول وزن ثابت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد (Skinner et al., 2012). سپس نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب مدل Romania, type ~3M پودر شد و تا زمان تهیه عصاره در یخچال ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای

زیست‌سازگار، زیست‌تخریب‌پذیر با نفوذپذیری بالا، مقرون به صرفه برای تولید وسیع و غیرسمی از کیتین است (Shukla et al., 2013). ویژگی‌های زیستی، فیزیکوشیمیایی، میزان خلوص و وزن مولکولی کیتوزان وابسته به منبع و روش استخراج است (Kurita et al., 2006). سایر ویژگی‌های کیتوزان شامل خاصیت آنتی‌اکسیدانی (Sun et al., 2007)، هموستاتیک و پتانسیل تشکیل فیلم، قدرت جذب عالی، ضدباکتری، ضدقارچی و ضد ویروسی و ویژگی‌های آنتی‌کلسترولمی^۳ موجب افزایش کاربردهای آن شده است (Mujtaba et al., 2018; Sun et al., 2007). بنابراین می‌توان بیان نمود که کیتوزان به عنوان یکی از کارآمدترین پلیمرها در تحویل مواد شیمیایی کشاورزی و ریزمغذی‌ها در نانوذرات است (Cota-Arriola et al., 2013). برای مثال در پژوهشی علف‌کش گلایفوسیت را با کیتوزان فرموله نموده و گزارش کردند که فرمولاسیون‌های انجام یافته کیتوزان/گلایفوسیت دارای کمترین سمیت و همزمان دارای مؤثرترین فعالیت علف‌کشی در برابر علف‌های هرز مورد نظر بودند (Rychter, 2019). در مطالعه‌ای دیگر پژوهشگران نشان دادند که علاوه بر کاهش سمیت علف‌کش ایمزاپیک^۴ سنتز شده با نانوذرات کیتوزان، نانوذرات دارای پایداری فیزیکوشیمیایی مطلوبی بودند (Maruyama et al., 2016).

بنابراین به نظر می‌رسد تلفیق عصاره گیاه سان همپ به عنوان یک گیاه دگرآسیب با کیتوزان به عنوان یک نانوحامل، نگرش نوینی در ایجاد علفکش‌های زیستی از عصاره سان همپ باشد. هدف از این آزمایش، بررسی تأثیر عصاره‌های سان همپ و عصاره فرموله شده با کیتوزان بر قابلیت جوانه‌زنی و

4. Imazapic

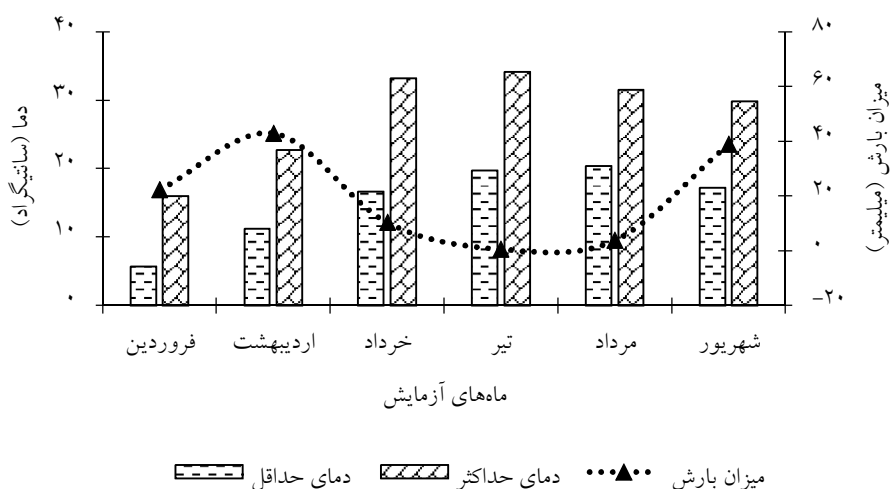
3. Anticholesterolaemic`

تهیه عصاره آبی گیاه سان‌همپ از روش خیساندن^۵ استفاده شد (Trusheva et al., 2007). در این روش پودر گیاه سان‌همپ براساس غلظت‌های آزمایشی با آب مقطر مخلوط شد. به‌منظور تهیه غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر به‌ترتیب ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم پودر گیاه سان‌همپ به یک لیتر آب مقطر (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) اضافه شد. محلول‌های حاصل به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر روی شیکر مدل FSA،

گذشت زمان، محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف گردید. سپس به مدت ۱۵ دقیقه با ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و عصاره شفاف رویی جدا و تا زمان انجام آزمون‌های زیست‌سنجی در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

جدول ۱: برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی

پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	کربن	کربنات	بافت	رس	سیلت	شن	EC	pH
قابل جذب	قابل جذب	(کجدال)	آلی	کلسیم						
میلی‌گرم در کیلوگرم		درصد				درصد			دسی	
۴۶۷	۱۰/۵۱	۰/۰۵	۰/۶	۳۱/۲	رسی	۵۹/۰۸	۳۰	۱۰/۹۲	۴/۷	۷/۸



شکل ۱: تغییرات دمایی و بارش در طول دوره رشد سان‌همپ

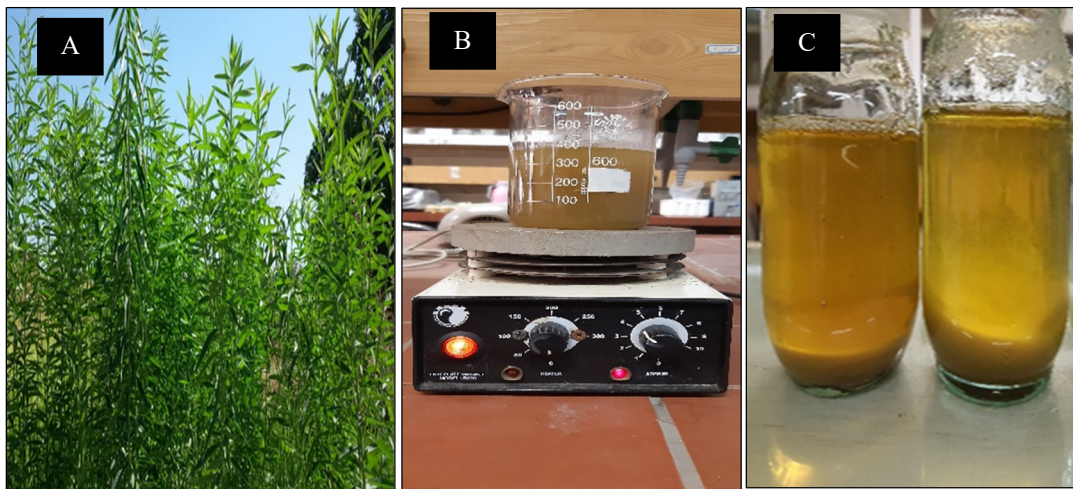
تهیه عصاره فرموله شده سان‌همپ با کیتوزان: سنتز عصاره‌های فرموله شده سان‌همپ در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر با کیتوزان با استفاده از روش ژل‌شدن یونی^۶ انجام شد (Bulmera et al., 2012; Shahbazi et al., 2013). کیتوزان تجاری با وزن مولکولی متوسط تهیه شد. به‌منظور سنتز، سه گرم کیتوزان با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم مدل (Satorius -SECURA124-1S- Germany) توزین شد

6. Ionic gelation

5. Maceration

گرم تری پلی فسفات^۷ توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین شد و در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر به طور کامل حل و به صورت قطره قطره با استفاده از قطره چکان به محلول کیتوزان اضافه شد. اختلاط محلول به مدت ۶۰ دقیقه ادامه یافت. سپس از محلول تهیه شده برای آزمون‌های زیست‌سنجی علف‌های هرز خردل وحشی و تاج خروس استفاده شد.

و در ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد. جهت انحلال کامل و ایجاد یکنواختی در اختلاط محلول از همزن مغناطیسی با ۵۵۰ دور در دقیقه در دمای اتاق (۲۷±۲) استفاده شد. همچنین به منظور تنظیم pH برابر پنج، چند قطره به آن استیک اسید گلاسیال اضافه شد. سپس مقدار ۲۰ میلی لیتر از عصاره سان همپ ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر به محلول‌ها اضافه شد. در مرحله بعد مقدار ۰/۵



شکل ۲: گیاه سان همپ (A)، سنتز کیتوزان با عصاره سان همپ (B)، عصاره‌های سنتز شده ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر (C)

به منظور سنجش تأثیر هر یک از غلظت‌های مختلف عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان، تعداد ۵۰ عدد بذر از هرگونه علف‌هرز پس از استریل شدن سطحی توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد، بصورت تصادفی در پتری دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر بین دو کاغذ صافی قرار داده شد. به هریک از پتری دیش‌ها ۱۰ میلی لیتر عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان و برای غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) اضافه شد. پس از آن ظروف پتری دیش در پاکت‌های پلاستیکی شفاف قرار داده شد و به منظور جوانه‌زنی به ژرمیناتور با رطوبت نسبی ۷۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد

آزمون‌های زیست‌سنجی: بذر علف‌های هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) از مزارع کشاورزی مرکز تحقیقات مغان در شهرستان پارس آباد، استان اردبیل با موقعیت جغرافیایی ۳۹°۳۱' شمالی و ۴۶°۴۷' شرقی جمع‌آوری شد. پیش از انجام آزمایش، قوه‌نامه بذر علف‌های هرز خردل وحشی و تاج خروس مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور شکست خواب بذر علف‌های هرز از جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر با ۲۴ ساعت نگهداری در تاریکی استفاده شد (Keshtkar et al., 2008).

7. Tripolyphosphate (TPP)

میانگین زمان جوانه‌زنی: میانگین زمان جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شد (Ellis, 1992).

$$MGT = \frac{\sum(nd)}{\sum n} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این رابطه MGT بیانگر میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی، d بیانگر تعداد روزهای شمارش از زمان شروع آزمایش و n تعداد بذر جوانه‌زده در روز d می‌باشد.

شاخص جوانه‌زنی بذر: شاخص جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه (۶) محاسبه شد (TeKrony and Egli, 1991).

$$GI = \sum_{i=1}^k ni/ti \quad \text{رابطه (۶)}$$

در این رابطه GI بیانگر شاخص جوانه‌زنی، ni بیانگر تعداد کل بذره‌های جوانه‌زده، ti بیانگر تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی می‌باشد.

حداکثر مقدار جوانه‌زنی: حداکثر مقدار جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۷) محاسبه شد (Saeb et al., 2013).

$$PV = \frac{MDG_{max}}{Nd} \quad \text{رابطه (۷)}$$

در این رابطه PV بیانگر حداکثر مقدار جوانه‌زنی (اوج جوانه‌زنی)، MDG_{max} بیانگر حداکثر میانگین جوانه‌زنی روزانه و Nd بیانگر تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی می‌باشد.

ارزش جوانه‌زنی بذر: ارزش جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه (۸) محاسبه شد (Czabator, 1962).

$$GV = MDG \times PV \quad \text{رابطه (۸)}$$

در این رابطه MDG میانگین جوانه‌زنی روزانه و PV بیانگر حداکثر مقدار جوانه‌زنی بذر می‌باشد.

تجزیه آماری داده‌ها: تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4، نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD_{5%} و ترسیم شکل‌ها با استفاده از Excel 2019 انجام شد. همبستگی پیرسون با استفاده از نرم‌افزار آماری GraphPad Prism 9 پس از انجام آزمون نرمال بودن کولموگروف-اسمیرنوف رسم شد.

(Alebrahim et al., 2011; Alebrahim et al., 2015).

شمارش بذور به مدت ۱۴ روز، روزانه در ساعت مشخص انجام شد. بذوری با طول ریشه‌چه دو میلی‌متر به عنوان بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شدند (Perry, 1991).

درصد جوانه‌زنی بذر: درصد جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Scott et al., 1984).

$$GP = \frac{S}{T} \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه GP بیانگر درصد جوانه‌زنی، S بیانگر تعداد بذر جوانه‌زده و T بیانگر تعداد کل بذور نمونه آزمایشی می‌باشد.

زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی: زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (Mehmood et al., 2018).

$$T = t_i + \frac{\left\{\left(\frac{N}{2}\right) - n_i\right\}(t_j - t_i)}{(n_j - n_i)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه N بیانگر تعداد نهایی بذره‌های جوانه‌زده، ni و nj بیانگر تعداد تجمعی بذرها که در زمان‌های ti و tj جوانه‌زده‌اند در زمانی که $n_i < \frac{N}{2} < n_j$ است.

سرعت جوانه‌زنی: سرعت جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد (Maguire, 1962; Burnett et al., 2005).

$$GS = \sum \frac{n}{t} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه n بیانگر تعداد بذر جوانه‌زده در زمان t و t بیانگر تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی است.

ضریب سرعت جوانه‌زنی: ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد (Scott et al., 1984).

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{(1 \times G_1) + (2 \times G_2) + \dots + (n \times G_n)} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه CVG بیانگر ضریب سرعت جوانه‌زنی و G₁ - G_n بیانگر تعداد بذر جوانه‌زده از روز اول تا انتهای آزمون می‌باشد.

نتایج

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر برهمکنش گونه علف‌های هرز و غلظت‌های مختلف عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی و تاج خروس با افزایش غلظت عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان کاهش یافت. به طوری که جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر)، در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر به ترتیب ۲۰ و ۴۴ درصد کاهش یافت (جدول ۳). همچنین جوانه‌زنی بذر تاج خروس در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر)، در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر به ترتیب ۶ و ۱۲ درصد کاهش یافت (جدول ۳). مقایسه بین غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر در علف‌های هرز خردل وحشی و تاج خروس بیانگر کاهش به ترتیب ۳۰/۰۰ و ۶/۳۸ درصد جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز است (جدول ۳).

زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی: نتایج بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار برهمکنش گونه‌های علف‌های هرز و غلظت‌های مختلف عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین زمان تا ۲۵ درصد جوانه‌زنی از غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان در بذر خردل وحشی (به ترتیب ۲/۱۵ و ۲/۲۸ روز) حاصل شد (جدول ۳). این در حالی است که بذر تاج خروس دارای کمترین زمان تا ۲۵ درصد جوانه‌زنی بود و اختلاف آماری معنی‌داری در بین غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر وجود نداشت (جدول ۳). نتایج زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی مانند ۲۵ درصد جوانه‌زنی بود

به طوری که بذر خردل وحشی در مقایسه با تاج خروس نیازمند مدت زمان بیشتری برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی بود. بیشترین زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۲/۶۵ روز) از غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر به دست آمد (جدول ۳). پس از این غلظت، غلظت ۱۵۰ گرم در لیتر (۲/۵۰ وز) خردل وحشی بیشترین زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی را داشت (جدول ۳). نتایج زمان تا ۷۵ درصد جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز نشان داد که بیشترین (۳/۰۷ روز) و کمترین (۱/۴۵ روز) به ترتیب از غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر بذر خردل وحشی و غلظت صفر گرم در لیتر بذر تاج خروس حاصل شد (جدول ۳). مدت زمان تا ۷۵ درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بذر تاج خروس (۱/۷۷ و ۱/۷۸ روز) اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). به طور کلی بذر خردل وحشی در مقایسه با بذر تاج خروس نیازمند زمان بیشتری برای جوانه‌زنی بود. به نظر می‌رسد در مقایسه غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر با غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) در ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد، عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان موجب کاهش ۴۴/۱۳، ۴۷/۳۷، ۳۹/۹۴، ۴۳/۱۴، ۳۶/۷۹ و ۴۱/۱۲ درصدی جوانه‌زنی شده است. این موضوع بیانگر تأثیرپذیری بیشتر بذر خردل وحشی از عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان با خاصیت دگرآسیبی است.

سرعت جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که برهمکنش گونه‌های علف‌های هرز و غلظت‌های عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی و تاج خروس داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱۷/۱۱ بذر در روز) از غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) از بذر تاج خروس حاصل شد (جدول ۳).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس تأثیر عصاره فرموله شده سان‌همپ با کیپوزان بر جوانه‌زنی علف‌های هرز

		میانگین مربعات									
منبع تغییرات	درجه آزادی	زمان تا ۲۵		زمان تا ۵۰		زمان تا ۷۵		ضرب سرعت	ضرب سرعت جوانه‌زنی		
		درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی				
گونه علف‌هرز	۱	۱۰۵۸/۰۰**	۴/۹۲**	۶/۵۹**	۳/۷۴**	۹۸۵/۸۸**	۳/۶۷**	۱۳۹۹/۹۳**	۶۰۸/۶۱**	۱۷۲۷/۴۱**	۹۸۳۳۳/۲۲**
غلظت	۲	۱۱۷۸/۰۰**	۲/۵۸**	۳/۳۳**	۱/۱۲**	۲۴۹/۹۵**	۱/۳۹**	۶۷۳/۱۰**	۴۸۸/۹۶**	۷۵۸/۶۹**	۷۵۸/۶۹**
گونه علف‌هرز×غلظت	۲	۳۸۶/۰۰**	۰/۳۳**	۰/۱۰**	۰/۳۳**	۶۹/۳۵**	۰/۱۴**	۴/۳۱ ^{ns}	۵/۵۳ ^{ns}	۱۳۶/۰۲**	۸۲۴/۳۳*
خطای آزمایشی	۱۲	۵۰/۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۷/۰۴	۰/۰۰۴	۱/۵۱	۲/۲۵	۱۶/۷۴	۱۳۰۲/۰۴
ضرب تغییرات (درصد)	-	۸/۱۹	۳/۴۰	۲/۹۴	۴/۵۵	۱۲/۸۳	۲/۸۹	۲/۶۳	۶/۷۸	۱۰/۹۰	۱۴/۶۳

** و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال یک درصد و عدم وجود تفاوت معنی دار می‌باشد.

جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین تأثیر عصاره فرموله شده سان‌همپ با کیپوزان بر جوانه‌زنی علف‌های هرز

ارزش جوانه‌زنی	غلظت‌ها (گرم در لیتر)	زمان تا ۲۵				زمان تا ۵۰				زمان تا ۷۵			
		درصد جوانه‌زنی (/)	درصد جوانه‌زنی (بذر/روز)	درصد جوانه‌زنی (بذر/روز)	درصد جوانه‌زنی (بذر/روز)	درصد جوانه‌زنی (/)	درصد جوانه‌زنی (بذر/روز)	درصد جوانه‌زنی (بذر/روز)	درصد جوانه‌زنی (بذر/روز)	سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز)	میانگین زمان جوانه‌زنی (بذر/روز)	ضرب سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
۳۲۶/۱۹	صفر	۱۰۰/۰۰ a	۱/۲۰ c	۱/۵۰ c	۱/۸۱ c	۱۷/۱۱ c	۲/۰۲ c	۴۹/۵۴ b	۲۶/۲۲ b	۲۷/۲۲ c	۲۷/۲۲ c	۲۶/۲۲ b	۴۵/۶۶ b
۱۲۹/۴۰ c	۱۵۰	۸۰/۰۰ b	۲/۱۵ b	۲/۵۰ b	۲/۸۶ b	۹/۰۰ d	۳/۰۱ b	۳۳/۲۱ c	۱۳/۷۲ d	۳/۰۱ b	۳۳/۲۱ c	۱۳/۷۲ d	۲۲/۶۶ c
۶۲/۳۵ d	۲۰۰	۵۶/۰۰ c	۲/۲۸ a	۲/۶۵ a	۳/۰۷ a	۱۳/۷۲ cd	۳/۲۰ a	۳۱/۲۲ c	۹/۰۰ e	۳/۲۰ a	۳۱/۲۲ c	۱۴/۸۸ d	۱۴/۸۸ d
۳۹۰/۴۸ a	صفر	۱۰۰/۰۰ a	۰/۰۰ d	۰/۰۰ d	۱/۴۵ d	۳۹/۰۰ a	۱/۴۶ d	۶۸/۵۲ a	۳۸/۶۱ a	۱/۴۶ d	۶۸/۵۲ a	۵۴/۶۶ a	
۳۰۳/۰۰ b	۱۵۰	۹۴/۰۰ a	۱/۶۶ c	۱/۵۲ c	۱/۸۸ c	۲۳/۱۶ b	۲/۰۴ c	۴۸/۹۴ b	۲۳/۱۶ c	۲/۰۴ c	۴۸/۹۴ b	۴۵/۰۰ b	
۲۶۸/۰۰ b	۲۰۰	۸۸/۰۰ ab	۱/۲۴ c	۱/۵۱ c	۱/۸۷ c	۲۲/۰۵ b	۲/۰۲ c	۴۹/۴۲ b	۲۲/۰۵ c	۲/۰۲ c	۴۹/۴۲ b	۴۲/۳۳ b	
۶۴/۱۹	-	۱۲/۵۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۷	۴/۷۲	۰/۱۱	۲/۱۹	۲/۶۷	۰/۱۱	۲/۱۹	۷/۲۸	

LSD_{5%} تفاوت معنی داری ندارند.

تاج خروس مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر افزایش غلظت‌های عصاره فرموله شده سان‌همپ با کیتوزان قرار نگرفت و در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر (به‌ترتیب ۲/۰۴ و ۲/۰۲ بذر در روز) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۳). با این حال در مقایسه غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده سان‌همپ با کیتوزان در مقایسه با غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) به‌ترتیب ۲۸/۵۴ و ۲۷/۸۵ درصد افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی مشاهده شد (جدول ۳).

ضریب سرعت جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر اثرات جداگانه گونه‌های علف‌های هرز و غلظت‌های مختلف عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین (۵۵/۶۳) و کمترین (۳۷/۹۹) ضریب سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر گونه‌های علف‌های هرز از تاج خروس و خردل وحشی حاصل شد. به طوری که تاج خروس در مقایسه با خردل وحشی ضریب سرعت جوانه‌زنی بیشتری داشت (جدول ۳). همچنین بیشترین (۵۹/۰۳) ضریب سرعت جوانه‌زنی از غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) و کمترین (۴۱/۰۷) و ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر حاصل شد (جدول ۳). به طور کلی با توجه به همبستگی ضریب سرعت جوانه‌زنی به درصد و سرعت جوانه‌زنی و نتایج حاصل از آن‌ها می‌توان بیان نمود که تاج خروس در مقایسه با خردل وحشی تأثیرپذیری کمتری در مقابل عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان داشت.

شاخص جوانه‌زنی بذر: نتایج نشان داد که برهمکنش گونه‌های علف‌های هرز و غلظت‌های عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص جوانه‌زنی بذر خردل وحشی و تاج خروس داشت (جدول ۲). بیشترین

همچنین سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر در مقایسه با غلظت صفر گرم در لیتر به‌ترتیب ۴۰/۵۹ و ۴۳/۴۴ درصد کاهش یافت (جدول ۳). با این حال غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر در بذر تاج خروس اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. با توجه به تأثیرپذیری کمتر بذر تاج خروس در درصد جوانه‌زنی، زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی (جدول ۳)، نتایج حاصل از سرعت جوانه‌زنی به دور از انتظار نبود. کمترین سرعت جوانه‌زنی بدون اختلاف آماری معنی‌داری از غلظت‌های صفر، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بذر خردل وحشی (به‌ترتیب ۱۷/۱۱، ۹ و ۱۳/۷۲ بذر در روز) حاصل شد (جدول ۳). نتایج حاصل از سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در راستای نتایج حاصل از درصد جوانه‌زنی، زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی بود (جدول ۳).

میانگین زمان جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که برهمکنش گونه‌های علف‌های هرز و غلظت‌های عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر خردل وحشی و تاج خروس داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین (۳/۲۰) بذر در روز) و کمترین (۱/۴۶) بذر در روز) میانگین زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب از غلظت‌های ۲۰۰ گرم در لیتر خردل وحشی و صفر گرم در لیتر (آب مقطر) تاج خروس حاصل شد (جدول ۳). میانگین زمان جوانه‌زنی در بذر خردل وحشی در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر در مقایسه با صفر گرم در لیتر به‌ترتیب ۳۲/۹۶ و ۳۶/۹۵ درصد افزایش یافت (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از درصد و سرعت جوانه‌زنی، عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان موجب کاهش در درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شده است. این در حالی است که میانگین جوانه‌زنی بذر

عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در سطح احتمال یک درصد بر ارزش جوانه‌زنی بذر بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین (۳۹۰/۴۷) و کمترین (۶۲/۳۴) ارزش جوانه‌زنی بذر به ترتیب از غلظت‌های صفر گرم در لیتر (آب مقطر) تاج خروس و ۲۰۰ گرم در لیتر خردل وحشی به دست آمد (جدول ۳). غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در بذر تاج خروس (۳۰۳ و ۲۶۸) اختلاف آماری معنی‌داری از نظر ارزش جوانه‌زنی بذر نداشتند (جدول ۳). مقایسه غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان با غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) در بذر خردل وحشی بیانگر کاهش ۶۰/۳۳ و ۸۰/۸۸ درصدی ارزش جوانه‌زنی بذر بود (جدول ۳). همچنین مقایسه غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان با غلظت صفر گرم در لیتر (آب مقطر) در بذر تاج خروس بیانگر کاهش ۲۲/۴۰ و ۳۱/۳۶ درصدی ارزش جوانه‌زنی بذر بود (جدول ۳).

همبستگی پیرسون: نتایج حاصل از همبستگی پیرسون در بذر خردل وحشی بیانگر تأثیر منفی و معنی‌دار جوانه‌زنی بذر بر زمان تا ۲۵ درصد جوانه‌زنی ($r=-0.85^{**}$)، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی ($r=-0.84^{**}$)، زمان تا ۷۵ درصد جوانه‌زنی ($r=-0.86^{**}$) بود. همچنین نتایج همبستگی پیرسون بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار جوانه‌زنی بذر بر ضریب سرعت جوانه‌زنی ($r=0.83^{**}$)، شاخص جوانه‌زنی بذر ($r=0.93^{**}$)، حداکثر مقدار جوانه‌زنی ($r=0.91^{**}$) و ارزش جوانه‌زنی ($r=0.91^{**}$) بود (شکل ۳). نتایج همبستگی پیرسون در بذر تاج خروس بیانگر تأثیر منفی و معنی‌دار جوانه‌زنی بذر بر زمان تا ۷۵ درصد جوانه‌زنی ($r=-0.67^{*}$) و تأثیر مثبت و معنی‌دار آن بر شاخص جوانه‌زنی بذر

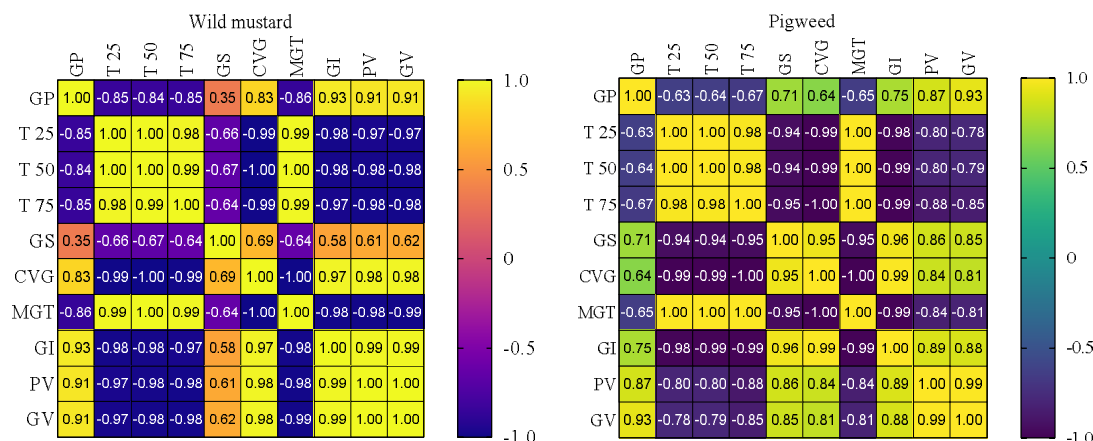
(۲۶/۲۲) و کمترین (۹) شاخص جوانه‌زنی بذر به ترتیب صفر گرم در لیتر بذر تاج خروس و ۲۰۰ گرم در لیتر بذر خردل وحشی حاصل شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که در مقایسه غلظت ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در بذر خردل وحشی با غلظت صفر گرم در لیتر به ترتیب ۴۷/۶۶ و ۶۵/۶۷ درصد شاخص جوانه‌زنی بذر کاهش یافت (جدول ۳). همچنین در مقایسه غلظت ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در بذر تاج خروس با غلظت صفر گرم در لیتر به ترتیب ۳۹/۹۹ و ۴۲/۸۷ درصد شاخص جوانه‌زنی بذر کاهش یافت (جدول ۳).

حداکثر مقدار جوانه‌زنی: نتایج بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار بر همکنش گونه علف‌های هرز و غلظت‌های مختلف عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در سطح احتمال یک درصد بر حداکثر مقدار جوانه‌زنی بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین (۵۴/۶۶) از غلظت صفر گرم در لیتر بذر تاج خروس (آب مقطر) و کمترین (۱۴/۸۸) از غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر بذر خردل وحشی حاصل شد (جدول ۳). غلظت‌های صفر گرم در لیتر خردل وحشی، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر تاج خروس (به ترتیب ۴۵/۶۶، ۴۵/۰۰ و ۴۲/۳۳) اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). با این حال در مقایسه بذر خردل وحشی با تاج خروس در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر، خردل وحشی تأثیرپذیری بیشتری از عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان داشت (جدول ۳). به طوری که غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در مقایسه با غلظت صفر گرم در لیتر به ترتیب موجب کاهش ۵۰/۳۶ و ۶۷/۳۹ درصدی حداکثر جوانه‌زنی شد (جدول ۳).

ارزش جوانه‌زنی: نتایج بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار بر همکنش گونه علف‌های هرز و غلظت‌های مختلف

همچنین مدت زمان جوانه‌زنی تا ۲۵ درصد تأثیر منفی و معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی ($r=-0.94^{**}$)، ضریب سرعت جوانه‌زنی ($r=-0.99^{**}$) و شاخص جوانه‌زنی ($r=-0.98^{**}$) داشت (شکل ۳).

($r=0.75^{**}$) بود (شکل ۳). مدت زمان جوانه‌زنی تا ۲۵ درصد جوانه‌زنی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر زمان تا ۵۰ درصد ($r=1.00^{**}$)، زمان تا ۷۵ درصد ($r=0.98^{**}$) و میانگین جوانه‌زنی ($r=1.00^{**}$) داشت (شکل ۳).



شکل ۳: نتایج همبستگی پیرسون خردل وحشی و تاج خروس

درصد جوانه‌زنی بذر (GP)، زمان تا ۲۵ درصد جوانه‌زنی (T₂₅)، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T₅₀)، زمان تا ۷۵ درصد جوانه‌زنی (T₇₅)، سرعت جوانه‌زنی (GS)، ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)، شاخص جوانه‌زنی (GI)، حداکثر مقدار جوانه‌زنی (PV) و ارزش جوانه‌زنی (GV)

بذور خردل وحشی و تاج خروس کاهش یافت. بذر خردل وحشی در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر کاهش قابل توجه‌ای (۲۰ و ۴۴ درصد) در درصد جوانه‌زنی داشت. همچنین نتایج بازدارندگی ۳۰/۱۰۰ و ۶/۳۸ درصدی جوانه‌زنی در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بیانگر تأثیرپذیری بیشتر بذر علف‌هرز خردل وحشی در مقایسه با بذر علف‌هرز تاج خروس بود. به نظر می‌رسد بازدارندگی عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان در غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر بیشتر از غلظت ۱۵۰ گرم در لیتر در بذر علف‌هرز خردل وحشی بود. نتایج حاصل از زمان تا ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی نیز در راستای درصد جوانه‌زنی بیانگر ایجاد بازدارندگی بیشتر در جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در مقایسه با تاج خروس بود به طوری که در مقایسه غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر با غلظت

بحث

جوانه‌زنی بذر با مجموعه‌ای از فرآیندهای پیچیده فیزیولوژیک و بیوشیمیایی همراه است (Wang et al., 2019). عوامل داخلی متعددی از جمله قدرت بذر، دما، زمان و عوامل بیرونی مانند تحریک‌کننده‌ها و بازدارنده‌های مانند هورمون‌ها و ترکیبات دگرآسیب بر جوانه‌زنی بذر تأثیرگذارند (Xia et al., 2018). بذر خردل وحشی و تاج خروس دو گونه مهم خسارت‌زا در مزارع کشاورزی هستند (Enayati et al., 2019; Zargar et al., 2021). شناخت ویژگی‌های جوانه‌زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن در این بذور موجب افزایش توانمندی‌های مدیریتی در کاهش خسارت‌های آن‌ها به مزارع کشاورزی می‌شود. نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر آن بود که با افزایش غلظت عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان درصد جوانه‌زنی

شده است (Chandrkrachang et al., 2002). اگرچه مطالعات بسیاری بر تأثیر مثبت کیتوزان بر تنش‌های محیطی، القای مقاومت در پاتوژن‌ها و تقویت‌کننده و تنظیم‌کننده رشد گیاه اشاره کرده است (Boonlertnirum et al., 2007; Hemantaranjan et al., 2013; Cabrera et al., 2014). اما به نظر می‌رسد سنتز کیتوزان با غلظت عصاره گیاهی مصرف شده در سنتز عامل تعیین‌کننده تأثیرپذیری بذور علف‌های هرز باشد.

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفی بذر محسوب می‌شود که بیانگر مدت زمان استقرار یک گیاه در محیط است (Pasandideh et al., 2014). همچنین این صفت کیفی شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی است و به عنوان معیاری از یکنواختی جوانه‌زنی و بینه گیاهچه نیز محسوب می‌شود (Hanter et al., 1984). نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر افزایش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر در مقایسه با غلظت‌های ۱۵۰ و صفر گرم در لیتر بود. این امر بیانگر تأثیر مثبت عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان بر کاهش یکنواختی جوانه‌زنی بذر خردل وحشی است. این در حالی است که میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر تاج خروس تغییر چندانی در تمام غلظت‌های مورد بررسی نداشت. به نظر می‌رسد مقاومت بذر تاج خروس در برابر تغییرات جوانه‌زنی تحت تأثیر عصاره فرموله شده سان‌همپ با کیتوزان بیشتر است. با توجه به افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی و رابطه آن با سرعت جوانه‌زنی می‌توان گزارش نمود که ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر کاهش یافت.

صفر گرم در لیتر (آب مقطر) در ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان موجب بازدارندگی ۴۴/۱۳، ۴۷/۳۷، ۳۹/۹۴، ۴۳/۱۴، ۳۶/۷۹ و ۴۱/۱۲ درصدی جوانه‌زنی شد. این موضوع بیانگر تأثیرپذیری بیشتر بذر خردل وحشی از عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان با خاصیت دگرآسیبی است. در مطالعات بسیاری به تأثیر عصاره سان‌همپ بر جوانه‌زنی بذور مختلفی مانند گندم، کاهو و علف‌هرز تاج خروس اشاره شده است (Skinner et al., 1995; Alder et al., 2007; Ohdan et al., 2012). در برخی از پژوهش‌ها غلظت‌های مختلف دهیدروپیرولیزیدین^۸ در دانه، ساقه، ریشه و برگ گیاه سان‌همپ و سایر آلکالوئیدها مانند ریدلین^۹، سیکونین^{۱۰} و سنسیفیلین^{۱۱} به عنوان عوامل مؤثر در افزایش خاصیت دگرآسیبی گیاه سان‌همپ در سرکوب علف‌های هرز اشاره شده است (Adams et al., 1956; Morris et al., 2015). گزارش شده است که عصاره بذر سان‌همپ موجب کاهش ۱۲ درصدی رشد علف‌های هرز می‌شود (Cole, 1991). سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر کاهش یافت اما این کاهش در مقایسه با خردل وحشی بسیار ناچیز بود به طوری که تفاوت آماری در این غلظت‌ها مشاهده نشد. این در حالی است که سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱۵۰ گرم در لیتر در مقایسه با ۲۰۰ گرم در لیتر بازدارندگی بیشتری در بذر علف‌هرز خردل وحشی داشت. گزارش شده است که کیتوزان موجب تحریک جوانه‌زنی بذر در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌شود (Mahdavi et al., 2013). برای مثال گزارش شده است که استفاده از کیتوزان موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی خیار، فلفل، کدو تنبل و کلم

11. Seneciphylline

8. Dehydropyrrolizidine

9. Riddelline

10. Senecionine

and Bell, 1979). همچنین بر تأثیر خاصیت دگرآسیبی عصاره آبی برگ سان همپ بر جوانه زنی گندم (*Triticum aestivum*)، فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum*) و تأثیر کم آن بر جوانه زنی گوجه فرنگی اشاره شده است (Adler and Chase, 2007; Ohdan et al., 1995). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از عصاره برگ سان همپ در مقایسه با تیمار شاهد موجب کاهش جوانه زنی در بذره‌های فلفل دلمه‌ای (۱۰۰ درصد)، گوجه فرنگی (۱۰۰ درصد)، پیاز (۹۵ درصد)، شلغم (۶۹ درصد)، بامیه (۴۹ درصد)، نخود (۳۹ درصد)، چاودار (۲۲ درصد)، ذرت شیرین (۱۴ درصد)، نخود زمستانه اتریشی (۱۰ درصد)، شبدر لاکه (۸ درصد)، خیار (۲ درصد) و گندم زمستانه (۲ درصد) شد (Skinner et al., 2012). سنتز نانوذرات کیتوزان با استفاده از عصاره‌های گیاهی کاربردهای مختلفی دارد. برای مثال سنتز نانوذرات کیتوزان با علف‌کش‌های شیمیایی مانند گلایفوسیت و ایمزاییک و تأثیر مطلوب آن‌ها بر کاهش استقرار علف‌های هرز و خطرات زیست‌محیطی گزارش شده است (Maruyama et al., 2016; Rychter, 2019).

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر آن بود که با افزایش غلظت عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان، درصد جوانه زنی و سایر مؤلفه‌های وابسته به آن و مورد بررسی کاهش یافت. بررسی تأثیرپذیری گونه علف‌های هرز نیز نشان داد که بذر علف‌هرز خردل وحشی بیشترین تأثیرپذیری را در مقایسه با بذر علف‌هرز تاج خروس داشت. همچنین به نظر می‌رسد غلظت عصاره گیاهی مورد استفاده در سنتز با کیتوزان مهمترین عامل بازدارندگی جوانه زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن باشد. از نتایج چنین استنباط می‌گردد

اگرچه در این غلظت‌ها کاهش ضریب سرعت جوانه زنی اختلاف آمای معنی داری نداشت. بیان شده است که ضریب سرعت جوانه زنی، بیانگر سرعت و شتاب جوانه زنی بذر است (Scott et al., 1984). همچنین اگر میانگین زمان جوانه زنی کمتر باشد، سرعت جوانه زنی بذر بیشتر خواهد بود (Pasandideh et al., 2014). بنابراین می‌توان گزارش نمود که بذر تاج خروس در این آزمایش با کمترین میانگین جوانه زنی و بیشترین سرعت جوانه زنی دارای بالاترین ضریب سرعت جوانه زنی است. البته این موضوع بیانگر عدم تأثیرپذیری مطلوب بذر علف‌هرز تاج خروس از عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان است.

برهمکنش سرعت و درصد جوانه زنی بذر، موجب بهبود شاخص بذر می‌شود که گزارش شده است شاخص بذر، ترکیبی از این دو مؤلفه است (Kader, 2005). کاهش درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی بذر خردل وحشی و تاج خروس در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر موجب کاهش شاخص جوانه زنی بذر شد. این کاهش در بذر علف‌هرز خردل وحشی (۶۷/۶۶ و ۶۵/۶۷ درصد) قابل توجه بود. همچنین حداکثر مقدار جوانه زنی ارزش جوانه زنی بذر تحت تأثیر عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان در خردل وحشی در مقایسه با تاج خروس در غلظت ۲۰۰ گرم کاهش قابل توجه‌ای داشت. این امر بیانگر تأثیر بازدارنده و معنی دار عصاره سان همپ فرموله شده با کیتوزان بر کاهش ارزش جوانه زنی بذر و حداکثر مقدار جوانه زنی است. برای مثال پژوهشگران گزارش کردند حضور یک آمینواسید غیر پروتئینی به نام دی-هیدروکسی نورلوسین^{۱۲} در سان همپ مانع از جوانه زنی بذر کاهو (*Lactuca sativa* L.) می‌شود (Pant and Fales, 1974; Pilbeam

عصاره سان‌همپ فرموله شده با کیتوزان در غلظت ۲۰۰ گرم در لیتر موجب تأثیر مطلوب در کاهش جوانه‌زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن در بذر خردل وحشی می‌شود.

References

- Abdul-Baki, A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science*. 13:630-633.
- Adams, R. and Gianturco, M. 1956. The alkaloids of *Crotalaria juncea*. *Journal of American Chemical Society*. 78:1919-1921.
- Adler, M.J. and Chase, C.A. 2007. Comparison of the allelopathic potential of leguminous summer cover crops: Cowpea, sunn hemp, and velvetbean. *Hort Science*. 42:289-293.
- Alebrahim, M.T., Fakhari, R. and Sharifi, K. 2015. Allelopathic effect of bitter gourd extract (*Acroptilon repens*) on the greening of some crops and weeds. *Iranian Journal of Seed Research*, 6(3): 13-21.
- Alebrahim, M.T., Rouhi, H., Serajchi, M., Majd, R. and Ghorbani, R. 2011. Study of dormancy-breaking and optimum temperature for germination of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.). *International Journal of Agriscience*. 1(1):19-25.
- Boonlertnirum, S., Sarobol, E.D., Meechoui, S. and Sooksathan, I. 2007. Drought recovery and grain yield potential of rice after chitosan application. *Kasetsart Journal- Natural Science*. 41(1):1-6.
- Bulasara, K.V., Thakuria, H., Uppaluri, R. and Purkait, M.K. 2011. Effect of process parameters on electroless plating and nickel-ceramic composite membrane characteristics. *Desalination*. 268 (1-3): 195-203.
- Bulmera, C., Margaritisa, A. and Xenocostasb, A. 2012. Production and characterization of novel chitosan nanoparticles for controlled release of rHu-Erythropoietin. *Biochemical Engineering Journal*. 68: 61-69.
- Burnett, S.E., Pennisi, S.V., Thomas, P.A. and van Iersel, M.W. 2005. Controlled drought affects morphology and anatomy of *Salvia splendens*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 130(5): 775-781.
- Cabrera, J.C., Wégria, G., Onderwater, R.C.A., González, G., Nápoles, M.C., Falcón-Rodríguez, A.B., Costales, D., Rogers, H.J., Diosdado, E., González, S., Cabrera, G., González, L. and Wattiez, R. 2013. Practical Use of Oligosaccharins in Agriculture. In: S. Saa Silva, P. Brown, and M. Ponchet (Eds.), *Proc. 1st World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*, *Acta Hort*. 1009 (2013): 195-212.
- Chandrkrachang, S. 2002. The applications of chitin and chitosan in agriculture in Thailand. *Advances in Chitin Science*. 5:458-462.
- Cho, A.H., Chase, C.A. and Treadwell, D.D. 2015. Apical dominance and planting density effects on weed suppression by Sunn Hemp (*Crotalaria juncea* L.). *Hortscience* 50(2):263-267.
- Choudhary, S.K., Kumar, A. and Kumar, R. 2020. Novel Nanotechnological Tools for Weed Management – A Review. *Chemical Science Review and Letters*. 9(36): 886-894.
- Cole, S.D. 1991. Allelopathic effects of *Crotalaria juncea*. University of South Dakota, MS Thesis.
- Cota-Arriola, O., Onofre Cortez-Rocha, M., Burgos-Hernández, A., Marina Ezquerro-Brauer, J. and Plascencia-Jatomea, M. 2013. Controlled release matrices and micro/nanoparticles of chitosan with antimicrobial potential: development of new strategies for microbial control in agriculture. *Journal of Science of Food Agriculture*. 93 (7):1525–1536.
- Czabator, F.J. 1962. Germination Value: An Index Combining Speed and Completeness of Pine Seed Germination. *Forest Science*. 8: 386-396.
- Elizabeth, A., Babychan, M., Mathew, A.M. and Syriac, G.M. 2019. Application of nanotechnology in agriculture. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 7 (2):131-139.

- Ellis, R. H. 1992. Seed and seedling vigor in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regulation*. 11: 249-255.
- Enayati, V., Esfandiari, E., Pourmohammad, A. and Haj Mohammadnia Ghalibaf, K. 2019. Evaluation of different methods in seed dormancy breaking and germination of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Iranian Journal of Seed Research*: 5(2): 129-137.
- Hemantaranjan, A., Katiyar, D., Singh, B. and Nishant Bhanu, A. 2014. A Future Perspective in Crop Protection: Chitosan and its Oligosaccharides. *Advances in Plants & Agriculture Research*. 1(1): 00006, 1-8.
- Hunter, E.A., Glaasbey, C.A. and Naylor. R.A.L. 1984. The analysis of data from germination tests. *Journal of Agricultural Sciences, Cambridge*. 102: 207-213.
- Javid, M.M., Bhan, M., Johnson, J.V., Rathinasabapahi, B. and Chase, C.A. 2015. Biological and chemical characterizations of allelopathic potential of diverse accessions of the cover crop sunn hemp. *American Society for Horticultural Science*. 140(6):532-541.
- Kader, M.A. 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. *Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales*. 138: 65-75.
- Kamireddy, S.R., Li, J., Abbina, S., Berti, M., Tucker, M. and Ji, Y. 2013. Converting forage sorghum and sunn hemp into biofuels through dilute acid pretreatment. *Industrial Crops and Products*. 49:598-609.
- Keshtkar, H.R. Azarinvand, H., Etemad, V. and Moosavi, S.S. 2008. Seed dormancy-breaking and germination requirements of *Ferula ovina* and *Ferula gummosa*. *Desert*. 13:45-51.
- Kurita, K. 2006. Chitin and chitosan: functional biopolymers from marine crustaceans. *Mar Biotechnol (NY)*. 8(3): 203-226. doi: 10.1007/s10126-005-0097-5.
- Li, H.F., Dong, J.X., Vasylieva, N., Cui, Y.L. Wan, D.B., Hua, X.D., Huo, j.Q., Yang, D.C., Gee, Sh.J. and Hammock, B.D. 2021. Highly specific nanobody against herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid for monitoring of its contamination in environmental water. *Science of the Total Environment* 753 (2021):141950, 1-41.
- Maghsoodi, M.R., Lajayer, B.A., Hatami, M. and Mirjalili, M.H. 2019. Challenges and opportunities of nanotechnology in plant-soil mediated systems: beneficial role, phytotoxicity, and phytoextraction, *Advances in Phyto nanotechnology. From synthesis to Application*, Edition: 1st, 379-404 pp.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*. 2:176-177.
- Mahdavi, B. and Rahimi, A. 2013. Seed priming with chitosan improves the germination and growth performance of ajowan (*Carum copticum*) under salt stress. *EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci*. 7: 69-76.
- Maruyama, C.R., Guilger, M., Pascoli, M., Bileshy-Jose, N., Abhilash, P.C., Fraceto, L.F. and Lima, R.D. 2016. Nanoparticles Based on Chitosan as Carriers for the Combined Herbicides Imazapic and Imazapyr. *Scientific Reports*. 6:19768, 1-15. DOI: 10.1038/srep19768.
- Mehmood, A., Naeem, M., Khalid, F., Saeed, Y., Abbas, T., Jabran, Kh., Sawar, M.A. Tanveer, A. and Javid, M.M. 2018. Identification of phytotoxins in different plant parts of Brassica napus and their influence on mung bean. *Environmental Science and Pollution Research*. 25:18071-18080.
- Morris, JB., Chase, C., Treadwell, D., Koenig, R., Cho, A., Morales-Payan, J.P., Murphy, T. and Antonious, G.F. 2015. Effect of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) cutting date and planting density on weed suppression in Georgia, USA. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*:50: 614-621.
- Mujtaba, M., Khawar, KH.M., Camara, M.C., Carvalho, L.B., Fraceto, L.F., Morsi, R.E., Elsabee, M.Z., Kaya, M., Labidi, J., Ullah, H. and Wang, D. 2020. Chitosan-based delivery systems for plants: A brief overview of recent advances and future directions. *International Journal of Biological Macromolecules*. 154: 683-697.
- Ohdan, H., Daimon, H. and Mimoto, H. 1995. Evaluation of allelopathy in *Crotalaria* by using a seed pack growth pouch. *Japanese Journal of Crop Science*. 64:644-649.

- Okey-Onyesolu, C.F., Hassanisaadi, M., Bilal, M., Barani, M., Rahdar, A., Iqbal, J. and Pant, R. and Fales, H.M. 1974. Occurrence of a new amino acid in *Crotalaria* seeds. *Phytochemistry*. 13:1626-1627.
- Pasandideh, H., Sseyed Sharifi, R., Hamidi, A., Mobasser, S. and Sedghi, M. 2014. Relationship of seed germination and vigour indices of commercial soybean (*Glycine max* L. Merr.) Cultivar with seedling emergence in field. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 1(1): 29-50.
- Perry, D.A. 1991. Methodology and application of vigor tests. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 275pp.
- Pilbeam, D.J. and Bell, A.E. 1979. A reappraisal of the free amino acids in seeds of *Crotalaria juncea* (*Leguminosae*). *Phytochemistry*. 18: 320-321.
- Putnam, A.R. and Tang, C.S. 1986. The science of allelopathy. Wiley, N.Y.
- Rychter, P. 2019. Chitosan/glyphosate formulation as a potential, environmentally friendly herbicide with prolonged activity. *Journal of Environmental Science and Health, part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. 54(8):681-692. <https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1632644>
- Saeb, H., Khayyat, M., Zarezadeh, A., Moradinezhad, F., Samadzadeh, A. and Safaei, M. 2013. Effects of NaCl stress on seed germination attributes of periwinkle (*Catharanthus roseus* L.) and corn poppy (*Papaver rhoeas* L.) plants. *Plant Breeding and Seed Science*. 67:115-123.
- Saif, S., Tahir, A. and Chen, Y. 2016. Green Synthesis of Iron Nanoparticles and Their Environmental Applications and Implications. *Nanomaterials (MADP)*. 6(11), 209: 1-26.
- Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199.
- Shahbazi, M.A., Hamidi, M. and Mohammadi-Samani, S. 2013. Preparation, optimization, and in-vitro/in-vivo/ex-vivo characterization of chitosan-heparin nanoparticles: drug-induced gelation. *Journal of Pharmacy and pharmacology*. 65(8): 1118-1133.
- Shukla, S.K., Mishra, A.K., Arotiba, O.A., Mamba, B.B. 2013. Chitosan-based nanomaterials: A state-of-the-art review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 59(2013): 46-58.
- Skinner, E.M., Di'az-Pe'rez, J.C., Phatak, SH., Schomberg, H.H. and Vencill, W. 2010. Allelopathic Effects of Sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) on Germination of Vegetables and Weeds. *Hort. Science*. 47(1):138-142.
- Sun, T., Zhou, D., Xie, J., Mao, F. 2007. Preparation of chitosan oligomers and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*. 225 (3-4): 451-456.
- Tekrony, D.M. and Egli, D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. *crop science*. 31(3):816-822.
- Trusheva, B., Trusnkova, D. and Bankova, V. 2007. Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. *Chemistry central Journal*. 1(13):1-4.
- Wang, J., Ma, H. and Wang, SH. 2019. Application of ultrasound, microwaves, and magnetic fields techniques in the germination of cereals. *Food Science and Technology Research*. 25 (4): 489-497.
- Wani, T.A., Masoodi, F., Baba, W.N., Ahmad, M., Rahmanian, N. and Jafari, S.M. 2019. Nanoencapsulation of agrochemicals, fertilizers, and pesticides for improved plant production. *Advances in Phytonanotechnology*. Chapter 11, 279-298.
- Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D. and Haig, T. 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research*. 39:171-180.
- Xia, Q., Green, B.D., Zhu, Z.Z., Li, Y.E., Gharibzahedi, S.M.T., Roohinejad, S. and Barba, F.J. 2018. Innovative processing techniques for altering the physicochemical properties of wholegrain brown rice (*Oryza sativa* L.)-opportunities for enhancing food quality and health attributes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59(20):3349-3370.
- Zargar, M., Kavhiza, N.J., Bayat, M. and Pakina, E. 2021. Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Competition and Control in Rain-Fed Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*. 11(11): 11(11): 2306:1-8.



The effect of gibberellic acid the changes in seed reserve utilization and germination of triticale (*Triticale* sp) seeds under salinity stress

Abolfazl Rashidirezaabad¹, Samaneh Mehrafarid², Khodadad Shabani²,
Omid Ansari^{3*}

¹ M.Sc. Department of Agrotechnology, Ferdowsi University, Mashhad, Iran, Email: a.rashidirezaabad74@alumi.um.ac.ir

² M.Sc. Department of Agroecology, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Iran, Email: amin.13661366@yahoo.com

³ Ph.D Department of Seed Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: omid0091@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:

Received: 2022-9-6

Revised: 2022-7-10

Accepted: 2022-10-20

Keywords:

Priming
Gibberellic acid
Salinity stress
Germination indicators

ABSTRACT

The use of seed priming methods has been introduced today as one of the factors to increase the germination and establishment of seedlings and plant under adverse environmental conditions, especially salinity. Therefore, in this study, the effect of seed priming with gibberellic on germination and consumption of triticale seed storage materials under salt stress conditions was investigated. The experimental treatments in this study were 5 levels of salinity stress (zero, 40, 80, 120 and 160 mM) and 4 levels of seed priming (zero, 25 and 50 ppm gibberellic acid and control seed without prime) with 3 replications. The results showed that the highest percentage of germination (95.33%), germination index (41.65 seeds per day), seedling length (19.27 cm) and the percentage of normal seedling (95.33%) was related to seed priming with gibberellic acid 50 ppm. Also, the highest seed vigor index (1836) was related to seed pretreatment with 50 ppm gibberellic acid. In all the applied salinity levels, the highest weight of mobilized seed reserve was obtained from seed priming with 50 ppm gibberellic acid. The highest seed reserve utilization efficiency from control seeds at 160 mM potential and the highest seedling dry weight and seed reserve depletion percentage in non-stressed conditions were obtained from seed priming with 25 and 50 ppm gibberellic acid. Seed germination improves triticale germination components under salinity stress conditions and increases the plant's tolerance to salinity against salinity stress in the germination stage.

Cite this article: Rashidirezaabad, A., Mehrafarid, S., Shabani, Kh., Ansari, O. (2022). The effect of gibberellic acid the changes in seed reserve utilization and germination of triticale (*Triticale* sp) seeds under salinity stress. *Seed Research*, 12 (4), 28-37.



©The author(s)

Doi: 10.30495/jsr.2023.1991722.1261

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

اثر جیبرلیک اسید بر روند تغییرات مصرف مواد ذخیره‌ای و جوانه‌زنی بذر تریتیکاله تحت تنش شوری

ابوالفضل رشیدی رضاآباد^۱، سمانه مهرآفرید^۲، خداداد شعبانی^۲، امید انصاری^{۳*}

^۱ کارشناس ارشد گروه آگروتکنولوژی علوم غلف‌های هرز، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران، رایانامه: a.rashidrezaabad74@alumi.um.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد گروه آگرواکولوژی دانشگاه آزاد، واحد شیروان، شیروان، ایران، رایانامه: amin.13661366@yahoo.com

^۳ دکتری گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: omid0091@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	استفاده از تیمارهای مختلف بذری امروزه به‌عنوان یکی از عوامل افزایش جوانه‌زنی و استقرار
مقاله کامل علمی	گیاهچه و بوته تحت شرایط نامساعد محیطی به‌خصوص شوری معرفی شده است. از این رو،
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۵	در این پژوهش تاثیر پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی و مصرف مواد ذخیره‌ای بذر
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۷/۱۵	تریتیکاله در شرایط تنش شوری بررسی شد. تیمارهای آزمایشی در این پژوهش ۵ سطح تنش
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۸	شوری (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار) و ۴ سطح پرایمینگ بذر (جیبرلیک اسید صفر،
واژه‌های کلیدی:	۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام و بذر شاهد بدون پرایم) با ۳ تکرار بودند. نتایج نشان داد که بیشترین درصد
پرایمینگ بذر	جوانه‌زنی با میانگین ۹۵/۳۳ درصد، شاخص جوانه‌زنی با میانگین ۴۱/۶۵ بذر در روز، طول
تنش شوری	گیاهچه با میانگین ۱۹/۲۷ سانتی‌متر و درصد گیاهچه طبیعی با میانگین ۹۵/۳۳ درصد به‌ترتیب
جیبرلیک اسید	مربوط به تیمارهای پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام بود. همچنین، بیشترین بینه بذر
شاخص‌های جوانه‌زنی	با میانگین ۱۸۳۶/۷۳ مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام بود. در تمام
	سطوح شوری اعمال شده بالاترین وزن مواد مصرف شده بذر از پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید
	۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر از بذرهای شاهد در پتانسیل
	۱۶۰ میلی‌مولار و بیشترین وزن خشک گیاهچه و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر در شرایط
	بدون تنش از پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. به‌طورکلی پرایمینگ
	بذر سبب بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی تریتیکاله در شرایط تنش شوری می‌شود و تحمل گیاه به
	شوری را در مقابل تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی افزایش می‌دهد.

استناد: رشیدی رضا آباد، ابوالفضل؛ مهرآفرید، سمانه؛ شعبانی، خداداد؛ انصاری، امید. (۱۴۰۱). اثر جیبرلیک اسید بر روند تغییرات مصرف مواد ذخیره‌ای و جوانه‌زنی بذر تریتیکاله تحت تنش شوری. *تحقیقات بذر*، ۱۲ (۴)، ۲۸-۳۷.

Doi: 10.30495/jsr.2023.1991722.1261

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



مقدمه

شوری یکی از عمده‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که بر تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک تأثیر می‌گذارد (Ibrahim, 2016). جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه حساس‌ترین مراحل به شوری هستند (Abbasi Bidli et al., 2017); به طوری که، اولین اثری که شوری می‌تواند بر رشد گیاهان داشته باشد عدم یکنواختی در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه می‌باشد (Ibrahim, 2016; Grieve et al., 1992). تنش شوری باعث تغییرات نامطلوب فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در جوانه‌زنی بذرها می‌شود و می‌تواند از طریق تنش اسمزی، اثرات اختصاصی یون و استرس اکسیداتیو بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه تأثیر بگذارد. شوری از طریق عوامل مختلفی مانند کاهش دسترسی به آب، تغییر در تحرک مواد ذخیره‌ی بذر و تأثیر بر سازمان ساختاری پروتئین‌ها، جوانه‌زنی بذر را به تاخیر بیندازد یا از آن جلوگیری نماید (Ansari, 2016; Ibrahim, 2016). گزارشات مختلف حاکی از آن است که شوری سبب کاهش شاخصهای جوانه‌زنی در اکثر گیاهان شده است (Ansari, 2016; Soltani et al., 2006; Patade et al., 2019; Deilam et al., 2011).

استفاده از تکنیک‌های مختلف می‌تواند ظهور و استقرار گیاهچه را در شرایط شوری بهبود بخشد (Ansari, 2016; Ibrahim, 2016). یکی از پرکاربردترین این روش‌ها پرایمینگ بذر است. فرآیند پرایمینگ بذر (پرایمینگ) شامل قرار گرفتن قبلی بذر در معرض مواد مختلف است که باعث می‌شود بذر در برابر قرار گرفتن در معرض عوامل نامساعد محیطی در آینده مقاوم‌تر شود (Ibrahim, 2016; Hossain et al., 2020). پرایمینگ بذر فرآیندهای متابولیک قبل از جوانه‌زنی را تحریک و بذر را برای خروج ریشه‌چه آماده، فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و ترمیم غشاها را

افزایش می‌دهد، که این تغییرات باعث تقویت بنیه بذر در طول جوانه‌زنی و سبز شدن بهتر تحت تنش شوری خواهد شد (Ibrahim, 2016). تیمارهای پرایمینگ بذر (پرایمینگ بذر) روشی مرسوم جهت بهبود و افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی از قبیل درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن تحت شرایط نامساعد محیطی از قبیل سرما، خشکی و شوری می‌باشد (Ansari et al., 2012). به طور کلی، رشد و بهره‌وری گیاهان به طور مداوم توسط تنش‌های محیطی مختلف به چالش کشیده می‌شود. با این حال، آنها می‌توانند سیگنال استرس را درک کرده و شبکه پیچیده‌ای از سیگنال‌های استرس را فعال کنند که شامل مسیرهای سیگنالینگ پیچیده، پروتئین‌های دفاعی و هورمون‌ها در پاسخ به استرس می‌باشد (Alagna et al., 2020; Liorens et al., 2020). استفاده از پرایمینگ بذر می‌تواند سیستم ایمنی گیاه را به طور موثر برای بهبود تحمل گیاه در برابر تنش‌های غیرزیستی فعال کند (Hossain et al., 2020; Kandhol et al., 2022; Nair et al., 2022). تحت شرایط مختلف محیطی (مساعد و نامساعد) استفاده از تیمارهای پرایمینگ بذر با استفاده از محلول‌های مواد مختلف از قبیل ترکیبات نمکی (هالوپرایمینگ)، پتانسیلهای متفاوت اسمزی (اسموپرایمینگ)، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشدی (هورمون پرایمینگ) و آب (هیدروپرایمینگ) می‌تواند تحمل در برابر شرایط نامساعد، در گیاهان را افزایش داد (Patade et al., 2011; Iqbal and Ashraf, 2007; Guzman and Olave, 2004). در تحقیقات متعددی گزارش شده است که استفاده از روش‌های مختلف پرایمینگ بذر در گیاهان مختلف سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش خواهد شد (Ashraf and Rauf, 2001; Ansari et al., 2012). تنش‌های محیطی سبب کاهش در شاخص‌های

یک لیتر (پی‌پی‌ام) به مدت ۱۴ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بودند (تیمار پرایم انتخاب شده و مدت زمان و دمای پرایم با توجه به پیش‌آزمایش‌های انجام شده انتخاب شدند). بعد از مدت زمان‌های مشخص شده جهت پرایمینگ، بذر با آب مقطر شستشو و در دمای اتاق قرار گرفتند تا رطوبت‌شان به رطوبت اولیه بذر (۸ درصد) برسند. بعد از خشک شدن، بذرهای تیمار شده و بذر شاهد (بدون پرایم) در ابتدا با محلول کاربوکسین تیرام یک در هزار به مدت ۲ دقیقه ضد عفونی سطحی شدند و سپس با آب مقطر شستشو و تعداد ۵۰ بذر به ظرف‌هایی حاوی محلول‌های نمکی منتقل شدند. تست جوانه‌زنی استاندارد در ۳ تکرار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان متوقف شدن جوانه‌زنی انجام شد (Ansari et al., 2012). بذر با به‌صورت روزانه شمارش و تعداد بذرهای جوانه‌زده ثبت شدند و در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی (Patade et al., 2012)، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی، بیه بذر (حاصلضرب طول گیاهچه در درصد گیاهچه طبیعی)، وزن مواد مصرف شده بذر یا مقدار استفاده از ذخایر بذر (WMSR) weight of mobilized seed reserve، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر (SRUE) seed reserve utilization efficiency و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر (SRDP) seed reserve depletion percentage با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (Soltani et al., 2012, Ansari et al., 2012).

رابطه ۱

وزن خشک بذر باقی مانده بعد از جوانه زنی - وزن

خشک اولیه بذر = وزن مواد مصرف شده بذر

رابطه ۲

وزن خشک گیاهچه / وزن مواد مصرف شده بذر =

درصد کاهش مواد ذخیره ای بذر

جوانه‌زنی و روند مصرف مواد ذخیره‌ای و کاهش در وزن خشک گیاهچه می‌شوند (Soltani et al., 2006; Ansari et al., 2012). در این راستا گزارش شده است که اثر پیش‌تیمارهای مختلف بذری در بذر چاودار کوهی تیمار شده با ترکیبات مختلف تحت شرایط تنش خشکی و شوری علاوه بر افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی، افزایش در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر را نیز به دنبال داشت (Ansari et al., 2012).

تریتیکاله غله جدیدی است که به‌وسیله انسان و در نتیجه تلاقی ژنوم‌های گندم (جنس *Triticum*) و چاودار (جنس *Secale*) به‌وجود آمده است. در این تلاقی گندم پایه مادری و چاودار پایه پدری بوده است. وجود خصوصیات زراعی مشترک به‌ویژه بین تریتیکاله و گندم در گسترش زراعت این محصول کمک شایان توجهی خواهد نمود. تریتیکاله نسبت به گندم در اثر تأخیر در کاشت در شرائط اقلیمی برابر، خسارت بیشتری می‌بیند. برخلاف سایر گیاهان که تحقیقات زیادی در رابطه با اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی انجام شده است، در مورد تریتیکاله تحقیقات علمی چندانی انجام نشده است. به‌همین منظور این آزمایش به بررسی اثر جیبرلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی و مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تریتیکاله تحت شرایط تنش شوری می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه کنترل کیفی بذر شرکت کشت گستر هشتاد و هفت مرودشت به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش شوری با پتانسیلهای صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار و تیمارهای پرایمینگ بذر شامل جیبرلیک اسید صفر، ۲۵ و ۵۰ قسمت در

رابطه ۳

وزن مواد مصرف شده بذر / وزن خشک گیاهچه =
بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر
تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS انجام و میانگین‌ها با
استفاده از آزمون LSD با یکدیگر مقایسه شدند.
نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که اثر ساده تیمارهای مختلف پرایمینگ و تنش شوری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده (درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی، بنیه بذر، وزن مواد مصرف شده بذر، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تنش شوری و تیمارهای پرایمینگ بذر بر درصد گیاهچه طبیعی، بنیه بذر و وزن مواد مصرف شده بذر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات در سطح

احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).
شاخص‌های جوانه‌زنی: نتایج جدول ۲ نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد شدیدتر از بذرهای تیمار شده با جیبرلیک اسید بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمارهای پرایمینگ بذر اعمال شده بر بذر تریپتیکاله باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی و بنیه بذر در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۲). بیشترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۹۵/۳۳ درصد، شاخص جوانه‌زنی با میانگین ۴۱/۶۵ بذر در روز، طول گیاهچه با میانگین ۱۹/۲۷ سانتی‌متر و درصد گیاهچه طبیعی با میانگین ۹۵/۳۳ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام بود. صفات بیان شده با تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). بیشترین بنیه بذر با میانگین ۱۸۳۶ مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام بود (جدول ۲).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر تنش شوری و پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی تریپتیکاله.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	طول گیاهچه	درصد گیاهچه طبیعی	بنیه بذر	مصرف شده بذر	وزن مواد مصرف شده بذر	درصد کاهش مواد ذخیره	بازده استفاده از مواد ذخیره	وزن خشک گیاهچه
تیمار	۴	۲۱۶۲۵/۳۳**	۲۱۶۲/۱۸**	۵۶۵/۰۳**	۱۲۸۸۶/۳۲**	۶۳۹۱۹/۰۷**	۱۲/۷۵**	۱۲/۷۵**	۲۲۱۱/۱۲**	۰/۰۳**	۰/۰۳**
شوری	۳	۹۴۵/۲۷**	۱۱۰/۲۸**	۱۳/۶۳**	۵۱۱/۲۲**	۱۷۶۳۶/۶۱**	۱/۴۷**	۱/۴۷**	۱۰۶/۰۷**	۰/۰۱**	۰/۰۱**
شوری × تیمار	۱۲	۳۸۱/۰۷**	۴/۵۸**	۱/۲۴**	۲۱/۷۲*	۶۰۰۸/۹۵*	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۴*	۳/۴۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
خطا	۴۰	۷/۸۱	۱/۴۵	۰/۱۳	۸/۸۵	۲۴۰۴/۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۳۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات (%)	-	۳/۷۴	۸/۶۸	۲/۷۵	۴/۹۳	۵/۰۲	۱۴/۳۷	۱۴/۳۷	۸/۷۹	۶/۳۲	۸/۲۳

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تنش شوری شاخص جوانه‌زنی (سرعت جوانه‌زنی) کاهش یافت که با نتایج فتیح و کریل (Fatih and Kiril, 2018) مطابقت دارد. گزارش شده است که با افزایش غلظت نمک زمان جوانه‌زنی طولانی خواهد شد.

افزایش زمان جوانه‌زنی با افزایش شوری سطح ممکن است به این واقعیت نسبت داده شود که نمک باعث استرس اسمزی و تنش یونی شده و منجر به جذب ضعیف آب توسط بذر می‌شود (Tabassum et al., 2017).

کلریدسدیم به دلیل اثر بازدارندگی در جذب آب به وسیله بذر، پتانسیل اسمزی را افزایش می دهد. پرایم کردن بذر با محلول اسمزی دارای کلریدسدیم و کلریدکلسیم باعث افزایش و تجمع قندها و اسیدآمینه پرولین (تنظیم کننده اسمزی) در بذر و اندام های گیاه شده که این موضوع سبب می شود تا سدیم کمتر و پتاسیم و کلسیم بیشتری در بذر و ریشه ها انباشته شود. برخی مطالعات نشان می دهد که تعادل نسبت سدیم به کلسیم در بذره های پرایم شده تحت سطوح شوری یکسان به طور معینداری کاهش می یابد و مقاومت در برابر تنش شوری در بذره های پرایم شده از طریق افزایش تجمع کلسیم و پتاسیم با تنظیم اسمزی به واسطه تجمع محلول های آلی حاصل می شود (Sivritepe et al., 2003; Greenway and Muns, 1980). الرادی و همکاران (Elradi et al., 2022) بر روی گیاه نخود گزارش کردند که استفاده از تیمارهای پرایمینگ بذر سبب بهبود در شاخص های جوانه زنی نخود تحت شرایط تنش شوری گردید. همچنین تعدادی از محققین مختلف از قبیل فقهناپی و همکاران (Feghhenabi et al., 2020) بر روی گندم، شیخ بگلو و همکاران (Sheykhbaglou et al., 2014) در سورگوم، انصاری و همکاران (Ansari et al., 2012) در چاودار کوهی و اسدی آغبلاقی و همکاران (Asadi Aghbolaghi et al., 2014) در ارزن بیان داشتند که استفاده از تیمارهای مختلف پرایمینگ اعم از تیمار بذر با آب، تنظیم کننده های رشدی گیاه محلول های نمکی و اسمزی سبب بهبود در شاخص های جوانه زنی شد که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر اینکه تنش شوری سبب کاهش در شاخص های اندازه گیری شده شد ولی استفاده از تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر سبب بهبود در این شاخص ها گردید مطابقت دارد.

تأخیر یا مهار جوانه زنی بذرها در اثر تنش اکسیداتیو نیز به عنوان یک عامل مهم، که بر تعادل تولید گونه های فعال اکسیژن و حذف یا سم زدایی تأثیر می گذارد تایید شده است (Nimir et al., 2020). دانتاس و همکاران (Dantas et al., 2007) گزارش دادند که غلظت بیش از ۵۰ میلی مولار نمک بر جوانه زنی بذر تأثیر می گذارد و جوانه زنی و رشد گیاهچه را کاهش خواهد داد. کاهش جوانه زنی بذر به دلیل افزایش شوری ممکن است در نتیجه آسیب به زنده ماندن بذر در سطح شوری بالاتر یا استرس اکسیداتیو بالای القاء شده به بذر باشد (Ehtaiwesh and Rashed, 2019).

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در سطوح بالاتر تنش شوری اثر تیمارهای پرایمینگ بیشتر شد به عنوان مثال در سطح شوری شاهد یا بدون تنش استفاده از تیمارهای پرایمینگ با جیبرلیک اسید صفر، ۲۵ و ۵۰ پی پی ام به ترتیب سبب افزایش ۳، ۴ و ۴ درصدی، درصد جوانه زنی شد ولی در سطح ۱۶۰ میلی مولار تنش شوری به ترتیب سبب افزایش ۳۴، ۵۱ و ۵۳ درصدی شد. عباسی بیدلی و همکاران (Abbasi Bidli et al., 2017) بر روی گیاه ماش نشان دادند که اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر از قبیل استفاده از جیبرلیک اسید و کربنات کلسیم بر شاخص های جوانه زنی تحت شرایط تنش اثرات مثبت بیشتری دارد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

با افزایش شوری و منفی شدن پتانسیل اسمزی آب توسط نمک جذب آب برای جنین سختتر می شود و در نتیجه با افزایش شوری افت جوانه زنی و بنیه بذر (ویگور بذر) رخ خواهد داد. مشخص شده است که طویل شدن محور جنینی شدیداً به واسطه سطوح بالای کلریدسدیم موجود در محلول آبیاری بازداشته می شود (Poljakoff-Mayber et al., 1994). از طرف دیگر

اثر جیبرلیک اسید بر روند تغییرات مصرف مواد... / ابوالفضل رشیدی رضا آباد و همکاران

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی تربیتکاله تحت شرایط تنش شوری.

شوری (میلی مولار)	جیبرلیک اسید (پی‌پی‌ام)	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	طول گیاهچه (cm)	درصد گیاهچه طبیعی	بنیه بذر
صفر	بدون پرایم	۹۲	۳۵.۹۵	۱۸.۷	۸۶	۱۶۰.۸
	۰ (هیدروپرایم)	۹۴.۶۷	۳۸.۸۵	۱۸.۹۷	۹۰.۶۷	۱۷۱۹.۵۳
	۲۵	۹۵.۳۳	۴۰.۲۱	۱۹.۱	۹۴	۱۷۹۵.۴۷
	۵۰	۹۵.۳۳	۴۱.۶۵	۱۹.۲۷	۹۵.۳۳	۱۸۳۶.۷۳
۴۰	بدون پرایم	۸۶.۶۷	۲۹.۸۱	۱۸.۵	۷۷.۳۳	۱۴۳۱.۴۷
	۰ (هیدروپرایم)	۹۰	۳۴.۲۶	۱۹.۰۳	۸۳.۳۳	۱۵۸۶.۲۷
	۲۵	۹۰.۶۷	۳۵.۹۶	۱۹.۳۳	۸۶.۶۷	۱۶۷۵.۵۳
	۵۰	۹۲.۶۷	۳۸.۲۲	۱۹.۴۶۷	۸۸.۶۷	۱۷۲۶
۸۰	بدون پرایم	۷۸	۲۴.۷۳	۱۲.۸۷	۶۸	۸۷۳.۸
	۰ (هیدروپرایم)	۸۰.۶۷	۲۶.۶۵	۱۴.۴۷	۷۱.۳۳	۱۰۳۱.۸۷
	۲۵	۸۲.۶۷	۲۷.۷۷	۱۴.۸۳	۷۲.۶۷	۱۰۷۷.۹۳
	۵۰	۸۵.۳۳	۳۱.۰۴	۱۵.۵	۷۶.۶۷	۱۱۸۸.۷۳
۱۲۰	بدون پرایم	۵۵.۳۳	۱۰.۷۹	۸.۶	۳۲	۲۷۴
	۰ (هیدروپرایم)	۶۴	۱۳.۹۴	۱۰.۳۳	۳۹	۴۰۴.۱۳
	۲۵	۷۰	۱۶.۵۳	۱۱.۹۷	۴۳.۳۳	۵۱۸.۴۷
	۵۰	۷۴.۶۷	۱۸.۳۱	۱۲.۵۷۷	۴۸.۶۷	۶۱۱.۴۷
۱۶۰	بدون پرایم	۳۱.۳۳	۵.۰۳	۱.۰۷	۲	۲۰.۱۳
	۰ (هیدروپرایم)	۴۲	۶.۴۴	۲.۰۷	۱۰	۲۰.۱۳
	۲۵	۴۷.۳۳	۷.۶۸	۳.۳۷	۱۴.۶۷	۴۹.۶
	۵۰	۴۸	۹.۲۳	۳.۷۷	۲۵.۳۳	۹۵.۶۷
LSD						۲۳/۱

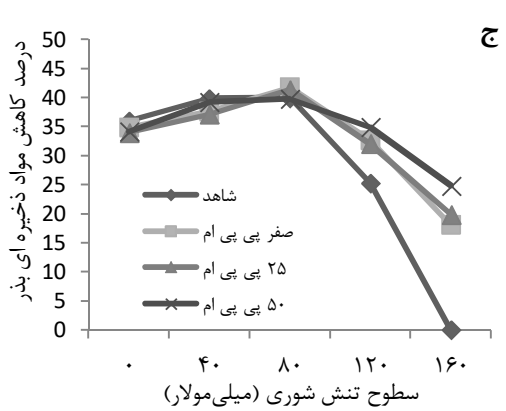
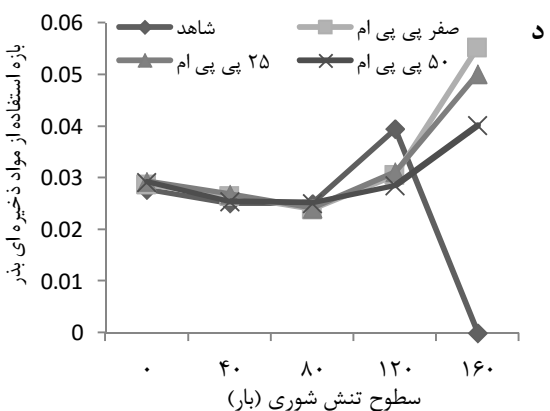
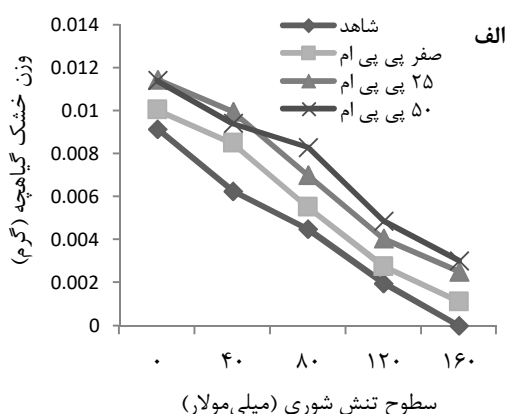
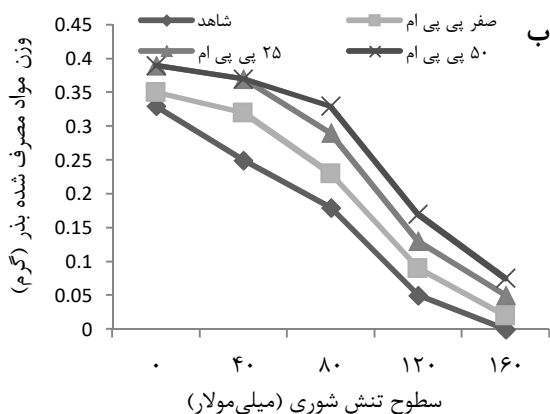
میانگین‌های ارای حروف متفاوت در هر ستون، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دارند (LSD).

سطح ۱۲۰ میلی‌مولار شوری بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر مربوط به تیمار شاهد بود ولی در سطح ۱۶۰ میلی‌مولار بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر از تیمار پرایمینگ بذر با آب به‌دست آمد و در تیمار شاهد با افزایش تنش شوری بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر ب شدت کاهش یافت (شکل ۱ د). دیگر محققان نیز گزارش کردند که با افزایش تنش، شاخصهای مربوط به مصرف مواد ذخیره‌ای بذر کاهش می‌یابد و همچنین گزارش شده است که بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر در گندم در تنش ۰/۵- مگاپاسکال تنش شوری و برای چاودار

شاخص‌های مصرف مواد ذخیره‌ای بذر: نتایج مربوط به شاخص‌های مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تربیتکاله تحت شرایط تنش شوری نشان داد که بیشترین وزن خشک گیاهچه، وزن مواد مصرف شده بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر در شرایط بدون تنش (شاهد) مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام بودند، ولی در بالاترین سطح تنش مناسبترین تیمار پرایمینگ بذر، استفاده از جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام بود (شکل ۱ الف، ب و ج). بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر تا سطح ۸۰ میلی‌مولار شوری اختلافی در تیمارهای مختلف نداشت ولی در

و ساز، باعث تسریع جوانه‌زنی می‌شود و ثانیاً در طی تیمارهای پرایمینگ بذر، سنتز پروتئین و DNA افزایش یافته و همچنین بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین تاثیر گذار می‌باشد و تسریع در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر می‌شود (Bradford, 1995). در گزارشی سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2012) و انصاری و همکاران (Ansari et al., 2012) بیان داشتند که در گیاهان تک لپه‌ای فعال شدن آنزیم‌های هیدرولیز کننده مواد ذخیره‌ای در نتیجه سنتز بیشتر هورمون جیبرلین سبب تجزیه و انتقال مواد از آندوسپرم به جنین خواهد شد و در ادامه اظهار داشتند که استفاده از تیمارهای پرایمینگ بذر ممکن است از طریق اثرگذاری بر فعالیت این هورمون و آنزیم‌ها سبب تسریع در تجزیه و انتقال بیشتر مواد به جنین و خروج سریع‌تر گیاهچه شود.

۰/۸- مگاپاسکال تنش خشکی بود که نتایج به دست آمده توسط این محققین با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر کاهش این شاخص با افزایش سطح تنش مطابقت دارد (Soltani et al., 2006; Ansari et al., 2012). در گزارشی دیگر انصاری و همکاران (Ansari et al., 2012) گزارش کردند که استفاده از تیمار پرایمینگ بذر سبب افزایش در شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای و رشد گیاهچه چاودار کوهی می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر اثر مثبت پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید بر شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد غذایی بذر مطابقت دارد. به‌طور کلی، علت برتری بذرهای پرایم شده نسبت به شاهد (بدون پرایم) در گونه‌های مختلف گیاهی را میتوان چنین استنباط نمود که اولاً پرایمینگ بذر با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه‌زنی یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت



شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تربیتکاله تحت شرایط تنش شوری.

نتیجه گیری کلی

شده بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر باشند. تیمار بذر با جیبرلیک اسید بیشترین اثر را بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشت. تیمار بذر با غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید در شرایط بدون تنش و تیمار بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام در پتانسیل ۱۶۰ میلی‌مولار بیشترین اثر را بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی و روند مصرف مواد ذخیره‌ای داشت.

نتایج به دست آمده نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای بذر با افزایش تنش شوری کاهش و در بذرهای پرایمینگ شده نسبت به شاهد افزایش یافت. کاهش در درصد جوانه‌زنی و کاهش در وزن خشک گیاهچه می‌تواند مرتبط با کاهش در وزن مواد مصرف

References

- Abbasi Bidli, M. and Abdali Mashhadi, A. 2017. Effect of priming on germination characteristics and growth of the *Vigna radiata* (*Shushtar ecotype*) seeding under salinity stress. *Iranian J. Seed Sci and Res.* 4(1): 75-88.
- Al, A., Bestwerk, C. S., Barna, B. and Mansfield, J.W. 1995. Enzyme regulation of the accumulation of active oxygen species during the hypersensitive reaction of bean to *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Planta.* 197: 240- 249.
- Alagna, F., Balestrini, R., Chitarra, W., Marsico, A.D., and Nerva, L. 2020. Getting ready with the priming: innovative weapons against biotic and abiotic crop enemies in a global changing scenario. In *Priming-Mediated Stress and Cross-stress Tolerance in Crop plants*. Academic Press, pp. 35–56.
- Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharif Zadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. *Cerc Agronomice. Moldova.* 2 (150): 43-48.
- Ansari, O., Tavakkol Afshari, R., Sharif-Zadeh, F. and Shayanfar, A. 2013. The role of priming on seed reserve utilization and germination of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under salinity stress. *Iranian Journal of Field Crop Science. Iranian J. Field Crop Sci.* 44(2): 181-189.
- Asadi Aghbolaghi, N. and Sedghi, M. 2014. The effect of osmo and hormone priming on germination and seed reserve utilization of millet seeds under drought stress. *J. Stress Physiol and Bioch.* 10(1): 214-222.
- Ashraf, M. and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiol Planta.* 23: 407 414.
- Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed. Sci. Res,* 14: 93- 107.
- Bradford, K.J. 1995. Water relation in seed germination. In: J. Kigel and G. Galili (eds), *Seed development and germination*. Marcel Dekker. pp: 351- 396.
- Dantas, B.F., Ribeiro, L.d.S., and Aragão, C.A. 2007. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. *Revista Bra. de Sem.* 29(2):106-110.
- Deilam, A., Rouhani, H., Sabouri, H. and Gholam Ali Pooralmadari, E. 2019. Effect of drought stress and salinity on germination, soluble carbohydrates and proline of *Atriplex halimus*. *Iranian J. Seed Sci and Res.* 6(2): 245-255.
- Ehtaiwesh, A.F., and Rashed, F.H. 2019. The effect of salinity on Libyan soft wheat (*Triticum aestivum* L.) at germination stage. *Scientific J. Applied Sci. Sabratha Uni.* 3(2):41-54.
- Elradi, S., Suliman, M., Zhou, G., Nimir, E., Nimir, N., Zhu, G., Jiao, X., Meng, T., Ibrahim, M. and Ali, A. 2022. Seeds priming with β -aminobutyric acid alleviated salinity stress of chickpea at germination and early seedling growth. *Chilian J. Agri. Res.* 82(3): 426- 436.
- Fatih, Ö. and Kirli, A. 2018. Effects of salt stress on germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Akad. Ziraat Der.* 7(2):191-196.
- Feghhenabi, F., Hadi, H., Khodaverdiloo, H, Th. and van Genuchten, M. 2020. Seed priming alleviated salinity stress during germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agri. Water Manag.* 231, 106022.
- Greenway, H. and Muns. R. 1980. Mechanism of salt tplerance of non-halophytes. *Annual Rev. Plant Physiol.* 31: 149- 190.

- Grieve, C.M., Lesch, S., Francois, L.E. and Maas, E.W. 1992. Analysis of main-apike yield components in salt-stressed wheat. *Crop Sci.* 32: 697- 703.
- Guzman, M. and Olave, J. 2004. Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (*Cucumis melol.* Cv. Primal) under salinity. *Acta Horti.* 659: 253- 260.
- Heshmati, S., Dehaghi, M.A., Farooq, M., Wojtyla, L., Maleki, K., and Heshmati, S. 2021. Role of melatonin seed priming on antioxidant enzymes and biochemical responses of *Carthamus tinctorius* L. under drought stress conditions. *Plant Stress* 2, 100023.
- Hossain, M.A., Liu, F., Burritt, D., Fujita, M., and Huang, B. 2020. Priming-Mediated stress and Cross-stress Tolerance in Crop plants. Academic Press.
- Hus, J.L. and Sung, J.M. 1997. Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid Watermelon seeds. *Physiological plantum*, 100: 967- 974.
- Ibrahim, E.A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *J Plant Physiol.* 15(192): 38-46.
- Iqbal, M. and Ashraf, M. 2007. Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. *J. Integ. Plant Biolo*, 49: 1003-1015.
- Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. *Planta*, 208: 175- 180.
- Johnson, L.B. and Cunningham, B.A. 1972. Peroxidase activity in healthy and leaf-rustinfected wheat leaves. *Phytochemistry*, 11: 547–551.
- Kandhol, N., Singh, V.P., Ramawat, N., Prasad, R., Chauhan, D.K., Sharma, S., Sahi, S. and Peralta-Videoa, J. 2022. Nano-priming: impression on the beginner of plant life. *Plant Stress.* 5, 100091.
- Khan, M. A. and Gulzar, S. 2003. Germination responses of *Sporobolus ioclados*. A saline desert grass. *J. Arid Envir.* 27: 177- 237.
- Llorens, E., Gonz'alez-Hernandez, A.I., Scalschi, L., Fernandez-Crespo, E., Camanes, G., Vicedo, B. and García-Agustín, P. 2020. Priming mediated stress and cross-stress tolerance in plants: concepts and opportunities. *Priming-Mediated Stress and CrossStress Tolerance in Crop Plants.* Academic Press, pp. 1–20.
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration Physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Techno.* 27: 177-237.
- Nair, A., Bhukya, D.P.N., Sunkar, R., Chavali, S. and Allu, A.D. 2022. Molecular basis of priming-induced acquired tolerance to multiple abiotic stresses in plants. *J. Exp. Bot.* 73(11): 3355-3371.
- Nimir, N.E.A., Zhou, G., Zhu, G. and Ibrahim, M.E. 2020. Response of some sorghum varieties to GA3 concentrations under different salt compositions. *Chilean Journal of Agricultural Research* 80:478-486.
- Patade, V.Y., Maya, K. and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. *Research J. Seed Sci.* 4 (3): 125 -136. (Journal)
- Poljakoff-Maybo, A., Somers, G. F. and Werker, E.G. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae): Their structure, germination and salt tolerance. *American J. Botany.* 81: 54- 59.
- Rouhi, H.R., Aboutalebian, M. A., Moosavi, S.A., Karimi, F. A., Karimi, F., Saman, M. and Samadi, M. 2012. Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. *International J. Agri. Sci.* 2(3): 237- 243.
- Sheykhbaglou, R. Rahimzadeh, S. Ansari, O. and Sedghi, M. 2014. The effect of salicylic acid and gibberellin on seed reserve utilization, germination and enzyme activity of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds under drought stress. *J. Stress Physio and Bioch.* 10(1): 5-13.
- Soltani, A., Gholipoor M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environ and Exp. Botany*, 55: 195–200.
- Tabassum, T., Farooq, M., Ahmad, R., Zohaib, A. and Wahid, A. 2017. Seed priming and transgenerational drought memory improves tolerance against salt stress in bread wheat. *Plant Physio and Bioch.* 118:362-369.



Assessing the Deterrent Effect of Aqueous and Formulated Extracts of Russian Knapweed (*Acroptilon repens* L.) with Chitosan on the Germination of Rye Weed (*Secale cereale* L.)

Mohammad Taqi Al-Ibrahim^{1*}, Amir Hajzadeh², Fatemeh Ahmadnia³, Lili Nabati Soha⁴

¹ Professor Department of Weed Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. Email: m.t.alebrahim@gmail.com

² M.Sc Department of Weed Science, Faculty of agriculture and natural resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran, Email: amir.hjzd71@gmail.com

³ Ph.D. Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran, Email: F.ahmadnia@uma.ac.ir

⁴ Ph.D. Department of agrotechnology, Faculty of agriculture and natural resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran, Email: leyliinabatii74@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:

Received: 2022-7-11
Revised: 2022-10-15
Accepted: 2022-10-30

Keywords:

Allelopathy
Biological herbicide
Chitosan
Germination
Nanoparticles

ABSTRACT

In order to investigate the germination of Rye weed (*Secale cereale* L.) under the influence of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) aqueous and formulated extracts with chitosan, an experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design with three replications in the Agricultural and Natural Resources Faculty laboratory of the University of Mohaghegh Ardabili in 2017. Experimental treatments included the type of extract (Russian knapweed aqueous extract and its formulated extract with chitosan) and seven concentrations of zero (Control), 0.625, 1.25, 2.5, 5, 10, and 20%. The results indicated that rye germination and its related components were significant at the ($P \leq 1\%$). The formulated Russian knapweed extract at a concentration of 0.625 caused a 15.17% increase in plumule length compared to the control treatment, and the concentrations of 5 and 10% of the formulated extract caused 100% control of the plumule and radicle length compared to the control treatment. The concentration of 0.625 of Russian knapweed aqueous extract was the lowest (10 %) and the concentration of 5 and 10 of the extract formulated with chitosan was the highest (100 %) showed a decrease in the plumule, radicle, and seedling fresh weight compared to the control treatment. Also, the concentrations of 5 and 10 formulated extracts of Russian knapweed reduced 100% plumule, radicle, and seedling dry weight. Increasing the concentration of both types of extract increased the inhibition potential of germination so that in concentrations of 10 and 20% Russian knapweed extract, and formulated extract with chitosan, a significant reduction in rye germination was recorded. Aqueous and formulated extracts of Russian Knapweed with chitosan in concentrations of 10 and 20% are recommended for controlling Rye weed germination in laboratory conditions.

Cite this article: Al-Ibrahim, M.T., Hajzadeh, A., Ahmadnia, F., Nabati Soha, L. (2022). Assessing the Deterrent Effect of Aqueous and Formulated Extracts of Russian Knapweed (*Acroptilon repens* L.) with Chitosan on the Germination of Rye Weed (*Secale cereale* L.). *Seed Research*, 12 (4), 38-53.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: 10.30495/jsr.2023.1994021.1262

بررسی اثر بازدارندگی عصاره‌های آبی و فرموله شده علف‌هرز تلخه (*Secale cereale* L.) با کیتوزان بر جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار (*Acroptilon repens* L.)

محمدتقی آل‌ابراهیم^{۱*}، امیر حاج‌زاده^۲، فاطمه احمدنیا^۳، لیلی نباتی سوها^۴

^۱ استاد گروه علوم علف‌های‌هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: m.t.alebrahim@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد گروه علوم علف‌های‌هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: amir.hjzd71@gmail.com

^۳ دکتری گروه آگروتکنولوژی، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: f.ahmadnia@uma.ac.ir

^۴ دکتری گروه آگروتکنولوژی، علوم علف‌های‌هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: leyliinabatii74@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	به منظور بررسی جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار (<i>Secale cereale</i> L.) تحت تأثیر عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان آزمایشی در سال ۱۳۹۶ در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع عصاره (عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان) و هفت غلظت صفر (آب مقطر)، ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد بود. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی چاودار و مؤلفه‌های وابسته به آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. عصاره‌ی فرموله شده تلخه در غلظت ۰/۶۲۵ باعث افزایش ۱۵/۱۷ درصدی طول ساقه چه نسبت به تیمار شاهد شد و غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد از عصاره فرموله شده باعث کاهش ۱۰۰ درصدی طول ساقه چه و ریشه چه نسبت به تیمار شاهد شدند. غلظت ۰/۶۲۵ از عصاره آبی تلخه کمترین (۱۰ درصد) و غلظت‌های ۵ و ۱۰ از عصاره فرموله شده با کیتوزان بیشترین (۱۰۰ درصد) کاهش وزن تر ساقه چه، وزن تر ریشه چه و وزن تر کل گیاهچه را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. همچنین غلظت‌های ۵ و ۱۰ عصاره فرموله شده تلخه موجب کاهش ۱۰۰ درصدی وزن خشک ساقه چه، ریشه چه و وزن خشک کل گیاهچه شدند. افزایش غلظت هر دو نوع عصاره، پتانسیل بازدارندگی جوانه‌زنی را افزایش داد به طوری که در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان کاهش قابل توجه جوانه‌زنی چاودار ثبت شد. عصاره آبی و فرموله شده تلخه با کیتوزان در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد قابل توصیه برای کنترل جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار در شرایط آزمایشگاهی هستند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۱	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۷/۲۳	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۸	
واژه‌های کلیدی:	
آلوپاتی	
جوانه‌زنی	
علف‌کش	
زیستی	
کیتوزان	
نانوذرات	

استناد: آل‌ابراهیم، محمدتقی؛ حاج‌زاده، امیر؛ احمدنیا، فاطمه؛ لیلی نباتی، سوها. (۱۴۰۱). بررسی اثر بازدارندگی عصاره‌های آبی و فرموله شده علف‌هرز تلخه (*Acroptilon repens* L.) با کیتوزان بر جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار (*Secale cereale* L.). *تحقیقات بذر*,

۱۲ (۴)، ۳۸-۵۳.

Doi: 10.30495/jsr.2023.1994021.1262

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گران

© نویسندگان.



مقدمه

مبارزه با علف‌های هرز برای دستیابی به مدیریت بهینه جزء برنامه‌های ارزشمند زراعت است که در افزایش عملکرد گیاهان کشت شده، اهمیت بسیاری دارد (Delafuente et al., 2006). علف‌های هرز بر اثر رقابت با گیاهان زراعی، خسارت اقتصادی فراوانی به نظام‌های کشاورزی وارد می‌کنند که در صورت کنترل مناسب علف‌های هرز، می‌توانند عملکرد گیاهان زراعی را تا ۹۵ درصد افزایش دهند (Jabran et al., 2016). روش‌های کنترل علف‌های هرز شامل کنترل فیزیکی، مکانیکی، زیستی، زراعی و شیمیایی است (Mehdizadeh and Mushtaq, 2019). روش‌های سنتی کنترل علف‌های هرز غالباً زمان‌بر، وابسته به شرایط آب و هوایی و نیازمند نیروی انسانی است. رایج‌ترین روش کنترل علف‌های هرز استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی است (Olorunmiye et al., 2011). کنترل شیمیایی علف‌های هرز موجب آلودگی خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی، مواد غذایی، کاهش سلامت محیط زیست و انسان، بروز مقاومت در علف‌های هرز و همچنین باعث کاهش کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود (Algandaby and El-Darier, 2016). افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و مشکلات زیست محیطی منجر به فراگرفتن راهکارهای جدید مدیریتی در کشاورزی جهت کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی شده است (Algandaby and El-Darier, 2016, Ozpinar et al., 2017). یکی از این راهکارها در مهار و مدیریت علف‌های هرز استفاده از گیاهانی با خاصیت آلوپاتیک و تولید علف‌کش‌های جدید براساس ترکیبات طبیعی است (Wink, 2010; Kato, 2011; Alebrahim et al., 2012; Mousavi et al., 2012). علف‌کش‌های زیستی، نوعی از علف‌کش است که با استفاده از ترکیبات

آلوپاتیک رهاسازی شده از ریزجانداران، گیاهان و قارچ‌ها ساخته می‌شوند و خصوصیتی همچون تأثیرگذاری سریع، ماندگاری کم در محیط و دوام اقتصادی از نظر تولید دارند (Vyvyan, 2002). استفاده از گیاهانی که حاوی ترکیبات آلوپاتیک می‌باشند موجب کاهش آلودگی محیط و افزایش تولیدات کشاورزی می‌شود (Gao et al., 2011). در بررسی‌های بسیاری گزارش شده است که ترکیبات آلوپاتیک رهاسازی شده از برخی از گیاهان و بقایای حاصل از آنها مانع از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز می‌شود (Khan et al., 2006; Oroji et al., 2008; Mubeen et al., 2012).

تلخه گیاهی چند ساله، با نام علمی *Acroptilon repense* L. از خانواده کاسنی است که دارای خاصیت آلوپاتیک می‌باشد (Quintana et al., 2008; Alebrahim et al., 2011; Ale Ebrahim et al., 2018). توان رقابتی بالای گیاه تلخه آن را به عنوان علف‌هرز مهاجم در جهان معرفی کرده است (Quintana et al., 2008; Alebrahim et al., 2011). تلخه با تولید لاکتون‌های سزکوئی دارای سیستم دفاع بیوشیمیایی از طریق تولید ترکیبات آلووشیمیایی است (Alford et al., 2007). گزارش شده است که تلخه با تولید یک نوع فلاونوئید با نام ۷-۸ بنزوفلاون می‌تواند باعث سمیت در برخی از گونه‌ها شود (Stermitz et al., 2003). یکی دیگر از ترکیبات شیمیایی ترشح شده از تلخه کاتچین^۱ می‌باشد می‌باشد که از نظر ساختاری جزء فلاونوئیدهاست (Fitter, 2003). تعدادی از پژوهشگران در بررسی اثرات آلوپاتیک ترشحات تلخه گزارش کردند که کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره تلخه باعث کاهش جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی علف‌های هرز سیلن و بی‌تیراخ (*Galium aparine*) می‌شود (Alebrahim

1. Catachin

2017; De Arruda et al., 2015). این ماده غیرسمی، زیست تخریب پذیر، دارای خواص آنتی باکتریایی، خواص چسبندگی، خصوصیات چند بعدی، عملکرد بالا و ویژگی های جالب توجه زیادی است که به طور وسیعی در پزشکی، صنعت و کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد (Rampinoa et al., 2013; Cheung et al., 2015). تاکنون کاربرد کیتوزان به عنوان یک عامل رهاسازی کنترل شده برای ترکیباتی چون آفت کش ها و علف کش ها مورد بررسی قرار گرفته است (Struszezyk et al., 1989). استفاده از عصاره های گیاهی برای سنتز سبز نانوذرات توسعه یافته و تولید نانوذراتی سازگار با محیط زیست کاربرد دارد (Norouzi et al., 2006).

با توجه به پیامدهای منفی ناشی از مصرف نهاده های شیمیایی لزوم توجه به روش های زیست سازگار به منظور کنترل و یا کاهش خسارت علف های هرز در مزارع کشاورزی آشکار است. لذا، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر عصاره آبی گیاه تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان بر جوانه زنی بذر علف هرز چاودار در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان بر جوانه زنی علف هرز چاودار (*Secale cereal L.*) آزمایشی در سال ۱۳۹۶ در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه علوم علف های هرز دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع عصاره (عصاره آبی تلخه (*Acroptilon repense L.*) و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان و غلظت های صفر (شاهد)، ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد بود.

2016; et al.). بررسی های دیگری که بر روی علف های هرز یولاف وحشی و خردل وحشی انجام گرفت، نشان داد که طول ساقچه و ریشه چه، وزن تر و خشک گیاهچه، درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی تحت تأثیر غلظت های مختلف عصاره تلخه قرار گرفت و کمترین میزان صفات مذکور از تیمارهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره ی تلخه به دست آمد (Nabati Souha et al., 2020). تعدادی از پژوهشگران دیگر نیز گزارش کردند که عصاره ی گیاه تلخه اثر بازدارندگی معنی داری بر جوانه زنی علف های هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) و سلمه تره (*Chenopodium album*) داشت (Hatami hampa et al., 2017). استفاده از گیاهانی با ترکیبات آللوپاتیک مانند علف هرز تلخه به عنوان علف کش زیستی، فناوری جدیدی است که امروزه مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است (Ehlers and Thompson, 2004). فناوری نانو یکی از جدیدترین، مهمترین و کارآمدترین علوم موجود در جهان است که با رفع مشکلات و کمبودها موجب دگرگونی و تحولات قابل توجهی در علوم مختلف مانند صنایع غذایی، پزشکی و کشاورزی شده است (Navarro et al., 2008; Chen and Yada., 2011). فناوری نانو دارای فواید و موارد استفاده ی گسترده ای در بخش کشاورزی است (Khot et al., 2012). سنتز کیتوزان به صورت میکروکپسول، میکروسفر و نانوذرات به دلیل زیست سازگاری و سمیت کم مورد توجه پژوهشگران است (Bulmera et al., 2012; Ghadi, 2014). کیتوزان یک آمینوپلی ساکارید خطی، آب دوست و طبیعی با واحدهای D-گلوکز آمین و N-استیل D-گلوکز آمین است که شباهت ساختاری زیادی به سلولز دارد (Winkler et al., 2017). این ماده مشتقی از کیتین است که در نتیجه ی حذف گروه استیل از کیتین حاصل می شود (Cheung et al.,

از سرنگ ۲۰ میلی‌لیتری و با سوزنی به قطر ۰/۴۵ میلی‌متر به محلول ۳۵۰ میلی‌لیتری کیتوزان و عصاره تلخه همزمان با اختلاط محلول به تدریج اضافه شد (Bulmera et al., 2012; Shahbazi et al., 2013).

آزمون‌های زیست‌سنجی: اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر علف‌هرز چاودار (*Secale cereal L.*) در آزمایشگاه علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری تأثیر هر یک از تیمارها بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز چاودار، تعداد ۲۵ عدد بذر پس از استریلیزه شدن سطحی توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد، در ظروف پتری‌دیش با قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شد و به هر یک از آن‌ها ۱۰ سی‌سی از عصاره آبی علف‌هرز تلخه اضافه شد. همچنین برای هر تکرار، تیمار شاهد آب مقطر نیز در نظر گرفته شد. پس از کشت، ظروف پتری‌دیش در پاکت‌های پلاستیکی شفاف قرار داده و جهت جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شد. بذرهایی با ظهور ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به عنوان بذور جوانه‌زده در نظر گرفته شد. پس از اتمام جوانه‌زنی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از خط‌کش، وزن تر، خشک و کل گیاهچه‌ها با استفاده از ترازوی به دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. همچنین تجزیه و تحلیل GC-MS با استفاده از یک آشکارساز جرمی HP-5973 همراه با کروماتوگرافی گازی HP-6890 مجهز به ستون مویرگی سیلوکسان HP-5MS (30 m × 0.25mm i.d., film thickness,) 0.25 μm انجام شد.

درصد جوانه‌زنی^۳: درصد جوانه‌زنی بذر با توجه به رابطه (۱) اندازه‌گیری و محاسبه گردید (Scott et al., 1984).

عصاره‌گیری: به‌منظور تهیه عصاره‌ی آبی علف‌هرز تلخه (*Acroptilon repense L.*) از روش خیساندن^۲ استفاده شد. اندام هوایی علف‌هرز تلخه پیش از مرحله گلدهی از مزارع آلوده جمع‌آوری و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شد. سپس زیست‌توده خشک علف‌هرز تلخه آسیاب و به منظور تهیه عصاره مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه غلظت‌ها مقادیر ۶۷/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم پودر تلخه به یک لیتر آب مقطر اضافه شد. سپس محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر قرار گرفت. عصاره‌های به‌دست آمده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف و در دمای ۵ درجه‌سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد (Ale Ebrahim et al., 2005; Yarnia et al., 2010; Ale Ebrahim et al., 2017).

سنتز نانوذرات کیتوزان: برای سنتز عصاره نانوذرات کیتوزان با عصاره تلخه، کیتوزان با جرم مولکولی متوسط، درجه داستیلاسیون ۸۵ درصد از برند تجاری Sigma-Aldrich و تری‌پلی‌فسفات (Tpp) تهیه و با استفاده از فیلتر ۰/۴۵ μm و ۰/۲۲ μm (millipore) رسوبات و مواد حل نشده حذف شد. سنتز کیتوزان براساس روش برهمکنش یونی بین محلول کیتوزان با بار مثبت و محلول تری‌پلی‌فسفات با بار منفی تهیه شد. به این ترتیب که ۲/۵ گرم کیتوزان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین و با استفاده از آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به‌منظور تنظیم pH برابر پنج چند قطره اسید استیک دو درصد به محلول اضافه و با استفاده از pH سنج کنترل شد. اختلاط حجم مشخصی از عصاره علف‌هرز تلخه با محلول کیتوزان به تدریج و بر روی دستگاه همزن مغناطیسی مدل Heidolph صورت گرفت. سپس تری‌پلی‌فسفات سدیم به میزان ۵۰ میلی‌لیتر با استفاده

یک درصدی پیچک، جوانه‌زنی بذر گندم را ضمن کاهش ۷۰ درصدی، با تاخیر ۵ روز در جوانه‌زنی مواجه کرده است (Chon et al., 2005). در آزمایش دیگری نیز گزارش شد که عصاره‌ی آبی تلخه اثر بازدارندگی معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره داشت، به طوری که درصد جوانه‌زنی علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره در حالت تیمار با عصاره‌ی آبی تلخه نسبت به تیمار شاهد به ترتیب از ۹۹ درصد به ۱۰ درصد و از ۹۲ درصد به ۷ درصد کاهش یافت (Hatami Hampa et al., 2017). جوانه‌زنی و رشد گیاهان حساس در معرض ترکیبات آللوپاتیک کاهش می‌یابد؛ به طوری که گزارش شده است ترکیبات آللوپاتیک سبب کاهش غلظت جیبرلیک اسید، اکسین و افزایش غلظت آبسزیک اسید در گیاهچه می‌شود و این تغییرات هورمونی منجر به کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود (Kang et al., 2008). همچنین در آزمایشی گزارش شد که بذره‌ای با اندازه کوچک بیشتر تحت تأثیر ترکیبات آللوپاتیک قرار می‌گیرند به طوری که عصاره با غلظت پایین نیز موجب جلوگیری از جوانه‌زنی بذر می‌شود (Shang and Xu, 2012).

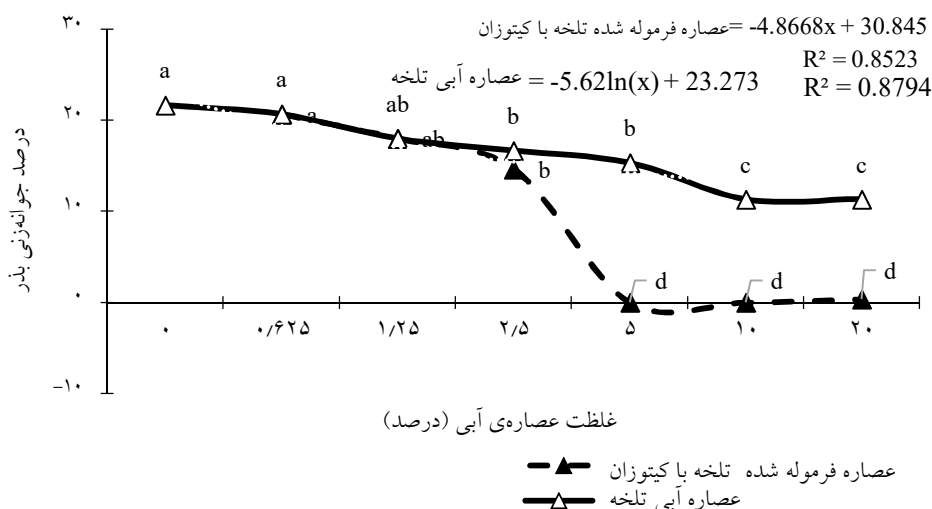
$$\text{رابطه (۱)} \quad GP = \frac{S}{T} \times 10$$

در این رابطه GP بیانگر درصد جوانه‌زنی، S بیانگر تعداد بذور جوانه‌زده و T بیانگر تعداد کل بذور نمونه آزمایشی می‌باشد.

تجزیه داده‌ها: تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD_{5%} و ترسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2019 انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر بازدارندگی جوانه‌زنی چاودار در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که عصاره‌ی تلخه در غلظت ۰/۶۲۵ درصد به طور میانگین کمترین بازدارندگی را بر جوانه‌زنی چاودار (۴/۶۱ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد) و غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان بیشترین درصد بازدارندگی را بر جوانه‌زنی چاودار (۱۰۰ درصد کاهش نسبت به شاهد) داشت (شکل ۱). در آزمایشی گزارش شده است که عصاره



شکل ۱: تغییرات درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های آن‌ها

جدول ۱: تجزیه واریانس تأثیر برهمکنش نوع عصاره علف‌هرز تلخه و غلظت‌های مختلف آن بر جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار

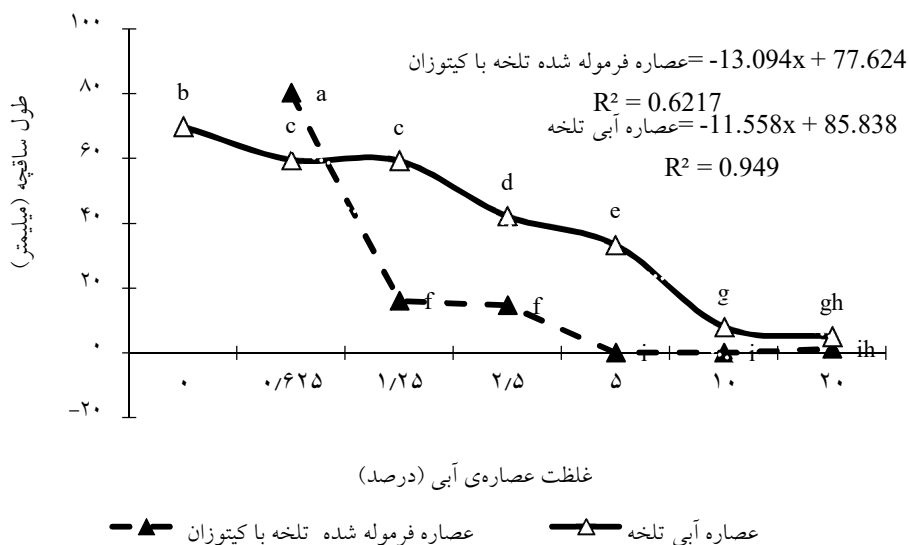
میانگین مربعات		وزن تر		وزن کل		وزن خشک		وزن خشک		وزن خشک کل		درجه آزادی	منبع تغییرات	
ریشه‌چه	ساقه‌چه	ریشه‌چه	ساقه‌چه	گیاهچه	ساقه‌چه	ریشه‌چه	ساقه‌چه	ریشه‌چه	ساقه‌چه	ریشه‌چه	ساقه‌چه	درصد جوانه‌زنی		
۰/۰۰۰۰۵۱**	۰/۰۰۰۰۳۱**	۰/۰۰۰۰۲۶**	۰/۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۰۶۹**	۰/۰۰۰۰۲۴**	۰/۰۰۰۰۲۰**	۰/۰۰۰۰۱۲**	۰/۰۰۰۰۲۴**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۰۰۹**	۲۲۷۰/۴۴**	۱	عصاره
۰/۰۰۰۰۳۰**	۰/۰۰۰۰۰۷۵**	۰/۰۰۰۰۰۸۱**	۰/۰۰۰۰۰۶۰**	۰/۰۰۰۰۱۸**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۱۶**	۰/۰۰۰۰۰۹**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۰۸**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۰۹**	۲۳۵۶/۲۶**	۶	غلظت‌ها
۰/۰۰۰۰۰۶۲**	۰/۰۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۰۱۱**	۰/۰۰۰۰۰۸۶**	۰/۰۰۰۰۳۸**	۰/۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۰۹**	۰/۰۰۰۰۱۷**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۰۹**	۲۴۱۷/۸۷**	۶	عصاره x غلظت‌ها
۰/۰۰۰۰۰۳۵	۰/۰۰۰۰۰۲۰	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۴	۵۴/۲۲	۲۸	خطای آزمایشی
۱۶/۵۱	۲۴/۴۵	۱۳/۲۰	۷/۹۴	۱۲/۸۲	۱۰/۳۸	۱۲/۴۳	۸/۸۵	۱۲/۴۳	۱۰/۳۸	۱۲/۴۳	۸/۸۵	۱۲/۰۰	-	ضریب تغییرات (I)

** معنی داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

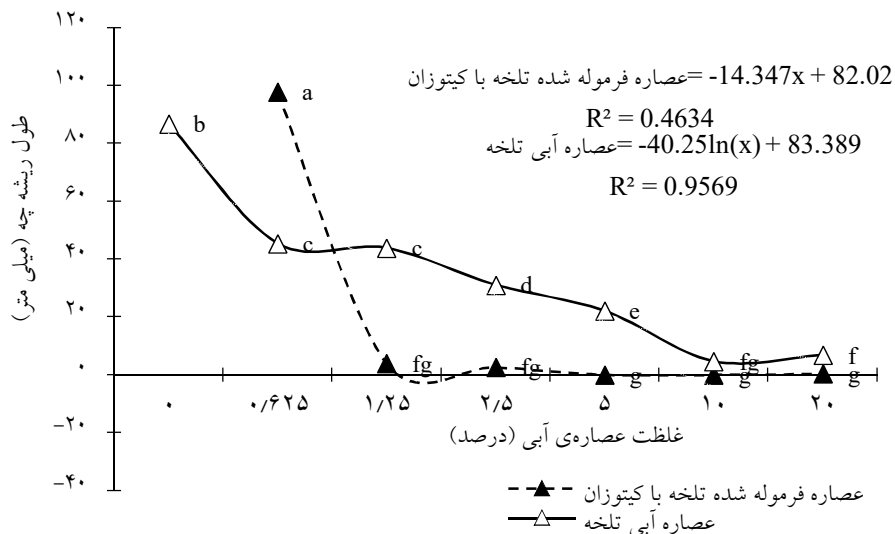
و ۷۹ درصدی طول ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۲).

نتایج حاصل از طول ریشه‌چه نشان داد که در غلظت‌های مختلف عصاره مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۳). همچنین نتایج نشان داد که غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ از عصاره آبی تلخه باعث کاهش ۴۷/۶۴، ۴۹/۴۶، ۶۴/۲۱، ۷۴/۵۳، ۹۴/۶۲، ۹۲/۲۱ درصدی طول ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۳). غلظت ۰/۶۲۵ درصد از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان باعث افزایش ۱۲ درصدی رشد طولی ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۳). غلظت‌های ۱/۲۵، ۲/۵ و ۲۰ درصد از عصاره فرموله شده به ترتیب باعث کاهش ۹۵، ۹۶/۹۵ و ۹۹/۹۳ درصد طول ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۳).

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه چاودار: نتایج نشان داد که تاثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف آن بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه چاودار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که عصاره‌ی فرموله شده تلخه در غلظت ۰/۶۲۵ درصد باعث افزایش ۱۵/۱۷ درصدی طول ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد می‌شود (شکل ۲). همچنین غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان باعث کاهش ۱۰۰ درصدی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۲). رشد طولی ساقه‌چه و ریشه‌چه با افزایش غلظت عصاره کاهش یافت. غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵ از عصاره آبی تلخه باعث کاهش ۱۴/۶۴، ۱۵/۰۱ و ۳۹/۶۷ درصدی طول ساقه‌چه و غلظت‌های ۱/۲۵ و ۲/۵ از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان به ترتیب باعث کاهش ۷۷



شکل ۲: تغییرات طول ساقه‌چه تحت تاثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های آن‌ها



شکل ۳: تغییرات طول ریشه‌چه تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های آن‌ها

تیمار شاهد شدند (شکل ۵). همچنین غلظت‌های ۵ و ۱۰ از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان موجب کاهش ۱۰۰ درصدی وزن تر ریشه‌چه چاودار شد (شکل ۵). در آزمایشی با بررسی اثر غلظت عصاره آبی خیار روی جوانه‌زنی سورف پژوهشگران اظهار داشتند که بازدارندگی جوانه‌زنی، کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه و کاهش وزن تر سورف (*Echinochloa crus-galli*) با افزایش غلظت عصاره بوته خیار افزایش یافت (Thi et al., 2008).

وزن تر کل گیاهچه: نتایج نشان داد که وزن تر کل گیاهچه چاودار با افزایش غلظت عصاره در هر دو نوع عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان کاهش یافت (شکل ۶). غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد از عصاره‌ی آبی تلخه به ترتیب باعث کاهش ۲۲/۸۹، ۲۹/۸۸، ۴۹/۳۹، ۴۸/۱۹، ۸۰/۷۲ و ۸۴/۳۳ درصدی وزن تر کل گیاهچه شدند (شکل ۶). همچنین غلظت ۰/۶۲۵ درصد از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان باعث افزایش ۱۵/۶۶ درصدی وزن تر کل گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۶). نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱/۲۵، ۲/۵ و ۲۰

وزن تر و خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر کل گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک کل گیاهچه چاودار به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

وزن تر ساقه‌چه: نتایج نشان داد که کاهش وزن تر ساقه‌چه نسبت به شاهد در غلظت‌های ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ درصد از عصاره آبی تلخه به ترتیب ۱۳/۵۱، ۴۸/۶۴، ۳۵/۱۳، ۶۷ و ۹۰ درصد بود (شکل ۴). همچنین غلظت ۰/۶۲۵ درصد از عصاره فرموله شده باعث تحریک و افزایش وزن تر ساقه‌چه شد که افزایش ۱۶/۲۱ درصدی نسبت به تیمار شاهد نشان داد (شکل ۴). علاوه بر این در غلظت‌های ۱/۲۵ و ۲/۵ از عصاره‌ی فرموله شده به ترتیب کاهش ۲۴/۳۲ و ۵۱/۳۵ نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴).

وزن تر ریشه‌چه: نتایج نشان داد که غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد از عصاره آبی تلخه موجب کاهش به ترتیب ۳۱/۱۱، ۳۵/۵۵، ۴۸/۸۸، ۶۰، ۸۹/۳۳ و ۷۹/۳۳ درصد وزن تر ریشه‌چه نسبت به

به ترتیب ۶۲/۰۶ و ۷۸/۲۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند (شکل ۸). غلظت ۰/۶۲۵ درصد عصاره فرموله شده نیز وزن خشک ریشه چه را به میزان ۳/۴۳ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۸). همچنین غلظت های ۱/۲۵، ۲/۵ و ۲۰ به ترتیب باعث کاهش ۹۱/۷۲، ۹۲/۷۵ و ۹۲/۷۵ درصدی وزن خشک ریشه چه نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۸).

وزن خشک کل گیاهچه: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن خشک کل گیاهچه تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که کمترین درصد کاهش وزن خشک کل گیاهچه (۶۵ درصد کاهش نسبت به شاهد) از غلظت ۱/۲۵ درصد از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان حاصل شد (شکل ۹). عصاره آبی تلخه در غلظت ۲۰ درصد باعث کاهش قابل توجه وزن خشک کل گیاهچه شد (شکل ۹). همچنین روند تغییرات وزن خشک کل گیاهچه در غلظت های مختلف عصاره آبی تلخه نشان داد که غلظت های ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصدی عصاره ی تلخه به ترتیب باعث کاهش ۱۶، ۱۶ و ۶۶/۳۳ درصدی وزن خشک کل گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۹). در آزمایشی گزارش شد که عصاره ی آبی تلخه تأثیر معنی داری بر وزن خشک ساقه چه، ریشه چه و گیاهچه علف هرز تاج خروس و سلمه تره داشت، به طوری که با افزایش غلظت عصاره میزان وزن خشک ساقه چه، ریشه چه و گیاهچه کاهش یافت (Hatami Hampa et al., 2017). گزارش شده است که ترکیبات آللوپاتی از طریق تداخل در فرآیندهای مهم فیزیولوژیک گیاه مثل تغییر در ساختار دیواره سلولی، نفوذپذیری غشا، عملکرد غشا، جلوگیری از تقسیمات سلولی و فعالیت برخی آنزیم ها و تعادل های هورمون های گیاهی رشد را در هر دو اندام ریشه چه و ساقه چه مختل می کنند (Sturm et al., 2016).

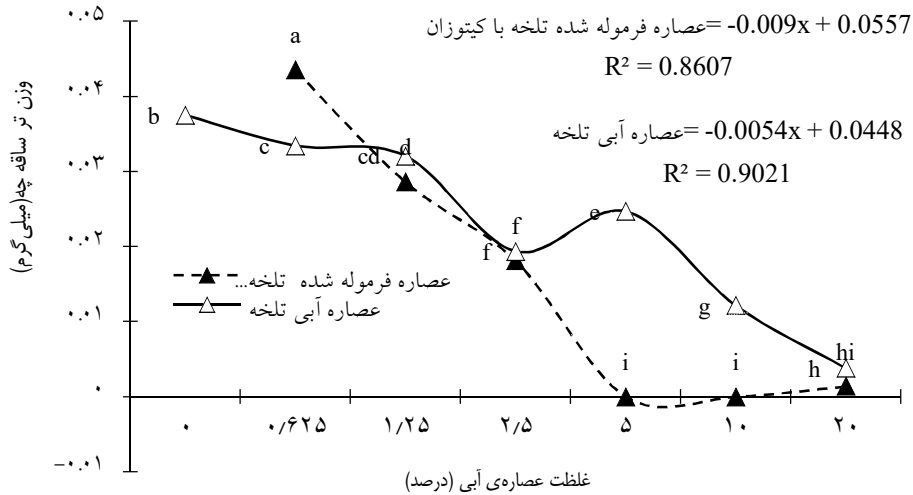
درصد از عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان به ترتیب باعث کاهش ۶۲/۶۵، ۷۵/۹۰ و ۹۶/۸۶ درصدی وزن تر کل گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۶). در آزمایشی گزارش شد که با افزایش غلظت عصاره آبی اندام های هوایی و ریشه تلخه درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و وزن تر ریشه چه و ساقه چه به طور معنی داری کاهش یافت (Kohansal et al., 2009).

وزن خشک ساقه چه و ریشه چه: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که غلظت ۰/۶۲۵ درصد عصاره آبی تلخه به طور میانگین کمترین بازدارندگی را بر وزن خشک ساقه چه چاودار (۹/۶۷ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد) داشت (شکل ۷). همچنین غلظت ۰/۶۲۵ درصد عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان باعث افزایش ۱۶/۱۲ درصدی وزن خشک ساقه چه در مقایسه با تیمار شاهد شد (شکل ۷). غلظت های ۱/۲۵، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ از عصاره آبی تلخه به ترتیب باعث کاهش ۱۶/۱۲، ۵۱/۶۱، ۴۸/۳۸، ۶۴/۵۱ و ۷۸/۰۶ درصدی وزن خشک ساقه چه نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۷).

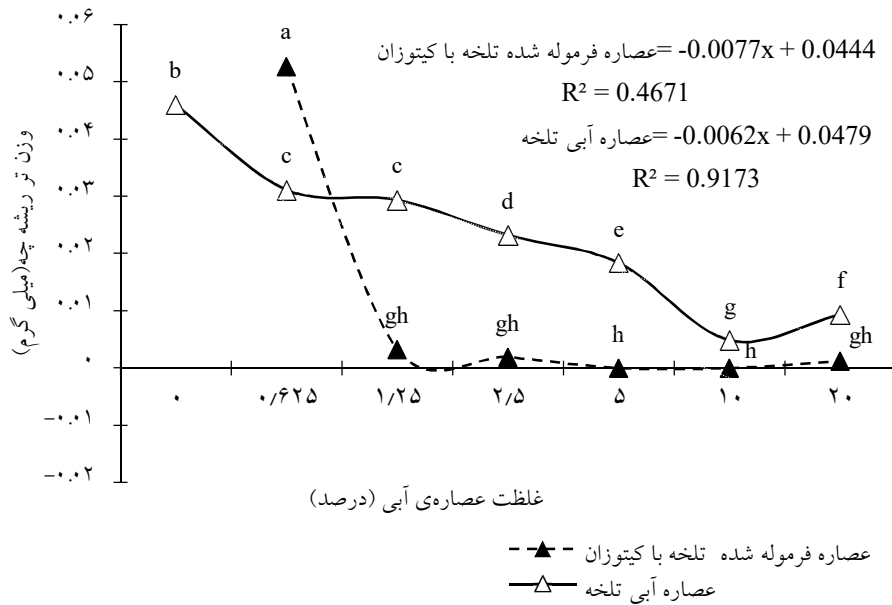
نتایج نشان داد که برهمکنش نوع عصاره و غلظت های مختلف تأثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک ریشه چه داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان، وزن خشک ریشه چه افزایش یافت (شکل ۸). افزایش غلظت عصاره فرموله شده با کیتوزان موجب افزایش ۹۱/۷۲ درصدی وزن خشک ریشه چه در مقایسه با تیمار شاهد در غلظت ۱/۲۵ درصد شد (شکل ۸). همچنین غلظت های ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵ و ۵ درصد از عصاره آبی تلخه باعث افزایش به ترتیب ۳۱/۰۳، ۲۷/۵۸، ۱۷/۲۴ و ۶/۸۹ درصد وزن خشک ریشه چه نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۸). نتایج نشان داد که غلظت های ۱۰ و ۲۰ درصد از عصاره آبی تلخه رشد ریشه چه را

ترکیب غالب در عصاره تلخه بود. بیشترین ترکیبات شامل سسکوئینی‌ترین (۳/۶۷ درصد) و سسکوئینی‌ترین‌های اکسیژن‌دار (۹/۱۶ درصد) بودند (جدول ۲).

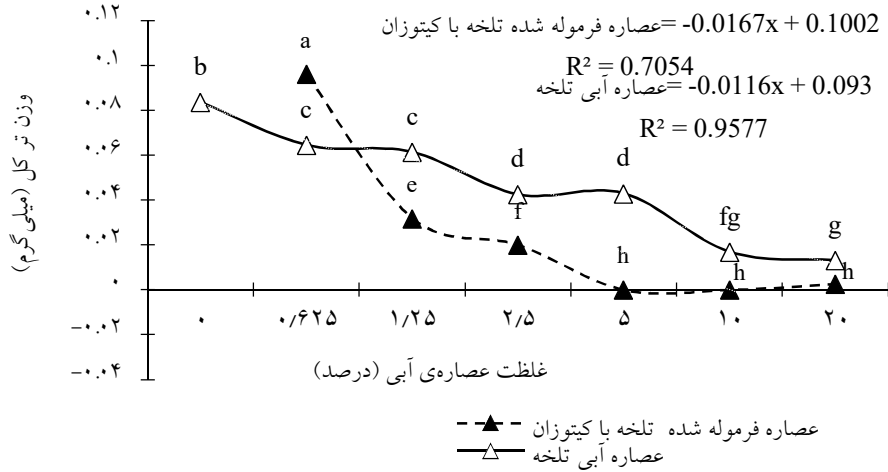
نتایج کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی: نتایج حاصل از آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی به شرح جدول ۲ می‌باشد. نتایج نشان دهنده ۲۶



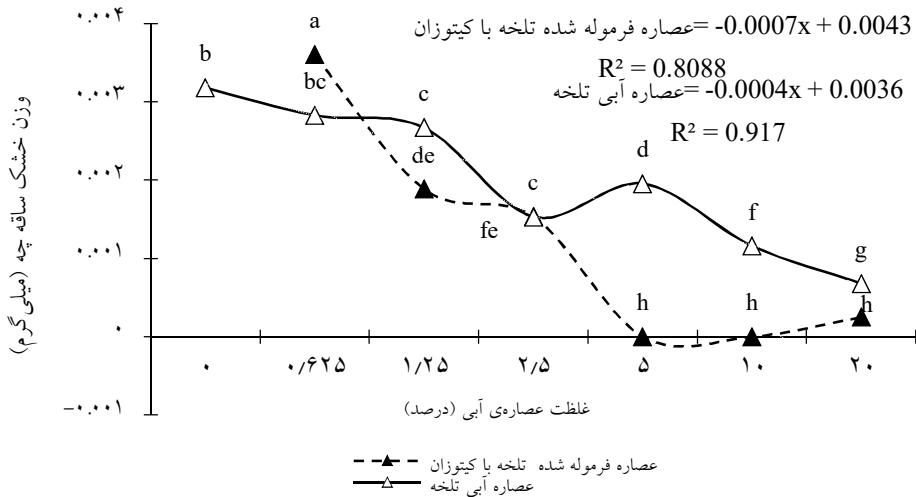
شکل ۴: تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف بر وزن تر ساقه‌چه



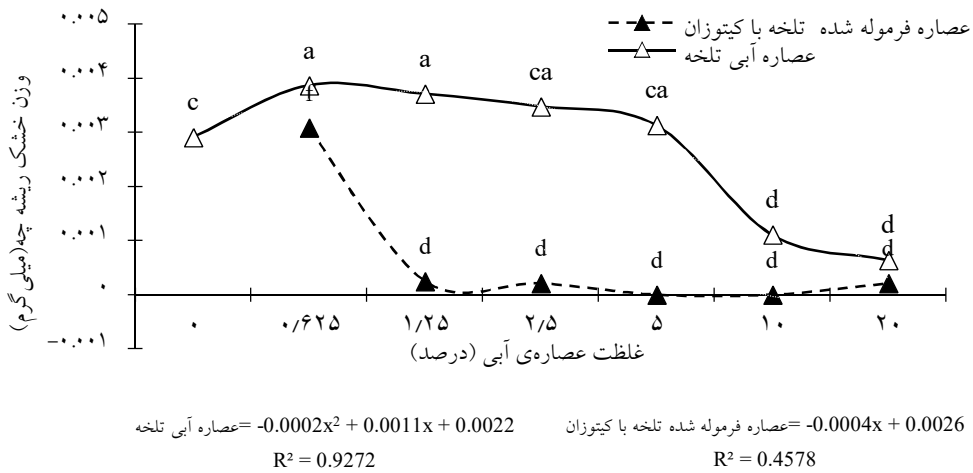
شکل ۵: تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف بر وزن تر ریشه‌چه



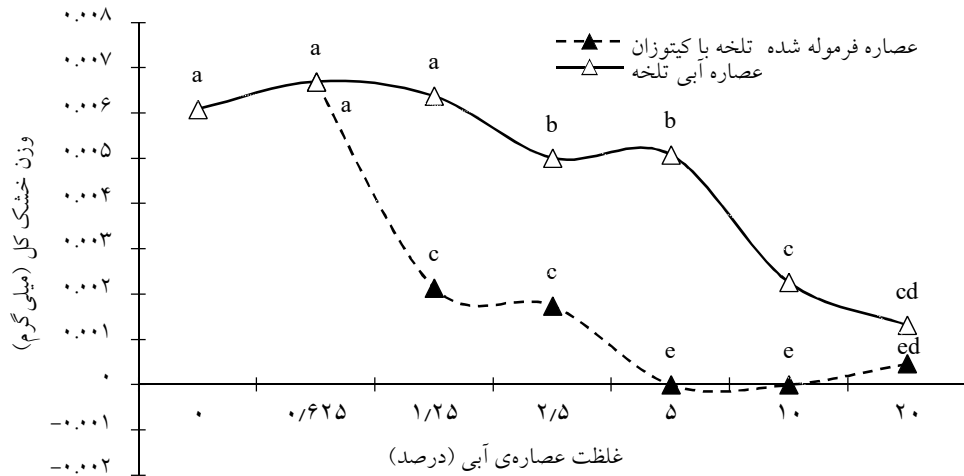
شکل ۶: تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف بر وزن تر کل گیاهچه



شکل ۷: تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف بر وزن خشک ساقه چه



شکل ۸: تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف بر وزن خشک ریشه چه



$$\text{عصاره آبی تلخه} = -0.0002x^2 + 0.0008x + 0.0057 \quad R^2 = 0.9486$$

$$\text{عصاره فرموله شده تلخه با کیتوزان} = -0.0011x + 0.0069 \quad R^2 = 0.6829$$

شکل ۹: تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های مختلف بر وزن خشک کل گیاهچه

جدول ۲: نتایج آزمون کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی

درصد ترکیبات موجود	نام ترکیبات	ردیف
۰/۹	α -Cubebene	۱
۸۷	α -Copaene	۲
۹/۵	β - cubebene	۳
۰/۲	α -Gurjunene	۴
۴/۷	α -Cedrene	۵
۹/۲	β -Caryophyllene	۶
۰/۲	α -Guaiene	۷
۲/۳	α -Humulene	۸
۱/۸	Khusimene	۹
۲/۳	γ -Muurolene	۱۰
۷/۸	Germacrene D	۱۱
۱/۱	Δ -Selinene	۱۲
۱/۶	Cadina-1,4-diene	۱۳
۰/۲	Δ -Guaiene	۱۴
۰/۱	α -Chamigrene	۱۵
۳/۰	γ -cadinene	۱۶
۰/۳	γ -Bisabolene	۱۷
۵/۷	delta- Cadinene	۱۸
۰/۶	cis-Calemenene	۱۹
۴/۰	Spathulenol	۲۰
۹/۶	Caryophyllen oxide	۲۱
۲/۲	Salvial- 4(14)-en-1-one	۲۲

درصد ترکیبات موجود	نام ترکیبات	ردیف
۶/۸	1-Heptadecene	۲۳
۰/۳	Farnesyl acetate	۲۴
۰/۴	Farnesol	۲۵
۰/۲	Hexadecanoic acid	۲۶
۶۷/۳	Sesquiterpenes	
۱۶/۹	Oxygenated Sesquiterpenes	
۷/۲	Aliphatic hydrocarbones	
۹۱/۴	Total identified	

نتیجه‌گیری کلی

عصاره موجب افزایش بازدارندگی جوانه‌زنی می‌شود. بنابراین می‌توان گزارش کرد که عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد دارای بیشترین تأثیر بازدارندگی بر جوانه‌زنی چاودار و قابل توصیه برای مهار جوانه‌زنی این علف‌هرز در شرایط آزمایشگاهی بودند.

نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر تأثیر مطلوب عصاره آبی تلخه و عصاره فرموله شده آن با کیتوزان در کاهش جوانه‌زنی چاودار و سایر مؤلفه‌های وابسته به آن مانند طول ساقه‌چه، ریشه‌چه، گیاهچه، وزن تر و خشک کل بود. نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش غلظت

References

- Alebrahim, M.T., Azadbakht, A. and Jafarzadeh gallo, P. 2018. Study on the effect of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) aqueous extract on seed germination and growth characteristics of purslane, common yellow mallow and wheat. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*. 5(4):13-24.
- Alebrahim, M.T., Fakhari, R., and Sharifi, K. 2016. Allelopathic effect of *Acroptilon repens* extract on emergence of some crops and weeds. *Journal of Seed Research*. 6(20):21-13.
- Alebrahim, M.T., Rashed Mohassel, M.H., Wilcockson, S., Baghestani, M.A. and Ghorbani, R. 2012. Evaluating of Some Preemergence herbicides for lambsquarter and redroot pigweed control in potato fields. *Journal of plant protection (agricultural science and technology)*. 25(4):358-367.
- Alebrahim, M.T., Rouhi, H., Serajchi, M., Majd, R. and Ghorbani, R. 2011. Study of dormancy-breaking and optimum temperature for germination of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.). *International Journal of Agriscience*. 1(1):19-25.
- Alford, E., Perry, L., Qin, B., Vivanco, J. and Paschke, M. 2007. A putative allelopathic agent of Russian knapweed occurs in invaded soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 39:1812-1815.
- Algandaby, M.M. and El-Darier, S.M. 2016. Management of the noxious weed; *Medicago polymorpha* L. via allelopathy of some medicinal plants from Taif region, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 25(7):1339-1347.
- Bulmera, C., Margaritisa, A. and Xenocostasb, A. 2012. Production and characterization of novel chitosan nanoparticles for controlled release of rHu-Erythropoietin. *Biochemical Engineering Journal*. 68: 61-69.
- Chen, H. and Yada, R. 2011. Nanotechnologies in agriculture: New tools for sustainable development. *Food Science and Technology*. 22(11): 585-594.
- Cheung, R., Ng, T., Wong, J. and Chan, W. 2015. Chitosan: an update on potential biomedical and pharmaceutical application. *Marine drugs*. 13(8):5156-5186.
- Chon, S.U., Jang, H.G., Kim, D.K., Kim, Y.M., Boo, H.O. Kim, Y.J. 2005. Allopathic potential in *Convolvulus arvensis* L. plants. *Scientia Horticulturae*. 106: 309-317.

- De Arruda, I.N.Q., Pereira, V.A. and Stefani, R. 2017. Application of chitosan matrix for delivery of rutin. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 14(3):561-566.
- Delafuente, E.B., Suarez, S.A. and Ghersa, C.M. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture Ecosystem and Environment*. 115: 229-236.
- Ehlers, B.K. and Thompson, J. 2004. Do co-occurring plant species adapt to one another? The response of *Bromus erectus* to the presence of different *Thymus vulgaris* chemotypes. *Oecologia*. 141: 511-8.
- Fitter, A. 2003. Making allelopathy respectable. *Science*. 301:1337-1338.
- Gao, P., Nie, X., Zou, M. Shi, Y. and Cheng, G. 2011. Recent advances in materials for extended-release antibiotic delivery system, *The Journal of antibiotics*. 64:625- 634.
- Ghadi, A., Mahjoub, S., Tabandeh, F. and Talebnia, F. 2014. Synthesis and optimization of chitosan nanoparticles: Potential applications in nanomedicine and biomedical engineering. *Caspian Journal of Internal Medicine*. 5(3): 156-161.
- Hatami hampa, A., Javanmard, A., Alebrahim, M.T. and Sofalian, O. 2017. Allelopathic Effects of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Russian Knapweed (*Acroptilon repens* L.) Aqueous Extract on Seed Germination Indices and Enzyme Activity of Some Field Crops and Weeds. *Journal of Plant Protection*. 31(4):676-689.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V. and Chauhan, B.S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*. 72: 57-65.
- Kang, G.Q., Wan, F.H., Liu, X. and Guo, L. 2008. Influence of two allelochemicals from *Ageratina adenophora* Sprengel on ABA, IAA and ZR contents in roots of upland rice seedlings. *Allelopathy Journal*. 21:253-262.
- Kato-Noguchi, H. 2011. Barnyard grass-induced rice Allelopathy and momilactone B. *Journal Plant Physiology*. 168:1016–1020.
- Khan, T.D., Chung, I.M., Tawata, S. and Xuan, T.D. 2006. Weed suppression by *Passiflora edulis* and its potential allelochemicals. *Weed research*. 46:296-303.
- Khot, L.R., Sankaran, S., Maja, M., Ehsani, R. and Schuster, E.W. 2012. Applications of nanomaterials in agricultural production in and crop protection: A review. *crop Protection*. 35:64-70.
- Kohansal, A., Mojab, M., Kohnavard, F., Rustanejad, M.R., Mandust, M. and Rezaei, M. 2009. Allelopathic effects of aqueous extract of aboveground and underground *Acroptilon repens* on germination and growth of wheat plant. *The second regional conference on agricultural science and food industry (Fasa)*. P. 1-9.
- Mehdizadeh, M. and Mushtaq, W. 2019. Weed Control by Allelopathic Compounds from Different Plants: A Bioherbicide Approach.
- Mousavi, S.K.m Zand, E. and Saremi, H. 2012. *Physiological Function and Application of Herbicide*. University of Zanjan Press. p 286.
- Mubeen, K., Nadeem, M.A., Tanveer, A. and Zahir, Z.A. 2012. Allelopathic effects of sorghum and sunflower water extraction germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) and three weed species. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 22(3): 738-746.
- Nabati Souha, L., Alebrahim, M.T., Habibi Yangjeh, A., Zangoueinejad, R. and Samadi kalkhoran, E. 2020. Inhibitory effect of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) as a biological herbicide on germination and growth indices of Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). 10th National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources.
- Nabati Souha, L., Alebrahim, M.T., Habibi Yangjeh, A., Zangoueinejad, R. and Samadi kalkhoran, E. 2020. The inhibitory effect of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) as a biological herbicide on germination and growth indices of Wild oats (*Avena fatua* L.). 10th National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources.
- Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartmann, N., Filser, J., Miao, A., Quigg, A., Santschi, P.H. and Sigg, L. 2008. Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. *Ecotoxicology*. 17(5): 372-386.

- Norouzi, A., Yavari, I., and Chalabian, F. 2006. Chemical constituents and antimicrobial activities of the essential oil of *Acroptilon repens* (L.) dc. *Flavour and Fragrance Journal*. 21(2): 247-249.
- Olorunmiye, P.M., Egberongbe, K., Adeoye, R.P.O., Alamu, O.O. and Taiwo, S.T. 2011. Weed species composition of citrus-based cropping system at National Horticultural Research Institute Ibadan, Nigeria. *Agri. and Bio. of North Ame.* 2(3):529-537.
- Oroji, K. Khazaee, H.R., Rashed Mohassel, M.H., Qorbani, R. and Azizi, M. 2008. Investigating allelopathic effect of sunflower (*Helianthus annuus*) on red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and common white goosefoot (*Chenopodium album*) seed germination and growth. *Plant Conservation journal*. 25:245-251.
- Ozpinar, H., Dag, S. and Yigit, E. 2017. allelopathic effects of benzoic acid, salicylic acid and leaf extract of *Persica vulgaris* Mill. (*Rosaceae*). *South African Journal of Botany*. 108:102-109.
- Quintana, N., Weir, T.L., Du, J., Brockling, C.D., Rieder, J.P., Stermitz, F.R., Pasckke, M.W. and Vivanco, J.M. 2008. Phytotoxic polyacetylenes from roots of Russian knapweed (*Acroptilon repens* (L.) DC.). *Phytochemistry*. 69 (14): 2572–2578.
- Rampino, A., Borgogna, M., Blasi, P., Bellicha, B. and Secaro, A. 2013. Chitosan nanoparticles: Preparation, size evolution and stability, *International Journal of Pharmaceutics*. 445(1-2):219-228.
- Shahbazi, M.A., Hamidi, M. and Mohammadi Samani, S. 2013. Preparation, optimization, and in-vitro/in-vivo/ex-vivo characterization of chitosan-heparin nanoparticles: drug-induced gelation. *Journal of Pharmacy and pharmacology*. 65(8):1118–1133.
- Shang, Z.H. and Xu, S.G. 2012. Allelopathic testing of *pedicularis kansuensis* (*Scrophulariaceae*) on seed Sprengel on ABA, IAA and ZR contents in roots of upland rice seedlings. *Allelopathy Journal*. 21:253-262.
- Stermitz, F.R., Bais, H.P., Foderaro, T.A. and Vivanco, J.M. 2003. 7, 8-Benzoflavone: a Phytotoxin from root exudates of invasive Russian Knapweed. *Phytochemistry*. 64(2):493-497.
- Sturm, D.J., Kunz, C. and Grehards, R. 2016. Inhibitory effects of cover mulch on germination and growth of *Stellaria media* (L.) Vill. *Chenopodium album* L. and *Matricaria chamomilla* L. *Crop Protection*. 90:121-130.
- Thi, H.L., Lan, P.T.P., Chin, D.V. and Noguchi, H. 2008. Allelopathic potential of cucumber (*Cucumis sativus*) on barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed Biology and Managment*. 8: 129-132.
- Winkler, A.J., Dominguez-Nuñez, J.A., Aranaz, I., Poza-Carrión, C., Ramonell, K. and Somerville, S. 2017. Short-chain chitin oligomers: Promoters of plant growth. *Marine drugs*. 15 (2):40.
- Yarnia, M., Farajzadeh Memari Tabrizi, E., Ahmadzadeh, V. and Nobari, N. 2010. Allelopathic Effects of Field Binweed (*Convolvulus arvensis* L.) Extract and Residuals on Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 20 (1):153-167.



Foliar Application of Zinc and Iron on mother plant of quinoa under water deficit stress Affects Its Seeds Germination and photosynthetic pigments

Nasim Pakbaz¹, Heshmat Omidi^{2*}, Hassanali Naghdi Badi³, Amir Bostani⁴

¹ Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: n.pakbaz1367@gmail.com

² Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: heshmatomidi@yahoo.com, omidi@shahed.ac.ir

² Associate Professor of Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran, Email: naghdebadi@yahoo.com

³ Associate Professor of Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: bostani@shahed.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-10-2
Revised: 2022-10-14
Accepted: 2022-10-31

Keywords:
Foliar application
Germination characteristics
Mother plant
Quinoa
Water deficit stress

ABSTRACT

water deficit stress during growth and flowering is one of the most major environmental constraints, which influences seed grain filling and consequential germination and early growth stages of plants. In this study, the impact of foliar application of micronutrients (control, Fe, Zn, Fe + Zn, nano- Fe, nano- Zn, nano- Fe + nano- Zn) on quinoa at 2 reproductive stages (50% and 100% of flowering stage) were evaluated under 2 levels of water deficit stress, control (-0.03±0.045) bar and water deficit stress (-9±0.045) bar. The results showed that germination traits including percentage, rate, mean germination time, germination uniformity, seedling length and weight index as well as chlorophyll and carotenoid content were significantly affected by micronutrient foliar application, foliar application time and water deficit stress. water deficit stress decreased the percentage and rate of germination and seedling indices, but foliar application of micronutrients reduced the adverse effects of foliar application of micronutrients. Foliar application of micronutrients also increase the amount of photosynthetic pigments. The findings of this research show that foliar spraying with nutrients, especially nano-iron + nano-zinc, increases the germination indices to improve the germination and growth of quinoa seedlings under water stress conditions.

Cite this article: Pakbaz, N., Omidi, H., Naghdi Badi, H.A., Bostani, A. (2022). Foliar Application of Zinc and Iron on mother plant of quinoa under water deficit stress Affects Its Seeds Germination and photosynthetic pigments. *Seed Research*, 12 (4), 54-70.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: 10.30495/jsr.2023.1994101.1263

تأثیر کاربرد محلول پاشی عناصر روی و آهن روی گیاه مادری کینوا تحت تنش کم آبی بر جوانه زنی و رنگیزه‌های فتوسنتزی بذور حاصل از آن

نسیم پاکباز^۱، حشمت امید^{۲*}، حسنعلی نقدی بادی^۳، امیر بستانی^۴

^۱ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: n.pakbaz1367@gmail.com

^۲ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: omidi@shahed.ac.ir

^۳ دانشیار مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: naghdibadi@yahoo.com

^۴ دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: bostani@shahed.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	تنش خشکی در طول رشد و گلدهی یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های محیطی است که بر تشکیل دانه و در نتیجه جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد. در این مطالعه تأثیر محلول پاشی ریزمغذی‌ها (شاهد، آهن، روی، آهن + روی، نانو آهن، نانوروی، نانو آهن + نانوروی) بر روی کینوا در دو مرحله گلدهی (۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد) تحت دو سطح تنش، شاهد (۰/۰±۰/۳/۰۴۵) و تنش کم آبی (۰/۰±۹/۰۴۵) بار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که صفات جوانه‌زنی شامل درصد، سرعت، میانگین زمان جوانه زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی گیاهچه و همچنین محتوای کلروفیل و کارتنوئید به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول پاشی ریزمغذی‌ها، زمان محلول پاشی و سطوح تنش کم آبی قرار گرفتند. تنش کم آبی باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص‌های گیاهچه‌ای شد، اما محلول پاشی ریزمغذی‌ها اثرات نامطلوب تنش محلول پاشی ریزمغذی‌ها را کاهش داد. محلول پاشی ریزمغذی‌ها همچنین میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش داد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که محلول پاشی با عناصر غذایی به ویژه نانو آهن + نانو روی باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی برای بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های کینوا در شرایط تنش کم آبی می‌گردد.
مقاله کامل علمی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۰	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۷/۲۲	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۹	
واژه‌های کلیدی:	
تنش کم آبی	
خصوصیات جوانه‌زنی	
کینوا	
گیاه مادری	
محلول پاشی	

استناد: پاکباز، نسیم؛ امید، حشمت؛ نقدی بادی، حسنعلی؛ بستانی، امیر. (۱۴۰۱). تأثیر کاربرد محلول پاشی عناصر روی و آهن روی گیاه مادری کینوا تحت تنش کم آبی بر جوانه‌زنی و رنگیزه‌های فتوسنتزی بذور حاصل از آن. تحقیقات بذر، ۱۲ (۴)، ۷۰-۵۴.

Doi: 10.30495/jsr.2023.1994101.1263

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسنده‌گان.



مقدمه

ایجاد شود، به نظر موثرترین راه حل استفاده از عوامل مدیریتی مناسب در مراحل مختلف نمو گیاه است (Shanker et al., 2014; Wojtyla et al., 2016). مشکل تثبیت عناصر غذایی در خاک‌های آهکی و اسیدیته بالا، آبشویی، مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته و تجزیه نوری سبب شده که در خاک‌های ایران نیز کمبود عناصر ریزمغذی به ویژه روی و آهن دیده شود و مقدار کمتری از آنها جذب اندام‌های هوایی می‌گردد (Malakuti and Homaei, 2004). از راهکارهای مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، استفاده از محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و برخی ترکیبات از طریق تغذیه برگ‌ی (محلول‌پاشی) می‌باشد (Malakuti and Homaei, 2004).

مواد شیمیایی کشاورزی که به صورت محلول‌پاشی برای محصولات استفاده می‌شوند، فقط مقدار کمی از آنها، که بسیار پایین‌تر از حداقل مقدار مؤثر مورد نیاز است، به محل مورد نظر در محصولات می‌رسد که ناشی از مشکلاتی مثل آبشویی آنها، کاهش به وسیله تجزیه نوری و هیدرولیزاست. از این‌رو برای داشتن کارایی مطلوب، چندین تکرار لازم است که ممکن است سبب اثرات نامطلوب مثل آلودگی آب و خاک و نیز افزایش هزینه‌ها شود. استفاده از نانوذره مواد با خصوصیات مفید مانند غلظت مؤثر (با قابلیت حل پذیری، ثبات و تأثیر بالا)، زمان رهایش کنترل شده در پاسخ به محرک خاص، تأثیرگذاری بیشتر و کاهش سمیت، امروزه اجتناب‌ناپذیر است (Green et al., 2007).

به‌طور کلی، از آنجایی که بذرها از گل‌های مختلف تحت شرایط محیطی مختلف یا در موقعیت‌های مختلف روی گیاه مادر تولید می‌شوند، منطقی است که پاسخ‌های جوانه‌زنی متفاوتی را انتظار داشته باشیم. کاربرد ریزمغذی‌ها در تولید کینوا به عنوان راهکاری

گیاهان دارویی میراثی گرانبها و با اهمیت جهانی هستند که ثروت عظیمی به جهان ارزانی داشته‌اند. در طی دهه‌های گذشته گسترش وسیعی در طیف درمان‌های گیاهی صورت گرفته که رشد سریع تقاضا برای داروهای گیاهی و بالطبع گیاهان دارویی در دنیا را به دنبال داشته است (Omidi et al., 2015). ایران از نظر آب و هوا در زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌شود (Sedghaslami et al., 2010). کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa* Willd) گیاهی دولپه‌ای، آلوتراپلوئید ($2n=4x=36$)، از خانواده *Amaranthaceae*، سه کرنبه و هالوفیت اختیاری است (Adolf et al., 2012). کینوا با حدود ۹۵ درصد خودگشنی از کوه‌های آند کرانه غربی آمریکای لاتین (جنوبی) منشأ گرفته است. از گیاهان زیر خانواده اسفناج و چغندر قند بوده و با وجود ارزش غذایی بالایی که دارد، در شرایطی که اراضی دارای حاصلخیزی کم و یا دارای محدودیت هستند به خوبی قابل کشت بوده و محصول مناسب تولید می‌کند (Jacobsen et al., 2009). دانه کینوا حاوی ۲۰-۱۴ درصد پروتئین و سرشار از اسیدآمینوهای ضروری مانند لیزین و متیونین است که در بیشتر گیاهان غله‌ای به میزان خیلی کمی وجود دارد (Ferreira et al., 2015).

گیاهان در طبیعت به‌طور مداوم در معرض انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار دارند. در میان این تنش‌ها، تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل تأثیر گذار بر رشد و باروری گیاهان است و به عنوان مهمترین تنش غیرزیستی نقش مهمی در کاهش عملکرد گیاهان دارویی دارد (Jafarzadeh et al., 2010; Anjum et al., 2011). در حال حاضر، افزایش تحمل به تنش خشکی می‌تواند بوسیله راهکارهای متعدد

1. Foliar feeding

برداشت شده از گیاه مادر در کیسه‌های کاغذی در تاریکی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Hajihashemi et al., 2013).

آزمایش جوانه‌زنی بذور: آزمایش جوانه‌زنی بذری در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه علوم و فناوری بذری دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش بذور تیمار شده حاصل از مزرعه ابتدا با اتانول ۷۰٪ برای یک دقیقه و محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ برای ۳ دقیقه ضدعفونی و سپس ۳ بار با آب مقطر استریل شست و شو داده شدند (Hajihashemi et al., 2013).

تمام پتری دیش‌ها و لوازم شیشه‌ای مورد استفاده و همچنین پنس‌ها با الکل ضدعفونی و در دستگاه اتوکلاو جهت استریل شدن قرار گرفتند. پس از اعمال فوق، تعداد ۱۰۰ عدد بذری درون هر پتری دیش قرار داده شد. به منظور انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد، درون هر پتری دیش بذرها روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شد و به اتاقک کشت با دمای 23 ± 1 درجه سانتی‌گراد و طول دوره ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. رطوبت مورد نیاز برای فرآیند جوانه‌زنی از طریق اضافه نمودن ۷ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری دیش فراهم شد (Tavili et al., 2013). پس از آن، به صورت روزانه بذرها را جوانه‌زده که طول ریشه‌چه آن‌ها بیشتر از ۲ میلی‌متر بود، شمارش گردیدند. تعداد بذری که در هر پتری دیش جوانه زدند، یادداشت و بعد از پایان دوره آزمایش (روز چهاردهم)، اندازه‌گیری صفات آزمایش شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی گیاهچه بر اساس روابط ارائه شده در جدول ۱ محاسبه شد (ISTA, 2010). شمارش روزانه بذرها را جوانه‌زده از روز دوم به صورت روزانه در ساعتی معین انجام گرفت. به هنگام شمارش، بذوری جوانه زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها ۲ میلی‌متر یا بیشتر

برای افزایش عملکرد و سایر نیازهای گیاهی، به طور فزاینده‌ای مورد توجه تولیدکنندگان و کشاورزان قرار گرفته است. علی‌رغم بسیاری از مطالعات انجام شده بر روی جذب مواد مغذی در طول دوره گلدهی، بسیاری از جنبه‌های محلول‌پاشی برگی بر عملکرد گیاهچه هنوز بررسی نشده است. این مطالعه به منظور بررسی محلول‌پاشی، زمان محلول‌پاشی و تنش کم‌آبی در طول رشد و گلدهی بر روی جوانه‌زنی، استقرار و رشد اولیه گیاهچه کینوا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای، محلول‌پاشی و تیمارها: این مطالعه در شهرستان ارومیه (شاهیندژ) در سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این مطالعه، آهن و روی به ترتیب از منابع، آهن ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) به میزان ۴ گرم در لیتر و روی ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) به میزان ۳ گرم در لیتر تامین شد. از نانوفرم‌های آهن (FeO) و روی (FeO) نیز به میزان یک گرم در لیتر استفاده شد. تیمارهای تغذیه‌ای شامل ۷ سطح محلول‌پاشی (شاهد، آهن، روی، آهن + روی، نانو آهن، نانو روی، نانو آهن + نانو روی) در ۲ زمان (۵۰ و ۱۰۰ درصد گلدهی) و ۲ سطح تنش، شاهد (آبیاری زمان پتانسیل رطوبت خاک در زمان ظرفیت زراعی (FC) ($-0.1 \pm 0.3/0.45$) (بار) و تنش کم‌آبی (آبیاری هنگام تنش شدید شامل پتانسیل رطوبت خاک به میزان $-0.19/0.45$) (بار) انجام شد که جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خاک مزرعه در شرایط ظرفیت زراعی از دستگاه صفحه فشاری تحت مکش ۳/۰ اتمسفر استفاده گردید. ریزمغذی‌ها روی گیاهان موجود در همه کرت‌ها توسط سمپاش دستی تا زمان رواناب اسپری شدند. توئین ۲۰ (۰/۰۱٪، V/V) به عنوان سورفکتانت برای بهبود جذب برگی به همه محلول‌های اسپری اضافه شد. برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی، بذرها سالم و بدون ناخالصی

بود. طول گیاهچه‌ها با استفاده از خط‌کش مدرج بر حسب سانتی‌متر و وزن تر گیاهچه‌ها بوسیله ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، بر حسب گرم تعیین شد، سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه، پس از خشک کردن گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه

سانتی‌گراد در درون آن، از ترازوی دقیق استفاده شد. پس از دو هفته رشد، نهال‌ها از هر تکرار جمع‌آوری و بلافاصله در نیتروژن مایع منجمد شد و برای برخی از مطالعات فیزیولوژیکی در فریزر در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

جدول ۱: روابط محاسباتی صفات مورد مطالعه در آزمایش بذر

(Liopa-Tsakalidi et al., 2012)	GP (Germination Percentage) = $(N \times 100) / M$	درصد جوانه‌زنی
(Mangure, 1962)	GS (Speed of Germination) = $\Sigma Ni / Ti$	سرعت جوانه‌زنی
(Matthews and Khajeh-Hosseini, 2007)	MTG (Mean Time of Germination) = $\Sigma (Ni) / \Sigma N$	متوسط زمان جوانه‌زنی
(Soltani et al., 2001)	GU (Germination Uniformity) = $D90 - D10$	یکنواختی جوانه‌زنی
(Abdul-Baki and Anderson, 1973)	طول گیاهچه × قابلیت جوانه زنی = شاخص طولی گیاهچه	شاخص طولی گیاهچه
(Abdul-Baki and Anderson, 1973)	وزن گیاهچه × قابلیت جوانه زنی = شاخص وزنی گیاهچه	شاخص وزنی گیاهچه

N = مجموع کل بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش، M = کل بذرهای کاشته شده، T = طول کل دوره جوانه‌زنی، ti = تعداد روزهای پس از جوانه‌زنی، n = تعداد بذرهای جوانه زده در ti ، Pls و Plc = به ترتیب شاخص سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش و شاهد، ni^* = تعداد بذر در اوج جوانه‌زنی، N^* = تعداد روزی که جوانه‌زنی از ۰/۱ تا ۶۱ درصد رسید

A: جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر
W: وزن تر نمونه بر حسب گرم

تجزیه و تحلیل آماری

پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها (Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk test)، داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹،۴) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم‌آبی و محلول پاشی عناصر غذایی و زمان محلول‌پاشی بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل کم‌آبی × محلول‌پاشی عناصر غذایی (DN) و محلول‌پاشی عناصر غذایی × زمان محلول‌پاشی (TN) بر درصد

محتوی کلروفیل و کارتنوئید: اندازه‌گیری غلظت

کلروفیل و کارتنوئید به روش (Arnon, 1967) انجام شد. در این روش ۰/۱ گرم ماده‌ی تر گیاهچه در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع خرد کرده و سپس در شرایط تاریکی ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد به آن اضافه کردیم و در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با ۶۰۰۰ دور در دقیقه قرار دادیم. بخش فوقانی عصاره را به لوله آزمایش جدید ریخته و با فویل پوشانیدیم. سپس در اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۳ نانومتر، ۶۴۵ نانومتر و ۴۷۰ نانومتر به ترتیب جهت اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کارتنوئیدها قرائت انجام شد.

$$\text{Chlorophyll a (mg/ gr fresh weight)} = [19.3 (A_{663}) - 0.86 (A_{645})] v / 100w$$

$$\text{Chlorophyll b (mg/ gr fresh weight)} = [19.3 (A_{645}) - 3.6 (A_{663})] v / 100w$$

$$\text{Total chlorophyll (mg/ gr fresh weight)} = [20.8 (A_{645}) + 8.02 (A_{663})] v / 100w$$

$$\text{Carotenoids} = [(100 (A_{470}) - 3.27 (\text{mg chl a}) - 104 (\text{mg chl b})) / 227]$$

V: حجم عصاره شناور

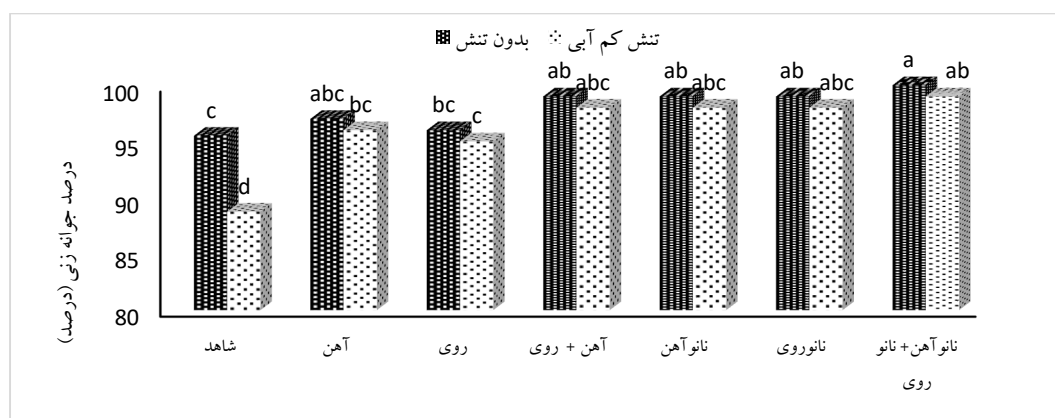
وزن دانه‌ها تاثیرگذار است. بذری با وزن هزار دانه بیشتر، از مواد ذخیره ای بیشتری برخوردار بوده؛ ایجاد گیاهچه‌هایی با طول بیشتر می‌کنند که بیانگر بنیه قوی‌تر بذرها و گیاهچه‌ها است و می‌تواند منجر به ظهور سریعتر گیاهچه‌های قوی‌تر در شرایط مزرعه گردد. تفاوت در وزن نهایی دانه به سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه علاوه بر عوامل ژنتیکی به عوامل شرایط محیطی نیز وابسته است. با تامین کافی عناصر غذایی بذری با وزن بالاتر که برخوردار از ذخایر مواد غذایی بیشتری می‌باشند، تشکیل شده است (Mahlooji, 2021).

جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل DN نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در شرایط بدون تنش کم‌آبی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی کاهش معنی‌داری را داشتند (شکل ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل TN نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در مرحله ۵۰ درصد گلدهی بود (شکل ۲). افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه مادری باعث تحریک رشد گیاه و افزایش فتوسنتز می‌شود که این امر بر افزایش

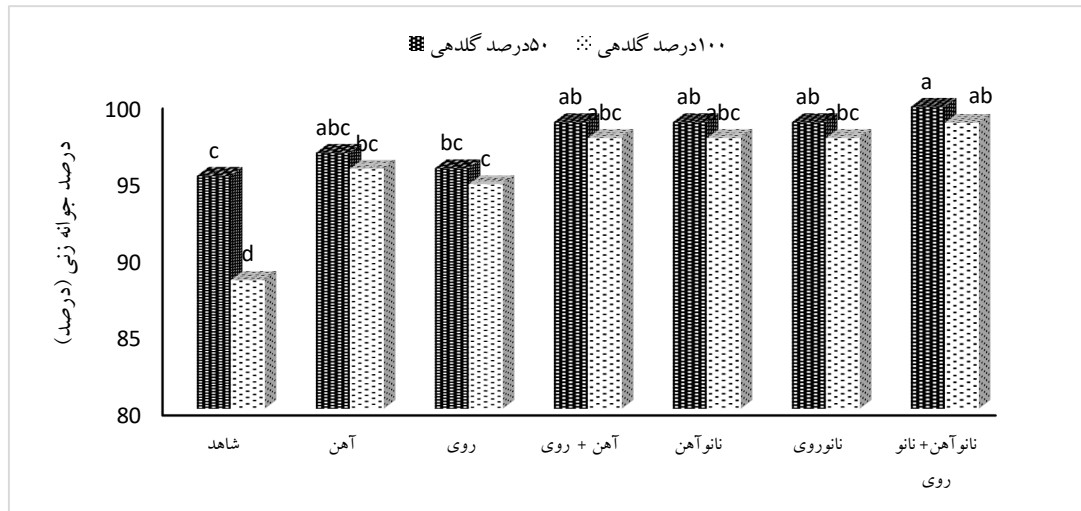
جدول ۲: تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی عناصر غذایی و زمان محلول‌پاشی در شرایط مختلف تنش کم‌آبی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور مادری گیاه کینوا

منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	میانگین مربعات (MS) ارومیه	
						بنیه طولی گیاهچه	بنیه وزنی گیاهچه
تنش کم‌آبی (D)	۱	۹۴/۸۹**	۲/۰۲**	۰/۰۶۳**	۰/۰۰۴**	۱۲/۲۴**	۴۸۸۵/۷۲**
زمان محلول‌پاشی (T)	۱	۹۴/۸۹**	۳/۰۳**	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۵۱**	۰/۹۱ ^{ns}	۱۶۲۰/۶۹**
عناصر غذایی (N)	۶	۱۰۸/۷۰**	۱/۰۱**	۰/۰۰۵۱**	۰/۰۰۱۷**	۸۹/۰۲**	۹۷۱۲/۲۱**
(D) × (T)	۱	۱۳/۸۹ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۳۷۵/۱۰**
(N) × (D)	۶	۱۹/۸۹*	۱/۰۱**	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۹**	۱/۵۸ ^{ns}	۱۷۷/۰۹**
(N) × (T)	۶	۱۹/۸۹*	۱/۰۱**	۰/۰۰۲۰**	۰/۰۰۱۵**	۳/۴۲**	۱۲/۵۷ ^{ns}
(N) × (T) × (D)	۶	۱۳/۸۹ ^{ns}	۱/۰۱**	۰/۰۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۹**	۲/۰۲*	۶/۸۳ ^{ns}
خطای آزمایشی	۸۴	۸/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۴	۶/۰۸
ضریب تغییرات %	-	۳/۰۴	۹/۱۸	۷/۶۷	۹/۲۹	۸/۴۸	۵/۰۷
							۹/۳۷
							۷/۰۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱: اثر متقابل عناصر غذایی و تنش کم‌آبی روی گیاه مادری بر درصد جوانه‌زنی بذور حاصل



شکل ۲: اثر متقابل عناصر غذایی و زمان محلول پاشی روی گیاه مادری بر درصد جوانه‌زنی بذور حاصل

مختلف می‌شود. علت تفاوت در فرایندهای جوانه‌زنی ارقام می‌تواند ناشی از استحکام دیواره سلولی در این ارقام باشد که مانع از نشت الکترولیت‌ها به خارج از بذور در طی فرایندهای جوانه‌زنی می‌گردد و در نتیجه نشت متابولیت‌ها از بذرها کاهش یافته و جوانه‌زنی و بنیه بذرها بهبود می‌یابد. این نتایج با یافته‌های آزادبخت و همکاران (Azadbakht et al., 2017) مطابقت دارد.

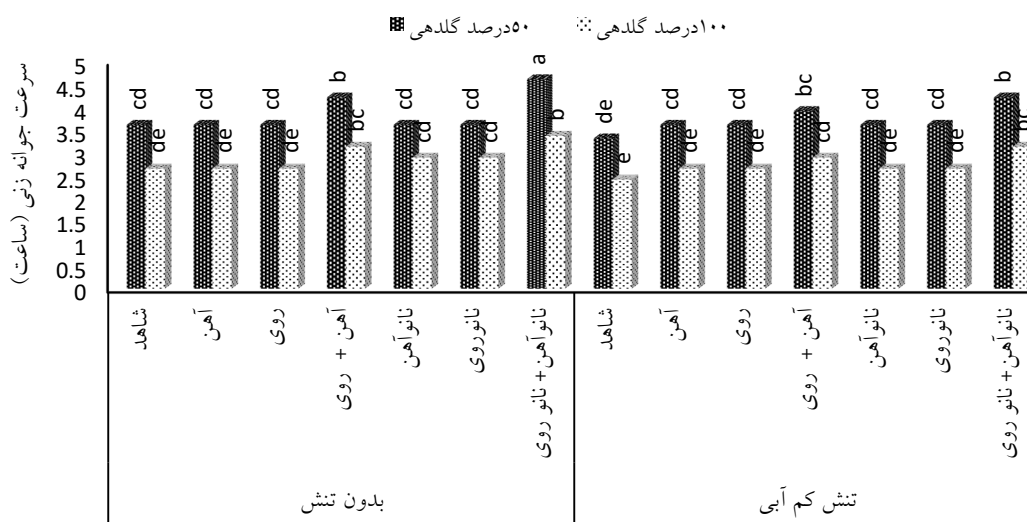
سرعت جوانه‌زنی معیار مستقیمی از قدرت بذر بوده و افزایش آن به معنی افزایش بذور جوانه‌زده در هر روز در مقایسه با شاهد است. آهن و روی از عوامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب دانه است و از آنجایی که به‌عنوان کوفاکتور در اکثر آنزیم‌های جوانه‌زنی حضور دارد، لذا با فراهمی این عنصر به میزان کافی برای گیاه، درصد و سرعت جوانه‌زنی تسریع می‌شود. سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به تنش در مرحله جوانه‌زنی است، زیرا هر چه سرعت جوانه‌زنی بیشتر باشد، شانس سبز شدن تحت شرایط تنش بیشتر خواهد بود (Kafi et al., 2005). گزارش کردند که تنش خشکی شاخص‌های جوانه‌زنی را به شدت تحت

سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم‌آبی و محلول پاشی عناصر غذایی و زمان محلول‌پاشی و همچنین اثرات متقابل کم‌آبی × محلول‌پاشی عناصر غذایی (DN)، محلول‌پاشی عناصر غذایی × زمان محلول‌پاشی (TN) و کم‌آبی × زمان محلول‌پاشی × محلول‌پاشی عناصر غذایی (DTN) بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل DTN نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانوآهن + نانوروی در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و در شرایط بدون تنش کم‌آبی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی و زمان ۱۰۰ درصد گلدهی کاهش معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند (شکل ۳).

سرعت جوانه‌زنی صفت بسیار مهمی جهت تشخیص کیفیت بذر محسوب می‌شود. کوتاه‌تر بودن دوره جوانه‌زنی، بیانگر بالا بودن کیفیت بذر و سریع‌تر جوانه‌زدن است، ولی بایستی به برهمکنش صفات نیز توجه شود. تنش بر میزان عناصر غذایی، هورمون‌های محور جنینی و فتوسنتز گیاه مادری مؤثر بوده و باعث کاهش اندازه بذر و سرعت جوانه‌زنی بذور ارقام

اظهار داشتند که افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر و درصد جوانه‌زنی بذر با دسترس بودن مواد مغذی بالا به دلیل فعالیت متابولیک دانه‌های مرتبط آن‌ها با تشکیل بافت‌های جدید و فعالیت آنزیم‌ها است

تأثیر قرار داد و موجب کاهش درصد و سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و همچنین کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در توده‌های مختلف گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) شد (Jahanbakhsh et al., 2019). سالار و همکاران (Salar et al., 2013)



شکل ۳: اثر متقابل عناصر غذایی و زمان محلول پاشی و شرایط مختلف تنش کم‌آبی روی

گیاه مادری بر درصد جوانه‌زنی بذور حاصل

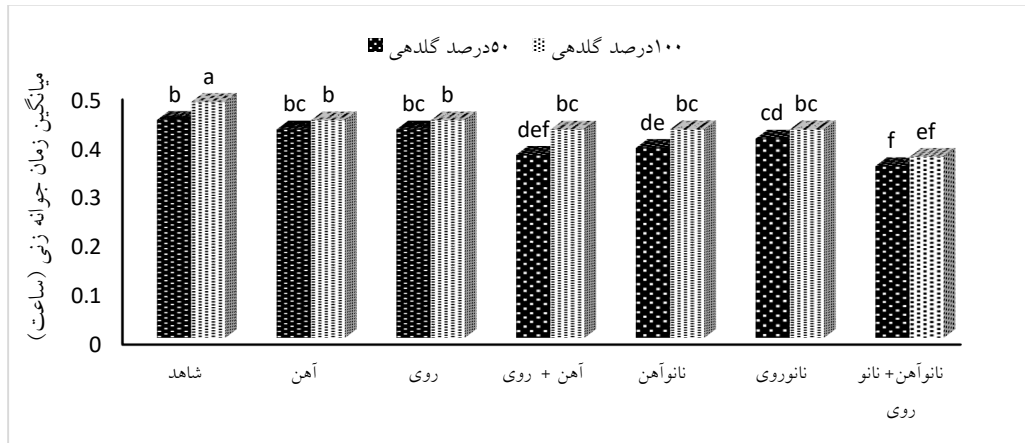
تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در مرحله ۵۰ درصد گلدھی بود (شکل ۴).

متوسط زمان جوانه‌زنی معیاری از سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر محسوب می‌گردد، به طوری که در بسیاری از گونه‌های مقاوم همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن مشخص شده و بنابراین معیاری برای ارزیابی رشد گیاهچه و بنیه آن است (ISTA, 2013). این صفت بر حسب روز ولی در ارقام دارای جوانه‌زنی سریع بر حسب ساعت بیان می‌شود و پایین بودن آن بیانگر افزایش کیفیت و قدرت بذر است (Warraich et al., 2002). اختلال یا کندی در جذب آب توسط بذر، منجر به کاهش سرعت انجام فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی در داخل بذر

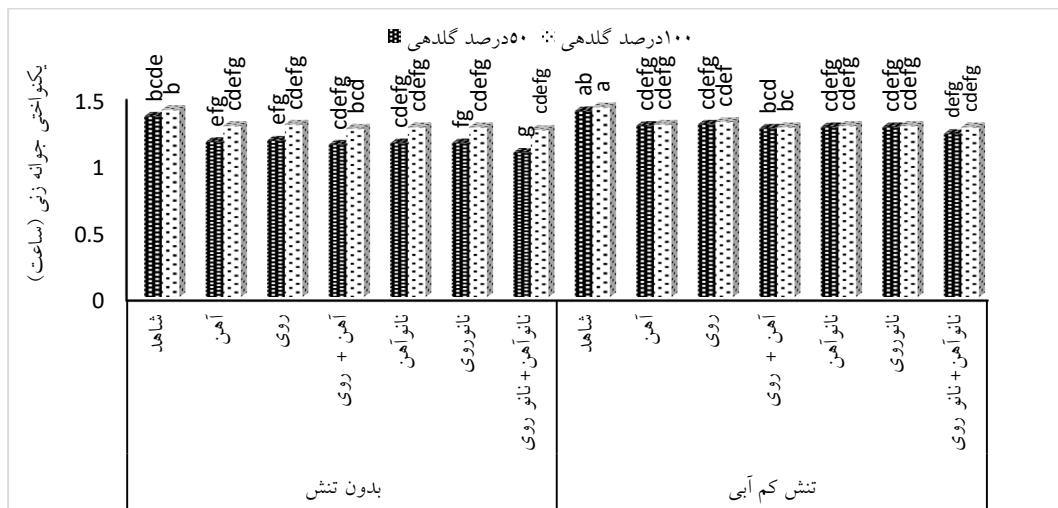
میانگین زمان جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم‌آبی و محلول پاشی عناصر غذایی و زمان محلول پاشی و همچنین اثر متقابل محلول پاشی عناصر غذایی × زمان محلول پاشی (TN) بر میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین محلول پاشی با عناصر غذایی بر گیاه کینوا موجب کاهش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی بذور حاصل شد به طوری که کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار غذایی مربوط به تیمار ترکیب نانواهن + نانوروی بود و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل TN نشان داد که کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی مربوط به تیمار

(Zamani and Amiri, 2018). (Allahdadi (2020) گزارش نمود که با تغذیه گیاه مادری متوسط زمان جوانه‌زنی گیاه آرتیشو کاهش یافت.

شده و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و در نتیجه میانگین مدت جوانه‌زنی افزایش می‌یابد.



شکل ۴: اثر متقابل عناصر غذایی و زمان محلول پاشی روی گیاه مادری بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذور حاصل



شکل ۵: اثر متقابل عناصر غذایی و زمان محلول پاشی و شرایط مختلف تنش کم‌آبی روی گیاه مادری

بر یکنواختی جوانه‌زنی بذور حاصل

درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل DTN نشان داد که کمترین مقدار یکنواختی جوانه‌زنی مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در زمان ۵۰ درصد گلدهی و در شرایط بدون تنش کم‌آبی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی و زمان ۱۰۰ درصد گلدهی افزایش معنی‌داری در مقدار یکنواختی جوانه‌زنی را نشان دادند (شکل ۵).

یکنواختی جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم‌آبی و محلول پاشی عناصر غذایی و زمان محلول پاشی و همچنین اثرات متقابل کم‌آبی × محلول پاشی عناصر غذایی (DN)، محلول پاشی عناصر غذایی × زمان محلول پاشی (TN) و کم‌آبی × زمان محلول پاشی × محلول پاشی عناصر غذایی (DTN)، بر یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک

گیاهچه مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در زمان ۵۰ درصد گلدهی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در زمان ۱۰۰ درصد گلدهی کاهش معنی‌داری در بنیه وزنی گیاهچه را نشان دادند (شکل ۸). بررسی خصوصیات جوانه‌زنی بذر گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey) حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده با عناصر مغذی نشان داد که دارای بنیه بذری بالا و در نتیجه گیاهچه قوی‌تر را تشکیل دادند (Allahdadi, 2020). بیکیان و همکاران (Bikian et al., 2008) گزارش کردند که وزن گیاهچه‌های حاصله از پایه مادری ماریتیغال تحت تاثیر وزن دانه قرار گرفت و بذره‌های سنگین‌تر، گیاهچه‌های قوی‌تری تولید کردند. طول گیاهچه از مهم‌ترین شاخص‌های رشد و نمو و بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و تغییرات آن به عنوان شاخصی از بنیه گیاهچه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (ISTA, 2013). در نتایج یک پژوهش نشان داد تغذیه گیاه مادری لوبیا قرمز در مزرعه سبب افزایش طول ریشه چه، طول ساقه چه و شاخص طولی بنیه گیاهچه می‌شود (Mohammadzadeh et al., 2015). در این مطالعه نیز شاخص وزنی گیاهچه با افزایش سطح تنش خشکی کاهش یافت که با نتایج سایر مطالعات تطابق داشت (Paravar et al., Badeleh et al., 2015; 2021). پژوهش‌های انجام شده بر گیاه شنبلیله بیانگر این واقعیت است که با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش یافته است (Zaheer and Ajmal, 2010).

نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط تنش و محلول‌پاشی‌های مختلف بر گیاه مادری، شاخص طولی بنیه گیاهچه بیشتری را تولید نمود. به نظر می‌رسد این صفات در انتخاب ارقام متحمل به تنش کارایی خوبی دارند. همچنین محلول‌پاشی گیاه مادری

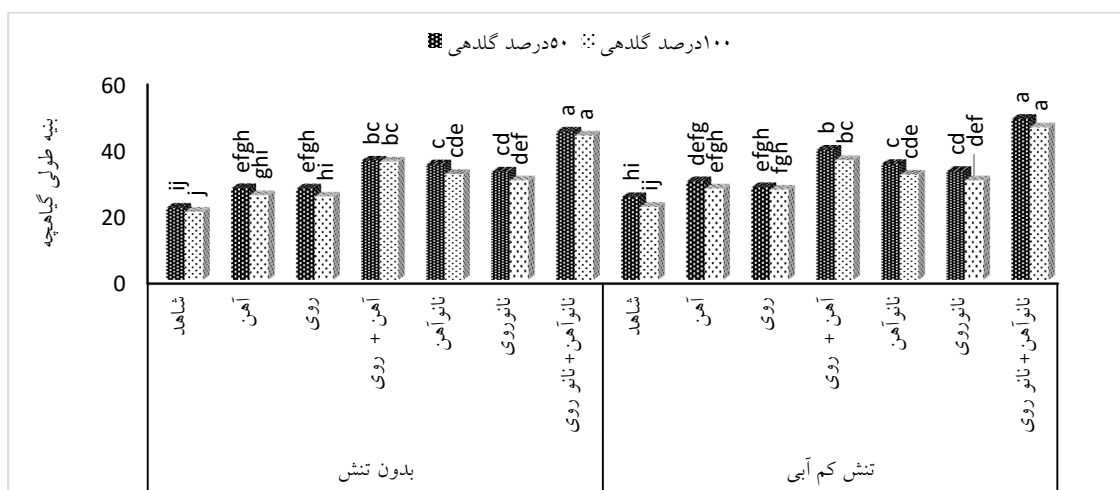
صفت همگنی جوانه‌زنی، نشان دهنده‌ی جوانه‌زنی در دامنه زمانی محدودتر است و هرچه میزان این صفت بیشتر باشد بذور دارای یکنواختی در جوانه‌زنی هستند. تنش خشکی شاخص‌های جوانه‌زنی را به شدت تحت تأثیر قرار داد و موجب کاهش درصد و سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی در توده‌های مختلف گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) شد (Omidi et al., 2015).

شاخص بنیه طولی و بنیه وزنی گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی عناصر غذایی و زمان محلول‌پاشی بر بنیه وزنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و همچنین تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی عناصر غذایی بر بنیه طولی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین اثرات متقابل کم‌آبی × زمان محلول‌پاشی (DT) و کم‌آبی × محلول‌پاشی عناصر غذایی (DN) بر بنیه وزنی گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثرات متقابل محلول‌پاشی عناصر غذایی × زمان محلول‌پاشی (TN) و کم‌آبی × زمان محلول‌پاشی × محلول‌پاشی عناصر غذایی (DTN) بر بنیه طولی گیاهچه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل DTN نشان داد که بیشترین بنیه طولی مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در زمان ۵۰ درصد گلدهی و در شرایط بدون تنش کم‌آبی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی و زمان ۱۰۰ درصد گلدهی کاهش معنی‌داری در بنیه طولی را نشان دادند (شکل ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل DN نشان داد که بیشترین بنیه وزنی گیاهچه مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانواهن + نانوروی در شرایط بدون تنش کم‌آبی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تنش کاهش معنی‌داری در بنیه وزنی گیاهچه را نشان دادند (شکل ۷). مقایسه میانگین اثر متقابل TN نشان داد که بیشترین بنیه وزنی

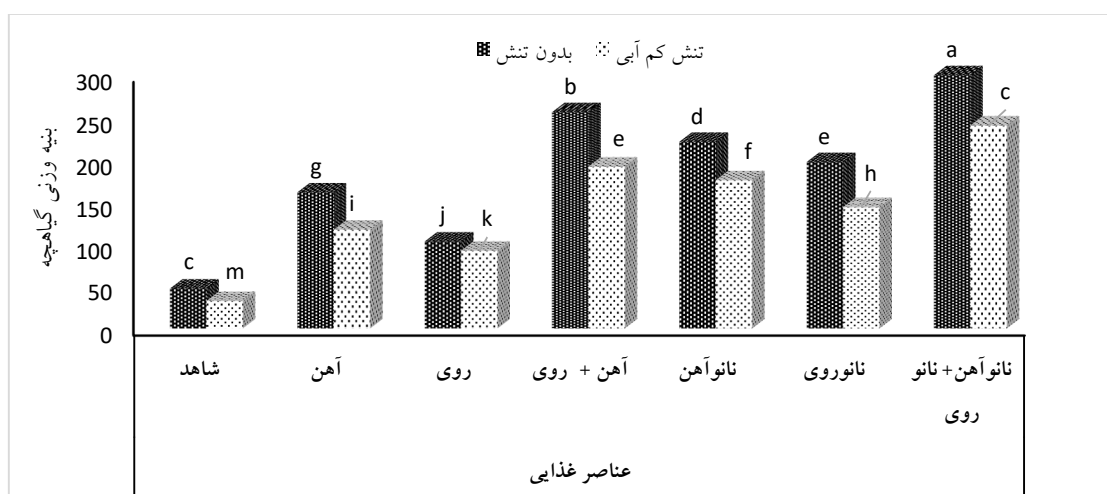
گزارش نمودند (Mahdavian, 2018; Sharafizadeh, 2018). تأثیر محلول‌پاشی بر بینه بذر و گیاهچه توسط غلامی و همکاران (Gholami et al., 2018) گزارش شده که مطابقت با نتایج این پژوهش دارد. همحسن نصب و همکاران (Mohsen- Nasab et al., 2010) تفاوت در شاخص بینه ارقام گندم و تفاوت ارقام گندم از نظر رشد ساقه‌چه توسط عبدالرحمانی و همکاران (Abdolahmani et al., 2013) نیز گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

در شرایط تنش، می‌تواند تقسیم سلولی در مریستم انتهایی ریشه‌چه و ساقه‌چه را تحریک و افزایش طول را سبب گردند و شاخص طولی بینه گیاهچه و عملکرد را ارتقا دهد (Mahdavian, 2018). به نظر می‌رسد در شرایط تنش، هورمون‌های اکسین و سیتوکنین که سبب رشد می‌شوند کاهش می‌یابد و محلول پاشی با اثر بر این دو هورمون می‌تواند موجب بهبود شرایط رشد شود. سایر محققین نیز افزایش تقسیم سلولی در مریستم انتهایی جو و افزایش قابلیت گسترش دیواره سلولی جنین را علت افزایش طول



شکل ۶: اثر متقابل عناصر غذایی و زمان محلول‌پاشی و شرایط مختلف تنش کم‌آبی روی گیاه مادری

بر بینه طولی گیاهچه بذور حاصل



شکل ۷: اثر متقابل عناصر غذایی در شرایط مختلف تنش کم‌آبی روی گیاه مادری بر بینه وزنی گیاهچه بذور حاصل



شکل ۸: اثر متقابل عناصر غذایی و زمان محلول پاشی روی گیاه مادری بر بینه وزنی گیاهچه بذور حاصل

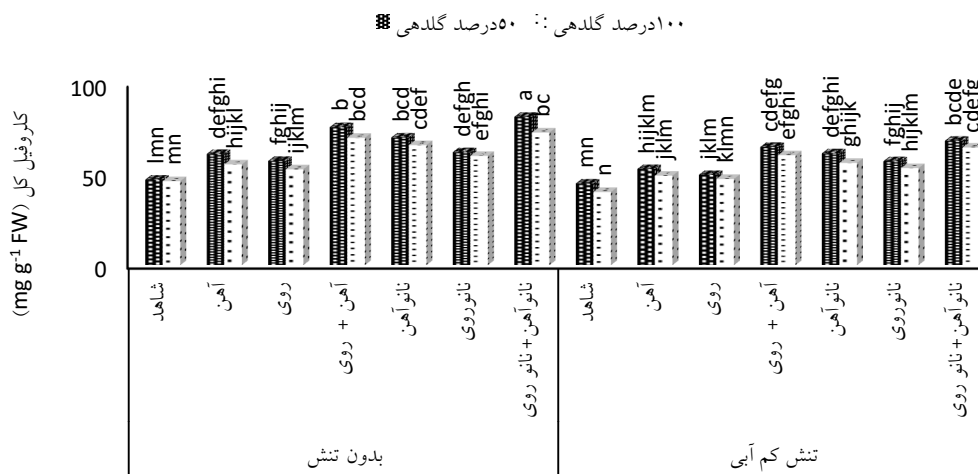
می‌باید (Jiang and Zhang, 2002). کلروپلاست اولین رنگدانه جذب کننده نور در برگ، نقش اساسی در اعمال بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاه چون سنتز آمینواسیدها، اسیدهای چرب، نشاسته و بسیاری از ترکیبات متابولیکی ثانویه علاوه بر فتوسنتز و همچنین نقش اساسی در پاسخ به تنش ایفا می‌کند (Jiang and Zhang, 2002). تغییر در محتوی کلروفیل برگ به عنوان یک واکنش کوتاه مدت به تنش و یکی از عوامل مهم در حفظ ظرفیت فتوسنتزی و تولید ماده خشک در شرایط خشکی مطرح می‌باشد (Ahmadi and Ceioce mardeh, 2004). در این بررسی در اثر تنش خشکی بر گیاه مادری، میزان کلروفیل کل و کارتنوئید کاهش یافت. کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به واسطه کاهش سنتز کلروفیل و همچنین ناشی از تخریب آن باشد. تخریب مولکولی کلروفیل به علت جدا شدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیلاز صورت می‌گیرد (Parvaiz and Satyawati, 2008). کاروتنوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان و یک سیستم محافظ در برابر تنش اکسیداتیو، خود قربانی تنش اکسیداتیو القا شده می‌شوند (Dicango et al., 1999).

محتوی کلروفیل کل و کارتنوئید: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم‌آبی، محلول پاشی عناصر غذایی و زمان محلول پاشی بر کلروفیل کل و کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). همچنین اثرات متقابل، کم‌آبی × محلول پاشی عناصر غذایی (DN)، محلول پاشی عناصر غذایی × زمان محلول پاشی (TN)، کم‌آبی × زمان محلول پاشی × عناصر غذایی (DTN) بر کلروفیل کل و اثر متقابل کم‌آبی × زمان محلول پاشی (DT) بر کارتنوئید معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل DTN نشان داد که بیشترین کلروفیل کل مربوط به تیمار تغذیه‌ای نانو آهن + نانوروی در زمان ۵۰ درصد گلدهی و در شرایط بدون تنش کم‌آبی بود و دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تنش کم‌آبی و زمان ۱۰۰ درصد گلدهی کاهش معنی‌داری در کلروفیل کل را نشان دادند (شکل ۹). مقایسه میانگین اثر متقابل DT نشان داد که بیشترین کارتنوئید مربوط به تیمار عدم تنش کم‌آبی در زمان ۵۰ درصد گلدهی بود (شکل ۱۰). در تنش خشکی احتمال تولید رادیکال‌های آزاد و ایجاد تنش اکسیداتیو در بافت‌های فتوسنتزی به علت دسترسی بیش‌تر به اکسیژن نسبت به بافت‌های غیرفتوسنتزی افزایش

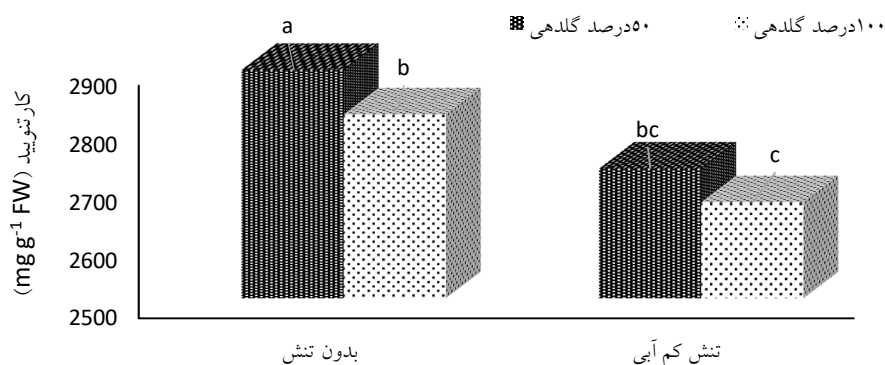
نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی بر روی گیاه مادری باعث تخریب کلروپلاست، تغییر در تعداد و اندازه کلروپلاست و کاهش محتوای کلروفیل می‌شود. پاریدا و داس (Parida and Das, 2005) گزارش کردند که محتوای کلروفیل گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد. نتیجه تحقیق عقیقی شـاهوردی و همکاران (Aghighi Shahverdi et al., 2017) روی استویا *Bertoni rebaudiana Stevia* نشان داد که کلروفیل تحت شرایط تنش کاهش یافتند گزارش شده است که با وجود آهن در دسترس که می‌تواند برای گیاهان در حفاظت از محتوای کلروفیل مؤثر باشد، افزایش می‌یابد (Cao et al., 2011). کاروتنوئید رنگیزه مهم و کلیدی سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاهان بوده که به تنش‌های اکسیداتیو ایجاد شده خیلی حساس هستند (Shetewi, 2007). آهن جزء متابولیک آنزیم کاپروپورفینوزن اکسیداز است (Chereskim and Castelfrance, 1982). این آنزیم در بیوسنتز آلفا-آمینو لیپولینیک (ALA) که پیش‌ساز کلروفیل است، دخیل می‌باشد (Marchner, 1986). بنابراین کاهش ذخیره کلروفیل در برگ‌ها به علت مهار مراحل مختلف بیوسنتز کلروفیل است (Vassilev and Yordanov, 1997). همچنین آهن نقش مهمی در تنظیم سنتز کلروفیل دارد (Noort and Wallace, 1996). بنابراین آهن به میزان زیادی در کلروپلاست و میتوکندری سلول‌های گیاهی مورد نیاز است (Zuchi et al., 2009; Astolfi et al., 2010, 2012). عنصر روی می‌تواند با ایجاد تغییرات رشدی (Wissuwa et al., 2006)، تاثیر در سنتز پیش‌ماده کلروفیل (Said- Al Ahl and Mahmoud, 2010)، افزایش متابولیسم پروتئین‌ها (Rion and Alloway, 2004) در تحمل به تنش خشکی دخالت داشته باشد (Ahmed et al., 2009).

نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی بر روی گیاه مادری باعث تخریب کلروپلاست، تغییر در تعداد و اندازه کلروپلاست و کاهش محتوای کلروفیل می‌شود. پاریدا و داس (Parida and Das, 2005) گزارش کردند که محتوای کلروفیل گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد. نتیجه تحقیق عقیقی شـاهوردی و همکاران (Aghighi Shahverdi et al., 2017) روی استویا *Bertoni rebaudiana Stevia* نشان داد که کلروفیل تحت شرایط تنش کاهش یافتند گزارش شده است که با وجود آهن در دسترس که می‌تواند برای گیاهان در حفاظت از محتوای کلروفیل مؤثر باشد، افزایش می‌یابد (Cao et al., 2011). کاروتنوئید رنگیزه مهم و کلیدی سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاهان بوده که به تنش‌های اکسیداتیو ایجاد شده خیلی حساس هستند (Shetewi, 2007). آهن جزء متابولیک آنزیم کاپروپورفینوزن اکسیداز است (Chereskim



شکل ۹: اثر متقابل محلول‌پاشی عناصر غذایی و زمان محلول‌پاشی در شرایط مختلف تنش کم‌آبی

روی گیاه مادری بر کلروفیل کل



شکل ۱۰: اثر متقابل تنش کم آبی و زمان محلول پاشی روی گیاه مادری بر کارتنوئید

بوده و نشان از مقاومت مطلوب این گیاه تحت شرایط تنش کم آبی داشت. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تغذیه گیاه مادری با نانو کودهای آهن و روی با ذخیره سازی و جذب برخی عناصر غذایی می تواند نقش موثری در بهبود شاخص های جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه کینوا داشته باشد. بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش، کشت کینوا به عنوان گیاهی امیدبخش که تحمل بالایی به تنش های محیطی دارد و محصول تولیدی نیز از کیفیت بالایی برخوردار است، به همراه کاربرد محلول پاشی نانو کودهای آهن و روی، در اراضی با حاصلخیزی کم و دارای محدودیت، قابل توصیه است.

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه کینوا تاب آوری بالایی به شرایط تنش های شدید محیطی دارد. به نحوی که توانست در شرایط تنش کم آبی شدید نیز دوره رشد خود را کامل کرده و تولید بذر کند. بر اساس یافته های پژوهش، تنش کم آبی منجر به افت پارامترهای جوانه زنی اعم از درصد، سرعت و شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه و میزان رنگیزه های فتوسنتزی گردید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بذور پایه مادری بدست آمده تحت شرایط کاربرد محلول پاشی با عناصر غذایی به فرم نانو در زمان ۵۰ درصد گلدهی دارای پارامترهای جوانه زنی مطلوبی

References

- Abdollahmani, B., Esfahani, M. and Sadegzadeh, B. 2013. Evaluation of relationship between seed vigor and grain yield in rainfed wheat genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences. 14(4): 308-319.
- Abdul-Baki, A.A., and Anderson. J.D. 1973. 'Vigor determination in soybean by multiple criteria'. Crop Science. 13: 630-633.
- Adolf, V.I., Jacobsen, S.E. and Shabala, S. 2012. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Environmental and Experimental Botany, 92:43-54.
- Aghighi Shahverdi, M., Omidi, H., Tabatabaei, S.J. 2017. Effect of nutri-priming on germination indices and physiological characteristics of stevia seedling under salinity stress. Journal of Seed Science 37(4):1-10.
- Ahmadi, A. and Ceiocemardeh. A. 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. J. Agric.Sci. 35: 753-763.

- Ahmed, N., Fiaz, A., Abidand, M. and Amanullah, M. 2009. Impact of zinc fertilization on gas exchange characteristics and water use efficiency of cotton crop under arid environment. *Pakistan Journal of Botany*, 41(5): 2189-2197.
- Allahdadi, M. 2020. Effects of maternal plant nutrition on some seed germination characteristics and seedling growth of artichoke (*Cynara scolymus* L.). 16 (8):59-72.
- Anjum, A., Xie, X., Wang, L., Farrukh Saleem, M. and Man, Ch. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (9): 2026- 2032.
- Arnon, A. 1967. 'Method of extraction of chlorophyll in the plants'. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.
- Astolfi, S., Zuchi, S., Hubberten, H.M., Pinton, R. and Hoefgen, R. 2010. Supply of sulphur to S-deficient young barley seedlings restores their capability to cope with iron shortage. *Journal of Experimental Botany*, 61: 799–806. 10.1093/jxb/erp346.
- Astolfi, S., Zuchi, S., Neumann, G., Cesco, S., Di Toppi, L.S. and Pinton, R. 2012. Response of barley plants to Fe deficiency and Cd contamination as affected by S starvation. *Journal of Experimental Botany*, 63: 1241–1250. 10.1093/jxb/err344.
- Azadbakht, F., Ahmadi, Kh. and Omidi, H. 2017. Effect of terminal drought tension on seed germination indices and photosynthetic pigments of maternal genotypes safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Crop Physiology Journal*, 8(32): 75-90.
- Badeleh, K., Aghighi Shahverdi, M. and Omidi, H. 2015. Effect of Seed Priming on Cucurbita pepo Germination under Drought Stress. *Iranian J. Seed Res.* 1 (2): 125-135.
- Bikian, M., Haj Seyyed Hadi, M.R. and Delkhosh, B. 2008. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on some of morphological characteristics of seeds resulting from *Silybum marianum*. *J. Plants & Ecosystems*. 16: 46-60.
- Cao, X.-Y., Li, C.-G., Miao, Q., Zheng, Z.-J., and Jiang, J.H. 2011. Molecular cloning and expression analysis of a leaf-specific expressing 3-hydroxy-3methylglutaryl-CoA (HMG-CoA) reductase gene from *Michelia chapensis* Dandy. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(16), 3868-3875.
- Chereskin, B.M. and Castelfrance, P.A. 1982. Effects of iron and oxygen on chlorophyll biosynthesis II. Observation on the biosynthetic pathway in isolated etio-chloroplasts. *Plant Physiology*. 68: 112–116.
- Dicagno R., Guidi, L., Stefani, A. and Soldatini, G.F. 1999. Effects of cadmium on growth of *Helianthus annuus* seedlings: physiological aspects. *New Phytol.*, 144, 65-71.
- Ferreira, D.S., Pallone, J.A.L. and Poppi, R.J. 2015. Direct analysis of the main chemical constituents in *Chenopodium quinoa* grain using Fourier transform near-infrared spectroscopy. *Food Control*, 48: 91-95.
- Gholami, H., Parsa, M., Khajeh-Hosseini, M. and Khazaie, H.R. 2018. Effect of urea and micro elements foliar application on chickpea seed germination, seedling emergence, and seedling vigor of (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 6(2): 57-66.
- Green, J. M. and Beestman, G. B. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology, *Crop Protection*, 26: 320–327.
- Hajhashemi, S. and Ehsanpour, A.A. 2013. 'Influence of exogenously applied paclobutrazol on some physiological traits and growth of *Stevia rebaudiana* under in vitro drought stress'. *Biologia*, 68 (3): 414- 420.
- ISTA, 2013. Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- ISTA. 2010. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA), 543: 1-53.

- Jacobsen, S. E., Liu, F. and Jensen, C.R. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Horticulturae*, 122(2): 281-287.
- Jafarzadeh, L., Omidi, H. and Jafari, N. 2010. Effects of water stress on growth, essential oil content and proline content of marigold (*Calendula officinalis* L.). Sixteenth Conference and the Fourth International Conference of Biology Iran, pp: 1261-1262.
- jahanbakhsh S., Parmoon G., and Joudi Z. 2019. Effect drought and salt stress on germination, establishment and antioxidant enzyme activity different ecotypes chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Plant Process and Function*. 8 (30): 353-371.
- Jiang, M. and Zhang, G. 2002. Water stress induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. *Journal of experimental botany*, 53: 2401-2410.
- Kafi, F.M., Nezami, A., Hosseini, H., and Masoumi, A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 3 (1): 69-80.
- Liopa-Tsakalidi, A., Kaspiris, G., Salahas, G. and Barouchas. P. 2012. Effect of salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA3) pre-soaking on seed germination of stevia (*Stevia rebaudiana*) under salt stress. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(3): 416- 423.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 2: 176-177.
- Mahdavian, K. 2018. Effect of different concentrations of salicylic acid on salinity tolerance of barley seedling (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Crop Physiology*, 9(36): 121-136.
- Mahlooji, M. 2021. Effect of saline water irrigation and foliar application of maternal plant on germination characteristics of three barley cultivars. *Crop Science Research in Arid Regions*. 2 (2): 179-188.
- Malakuti, M.J. and Homaei, M. 2004. Fertility of soils in arid and semi-arid regions, problems and solutions. University of Tarbiat Modares press 518p.
- Marschener H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, New York. 286.
- Matthewsm. S., and Khajeh-Hosseini. M. 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*)'. *Seed Science and Technology*. 35(1):200-212.
- Mohammadzadeh, A., Majidi Dizaj, H., Ghaffari, M., Majnoun Hosseini, N., Madadzadeh, M., Khoda Rezaei, E. and Sajjadian. M. 2015. Effects of drought stress and nitrogen fertilizer on seed vigor of red kidney bean (*Phaseolus calcaratus* L.). *Iranian J. Seed Sci. Technol*. 4(1): 1-13.
- Mohsen-Nasab, F., Sharafizadeh, M. and Siadat, A. 2010. Study the effect of aging acceleration test on germination and seedling growth of wheat cultivars in controlled conditions (in vitro). *Journal of Crop Physiology*, 2: 59-71.
- Noort, D. V. and Wallace, A. 1966. Role of iron in chlorophyll synthesis. In *Current topics in plant nutrition*, ed. A. Wallace, 27-28. Los Angeles: University of California.
- Omidi, H., Naghdi Badi, H.A. and Jafarzadeh, L. 2015. Seeds of medicinal plants and crops. Shahed University Press, 454p.
- Paravar A., Maleki Farahani, S., and Rezazadeh. A. 2021. The effect of mycorrhiza on catalase enzyme activity and growth and qualitative characteristics of Lady's mantle (*Lallemantia royleana*) under deficit irrigation. *Plant Process and Function*. 10 (45): 235-248.
- Parida, A.K. and Das. A.B. 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60: 324-349.

- Parvaiz, A., and Satyawati, S. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants – a review. *Plant Soil Environ.* 54: 89-99.
- Rion, B. and Alloway, J. 2004. Fundamental aspects of zinc in soils and plants. *International zinc association*, 1-128.
- Said-Al Ahl, H.A.H. and Mahmoud. A.A. 2010. Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Ozean Journal of Applied Sciences.* 3(1): 97- 111.
- Salar, M., Mobasser, H.R. and Ghanbari-Malidarreh. A. 2013. Effects of nitrogen and potassium rates of mother plant on seed N and K content, germination and seedling growth of rice seeds. *AEB.* 7(1): 147-151.
- Sedghaslami, M. and Ahmadi Bonakdar, M. 2010. Effect of plant density and planting on yield and yield components of fenugreek. *Research of medicinal plants and aromatic plants of Iran,* 26 (2): 265-274.
- Shanker A.K., Maheswari M., Yadav S.K., Desai S., Bhanu D., Attal N. B. and Venkateswarlu B. 2014. Drought stress responses in crops. *Functional and Integrative Genomics,* 14(1): 11-22.
- Sharafizadeh, M. 2018. Effect of Salicylic Acid and Drought Stress on Germination and Activity of Antioxidant Enzymes of Barely. *Iranian Journal of Seed Science and Technology,* 6(2): 161-169.
- Sheteawi, S. A. 2007. Improving growth and yield of salt stressed soybean by exogenous application of jasmine acid and ascorbic. *International Journal of Agriculture and Biology.* 9: 473-478.
- Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Sci. Technol.* 29: 653-662.
- Soltani, A., Gholipoor, M., Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany,* 55: 195-200.
- Tavili, A., Safari, B. and Saberi, M. 2009. Investigation of compiration effective use of acid gibberelin and KNO₃ on improve germination characteristics *Salsola rigida,* *Rangeland J.* 3(2): 272 - 280.
- Vassilev, A. and Yordanov, I. 1997. Reductive analysis of factors limiting growth of cadmium treated plants –review. *Plant physiology,* 23:114-133.
- Warraich, E. A., Basar, S.M.A., Ahmad, N., Ahmad, R., and Aftab. M. 2002. Effect of nitrogen on grain quality and vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology.* 4: 517-520.
- Wissuwa, M., Abdelbagi, M.I. and Yanagihara, S. 2006. Effects of zinc deficiency on rice growth and genetic factors contributing to tolerance. *Plant physiology,* 142 (2): 731-741.
- Wojtyla, L., Lechowska, K., Kubala, S. and Garneczarska, M. 2016. Molecular processes induced in primed seeds – increasing the potential to stabilize crop yields under drought conditions. *Journal of Plant Physiology,* 203:116-126.
- Zaheer Ahmed, M. and Ajmal Khan, M. 2010. Tolerance and recovery responses of playa halophytes to light, salinity and temperature stresses during seed germination, *Flora Morph. Distribut. Func. Eco. Plants,* 205: 764-771.
- Zamani, Z., Amiri, H. 2018. Ismaeili A. Effect of drought stress on germination characteristics of two populations of Fenugreek (*Trigonella foenum subsp. graceum* L.). 5(2):191-183
- Zuchi, S., Cesco, S., Varanini, Z., Pinton, R. and Astolfi, S. 2009. Sulphur deprivation limits Fe-deficiency responses in tomato plants. *Planta,* 230: 85–94.



Effect of spermidine on cold tolerance of cucumber seeds in completing germination stage

Mohammad Solaimani¹, Mostafa Mobli², Ali-Akbar Ramin³, Leila Aslani^{4*}

¹ M.Sc. student Department of Horticulture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Email: mohammadsolaimani110@gmail.com

² Professor Department of Horticulture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Email: mobli@iut.ac.ir

³ Professor Department of Horticulture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Email: aa-ramin@iut.ac.ir

⁴ Ph.D. student Department of Horticulture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Email: leilaaslani40@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-12-1
Revised: 2022-12-13
Accepted: 2022-12-30

Keywords:
Chilling injury
Cucumber
Polyamine
Stress

ABSTRACT

To investigate the effect of spermidine on the cold tolerance of cucumber cultivar 'Rashid' in completing germination stage, an experiment was conducted using a completely randomized design with 4 replications and 4 treatments consist of different concentrations of spermidine (0, 0.1, 0.5 and 1 mM) in Incubator of College of Agriculture, Isfahan University of Technology. So seeds were exposed to 20°C for two days and then treated with spermidine, the remaining 13 days they were kept at 15, 13, 11 or 9°C. To compare the effects of temperature and its interactions with the hormone, data of four experiments analyzed as a split-plot experiment (four different temperatures as four main plots and four spermidine concentrations as four subplots). At the end of each experiment characteristics consist of length of shoot and root, fresh and dry weight of shoot and root and ion leakage of shoot and root were measured. The findings of this study showed that the application of spermidine in low concentrations was more effective than high concentrations for controlling chilling injury. Also in most cases, concentrations of more than 0.5 mM spermidine demonstrated inhibitory effect on measured characteristics. By reducing the temperature in this stage, most of the growth characteristics reduced, significantly. Significant interactions between hormone concentrations and temperatures were observed on shoot and root length, and root fresh weight. Overall, 0.5 mM spermidine is recommended to reduce the negative effects of chilling injury on the germination of cucumber seeds.

Cite this article: Solaimani, M., Mobli, M., Ramin, A.A., Aslani, L. (2022). Effect of spermidine on cold tolerance of cucumber seeds in completing germination stage. *Seed Research*, 12(4), 71-84.



©The author(s)

Doi: 10.30495/jsr.2023.1991321.1260

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

اثر اسپرمیدین بر تحمل به سرمای بذور خیار در مرحله تکمیل جوانه‌زنی

محمد سلیمانی^۱، مصطفی مبللی^۲، علی اکبر رامین^۳، لیلا اصلانی^{۴*}

^۱ دانشجوی کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، رایانامه: mohammadsolimani110@gmail.com

^۲ استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، رایانامه: mobli@iut.ac.ir

^۳ استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، رایانامه: aa-ramin@iut.ac.ir

^۴ دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، رایانامه: leilaaslani40@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	به منظور بررسی اثر اسپرمیدین بر تحمل به سرمای بذور خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه‌زنی، آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار شامل غلظت‌های صفر، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین با چهار تکرار در انکوباتور در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت چهار آزمایش مجزا اجرا شد. به این منظور در ابتدا بذرها ۲ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا آبنوشی صورت گیرد و پس از تیمار با هورمون اسپرمیدین (تیمارهای ذکر شده در بالا)، ۱۳ روز در دماهای ۹، ۱۱، ۱۳ یا ۱۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. برای مقایسه اثر دما و برهمکنش آن با غلظت اسپرمیدین داده‌های چهار آزمایش با همدیگر در یک طرح کرت‌های خرد شده (۴ دمای متفاوت انکوباتور به صورت ۴ کرت اصلی و ۴ غلظت اسپرمیدین به صورت ۴ کرت فرعی) آنالیز آماری شدند. در خلال و پایان هر آزمایش ویژگی‌هایی شامل طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، نشت یونی ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. یافته‌ها نشان داد که کاربرد اسپرمیدین در غلظت‌های پایین موثرتر از غلظت‌های بالا در تعدیل سرمازدگی بود. در اکثر موارد غلظت بیش از ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین اثر بازدارنده بر روی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نشان داد. با کاهش دما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی، بیشتر ویژگی‌های رشد اندازه‌گیری شده در اندام هوایی و ریشه به طور معنی‌داری کاهش یافت. برهمکنش هورمون و دما برای ویژگی‌های طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن تر ریشه‌چه از نظر آماری معنی‌دار شد، بنابراین اثر غلظت‌های مختلف هورمون بر این ویژگی‌ها تابع دما بود. در مجموع غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین برای کاهش اثرات منفی ناشی از سرمازدگی بر جوانه‌زنی بذور خیار توصیه می‌شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۹	
واژه‌های کلیدی: پلی آمین تنش خیار سرمازدگی	

استاد: سلیمانی، محمد؛ مبللی، مصطفی؛ رامین، علی اکبر؛ اصلانی، لیلا. (۱۴۰۱). اثر اسپرمیدین بر تحمل به سرمای بذور خیار

در مرحله تکمیل جوانه‌زنی. تحقیقات بذر، ۱۲ (۴)، ۸۴-۷۱.

مقدمه

مرحله اول به عنوان آبنوشتی و تورم شناخته شده و یک فرایند فیزیکی است، در مرحله دوم یا مرحله تأخیری جذب آب کم می‌شود و همچنان که بذر به سمت تکمیل فرایند جوانه‌زنی پیش می‌رود آنزیم‌ها و غشاهای در سلول‌های آبیگری نموده به فعالیت می‌پردازند. مرحله سوم جوانه‌زنی یا مرحله تکمیل جوانه‌زنی با ظهور قابل مشاهده ریشه‌چه همراه است، رشد ریشه‌چه توسط طویل شدن سلول‌ها انجام می‌گیرد که بعدها با رشد ساقه تداوم می‌یابد (Shekari et al., 2006).

پلی‌آمین‌ها هیدروکربن‌های خطی با وزن مولکولی کم و زنجیره راست ۱۵-۳ کربنی با دو گروه آمینی انتهایی هستند که در بسیاری از موارد دارای یک یا چند گروه آمینی دیگر می‌باشند (Asnaashari & Zokaei Khosroshahi, 2008). این گروه از تنظیم کننده‌های رشد، مولکول‌های کوچک کاتیونی آلی هستند که تقریباً در همه موجودات زنده یافت می‌شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو گیاهان (و جانوران)، تحریک تقسیم سلولی، ساخت DNA و پروتئین‌ها، شکستن خواب غده‌ها، جوانه‌زنی بذور، کنترل ریشه‌زایی، جنین‌زایی، پیری و ریزش بافت‌ها و اندام‌ها، گل‌انگیزی و نمو اندام‌های زایشی، تشکیل، رشد و رسیدن میوه‌ها ایفای نقش می‌کنند (Rehman et al., 2022 a). با قرار گرفتن گیاهان تحت تنش‌های زنده و غیر زنده، مقدار پلی‌آمین‌ها به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (Wang et al., 2022; Wang & Amini et al., 2021). گزارش شده که تیمار پلی‌آمین‌ها باعث افزایش معنی‌دار سطح آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش آسیب ناشی از پراکسیداسیون چربی‌های غشای پلاسمی می‌شود (Mostofa et al., 2014). پلی‌آمین‌های معمول، شامل پوترسین (دی آمین)، اسپرمیدین (تری آمین) و اسپرمین (تترامین) هستند (Asnaashari &

تنش‌های محیطی علت اصلی خسارت به محصولات کشاورزی در سرتاسر جهان هستند که رشد، نمو و قابلیت تولید گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. سرمازدگی یکی از تنش‌های محیطی است، که نتیجه آسیب فیزیولوژیکی دماهای پایین (نه دمای یخ زدن) به بافت گیاهان با منشأ گرمسیری و نیمه گرمسیری می‌باشد (Theocharis et al., 2012). در اکثریت قابل توجه گیاهان زمانی که دمای محیط به زیر ۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس کاهش یابد، گیاه دچار سرمازدگی می‌شود (Sanchez et al., 2014). صدمات ناشی از سرما شامل محدودیت‌های فوری مکانیکی، تغییر فعالیت ماکرومولکول‌ها، کاهش پتانسیل اسمزی در محیط سلولی و تغییرات قابل توجه در دیگر اجزای سلولی است (Xiong et al., 2002; Lee et al., 2002). اولین تغییر ایجاد شده در اثر سرمازدگی تغییر فاز مولکول‌های چربی غشا است. طی تنش سرما، غشای سلولی مورد حمله رادیکال‌های آزاد قرار می‌گیرد که منجر به پراکسیداسیون غشاهای و تجمع مالون دی‌آلدید و پرولین می‌شود (Dai et al., 2012). تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن با اکسیداسیون غشای پلاسمایی و زنجیره انتقال الکترون درون کلروپلاست همراه است (Yin et al., 2007).

خيار گیاهی حساس به سرما است و کشت آن در مناطقی با آب و هوای نسبتاً گرم صورت می‌گیرد. دمای مناسب رشد و نمو خیار در روز ۲۵-۲۲ و در شب ۱۹-۱۶ درجه سلسیوس است. دمای بالا برای جوانه‌زنی بذر، مراحل رویشی و زایشی لازم است. حداقل دما برای جوانه‌زنی بذر خیار ۱۲ درجه سلسیوس است و برای رشد و نمو گیاه دمای بالای ۲۵ درجه سلسیوس لازم است (Fariduddin et al., 2011). جوانه‌زنی بذر در طی سه مرحله اتفاق می‌افتد،

۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین با کاهش نشست یونی و افزایش قابلیت احیایی TTC، به طور نسبی در کاهش سرمازدگی در مرحله جوانه زنی مؤثرتر بود (Nayyar et al., 2004). پرایم کردن بذرها با اسپرمیدین، درصد جوانه زنی و رشد دانهال برنج را تحت تنش سرما بهبود بخشید و باعث افزایش معنی دار فعالیت آلفا آمیلاز، محتوای قندها و پروتئین های محلول شد. همچنین تیمار اعمال شده فعالیت آنزیم های درگیر در سنتز پلی آمین ها که در اثر سرما کاهش می یابند را بهبود بخشید (Fu et al., 2017; Sheteiwy et al., 2019). همچنین گزارش شده که پرایمینگ بذر برنج با اسپرمیدین باعث افزایش قابل توجه میزان تنفس و سطح ATP در بذر و نهال برنج شد و چنین اثرات مثبتی ممکن است در اثر افزایش گلیکولیز و ترمیم و بیورنر میتوکندری ایجاد شده باشد (Nie et al., 2020). در آزمایشی ریشه دانهال های دو برگی خیار را در محیط کشت حاوی ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین و سپس به مدت ۸ روز در دمای نسبتاً پایین ۱۰-۷ (روز و شب) قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که گیاهان قرار گرفته در محلول اسپرمیدین سرعت رشد و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان شاهد در طول دوره سرما و پس از انتقال به دمای بالا (۲۸/۲۲) داشتند (He et al., 2002). اسپری کردن اسپرمیدین ۰/۵ میلی مولار بر روی خیار در مرحله دو برگ حقیقی موثرترین غلظت در بین غلظت های ۰، ۰/۱، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین در کنترل سرمازدگی بود (Laloi et al., 2004).

با توجه به اثرات گزارش شده پلی آمین ها در کاهش خسارت سرمازدگی، هدف از این پژوهش مطالعه تأثیر اسپرمیدین بر افزایش تحمل به سرما در مرحله تکمیل جوانه زنی بذور خیار بود.

(Zokaie Khosroshahi, 2008).

گزارش شده است که در گونه های گیاهی مختلف، دماهای پایین باعث تجمع پوترسین می شود. همچنین گیاهان مختلف از طریق افزایش یکنواخت در میزان اسپرمیدین با دماهای پایین سازگاری پیدا می کنند (Rehman et al., 2022 b). تحقیقات نشان داده که پیش تیمارهایی که علایم سرمازدگی را کاهش می دهند، باعث افزایش سطوح پلی آمین می شوند. پیش تیمار میوه های کدو مسمایی به مدت دو روز در دمای ۱۰ درجه سلسیوس آسیب سرمازدگی در آن ها را کاهش داد. این پیش تیمار منجر به افزایش معنی دار سطوح اسپرمین و اسپرمیدین شد، ولی سطح پوترسین افزایش نیافت. در میوه های شاهد، آسیب سرمازدگی با افزایش پوترسین و کاهش اسپرمیدین و اسپرمین همبستگی داشت. بنابراین می توان چنین استنباط نمود که اسپرمیدین و اسپرمین از طریق محافظت از چربی های غشا، از آسیب سرمازدگی در کدو جلوگیری می کنند (Asnaashari & Zokaie Khosroshahi, 2008). تیمار برونزای اسپرمیدین باعث افزایش بیان ژن ها و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در دانهال های گوجه فرنگی شد (Dai et al., 2012). این نتایج حاکی از آن است که کاهش آسیب سرمازدگی به وسیله پلی آمین ها می تواند ناشی از خاصیت آنتی اکسیدانی آن ها باشد.

بررسی اثر اسپرمیدین را با غلظت های ۰، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی مولار در مراحل آبیگری، جوانه زنی بذر و دانهالی بذر نخود نشان داد که به ترتیب غلظت های ۰/۵، ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار غلظت های مؤثر برای کنترل سرمازدگی در سه مرحله مذکور بود. اسپرمیدین با غلظت ۱ میلی مولار نشست یونی را کاهش و احیایی تترازولیوم (TTC) را افزایش داد و به عبارت دیگر مانع سرمازدگی شد (Nayyar et al., 2004). غلظت

مواد و روش‌ها

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین بر افزایش تحمل به سرما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی بذر خیار مزرعه‌ای رقم 'رشید' (تولید شرکت Petoseed) بود و در چهار آزمایش مجزا (هر دما یک بار) در انکوباتور در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد.

آزمایش اول: به این منظور ۱۰ عدد پتری دیش ۹ سانتی‌متری به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سلسیوس ضدعفونی شد و داخل هر یک از آن‌ها و بر روی کاغذ صافی، ۵۰ عدد بذر خیار رقم 'رشید' قرار داده و به هر پتری دیش ۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. پتری‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا طول ریشه‌چه بذور به حدود ۵ میلی‌متر برسد. سپس بذور با جوانه‌زنی یکنواخت (طول ریشه‌چه حدود ۵ میلی‌متر) جدا و درون ۱۶ پتری دیش استریل، قرار داده شد، به طوری که درون هر پتری ۲۵ عدد بذر قرار گرفت. در مرحله آخر ۸ میلی‌لیتر از محلول اسپرمیدین مربوط به همان تیمار به آن‌ها اضافه شد و پتری دیش‌ها به مدت ۱۳ روز درون انکوباتور با دمای ۱۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند.

آزمایش دوم: تمام مراحل انجام این آزمایش مانند آزمایش اول انجام شد با این تفاوت که پس از ۴۸ ساعت دریافت دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای آبیگری و جوانه‌زنی، بذور با جوانه‌زنی یکنواخت جدا و درون ۱۶ پتری دیش استریل، قرار داده شد و ۸ میلی‌لیتر از محلول اسپرمیدین مربوط به همان تیمار (همان غلظت) به آن‌ها اضافه شد سپس بذرها به مدت ۱۳ روز به دمای ۱۳ درجه سلسیوس منتقل شدند.

آزمایش سوم: تمام مراحل انجام این آزمایش مانند آزمایش اول انجام شد با این تفاوت که پس از ۴۸ ساعت دریافت دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای آبیگری و جوانه‌زنی، بذور با جوانه‌زنی یکنواخت جدا و درون ۱۶ پتری دیش استریل، قرار داده شد و ۸ میلی‌لیتر از محلول اسپرمیدین مربوط به همان تیمار (همان غلظت) به آن‌ها اضافه شد سپس بذرها به مدت ۱۳ روز به دمای ۱۱ درجه سلسیوس منتقل شدند.

آزمایش چهارم: تمام مراحل انجام این آزمایش مانند آزمایش اول انجام شد با این تفاوت که پس از ۴۸ ساعت دریافت دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای آبیگری و جوانه‌زنی بذور با جوانه‌زنی یکنواخت جدا و درون ۱۶ پتری دیش استریل، قرار داده شد و ۸ میلی‌لیتر از محلول اسپرمیدین مربوط به همان تیمار به آن‌ها اضافه شد سپس بذرها به مدت ۱۳ روز به دمای ۹ درجه سلسیوس منتقل شدند.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه: طول ساقه‌چه‌ها در انتهای هر آزمایش از ناحیه طوقه تا محل خروج برگ‌های لپه‌ای و طول ریشه‌چه‌ها از ناحیه طوقه تا انتهای ریشه‌چه بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه: ساقه‌چه‌ها و ریشه‌چه‌های جدا شده و با حوله کاغذی خشک و وزن‌تر آن‌ها به طور جداگانه با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

نشست یونی: اندازه‌گیری نشست یونی بر اساس روش لوتوس و همکاران انجام شد (Lutts et al., 1996). بدین ترتیب که نمونه یک گرمی از بافت ساقه‌چه و ریشه‌چه، سه بار توسط آب دیونیزه شسته شد. سپس نمونه‌ها را درون لوله آزمایش قرار داده و ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه به هر یک از آن‌ها اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق (۲۰ درجه سلسیوس) بر

اساس آزمایش طرح کرت‌های خرد شده (۴ دمای متفاوت انکوباتور به صورت ۴ کرت اصلی و ۴ غلظت اسپرمیدین به صورت ۴ کرت فرعی) آنالیز آماری شد. تجزیه واریانس داده‌ها و محاسبه همبستگی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کم‌ترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج

آزمایش اول: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین بر طول ریشه‌چه و وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

روی شیکر قرار گرفتند. میزان هدایت الکتریکی محلول (Lt) توسط دستگاه ای-سی متر (ساخت کشور لهستان مدل: CC-501) اندازه‌گیری شد. برای کشتن بافت، ظروف حاوی نمونه به مدت یک ساعت درون اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و هم‌زمان با هم دما شدن نمونه‌ها با دمای اتاق، مجدداً هدایت الکتریکی آن‌ها اندازه‌گیری شد (Lo). در نهایت درصد نشست یونی از رابطه زیر به دست آمد:

$$100 \times [Lt / Lo] = \text{درصد نشست یون}$$

تجزیه تحلیل آماری

برای بررسی اثر اسپرمیدین در هر دما، داده‌های مربوط به هر دما (آزمایش) جداگانه تجزیه واریانس شدند، همچنین برای بررسی اثر متقابل دما و اسپرمیدین بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، داده‌ها بر

جدول ۱: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف اسپرمیدین بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه زنی.

شماره آزمایش	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
			طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه
آزمایش اول	تیمار	۳	۲۲/۶۷ns	۸۹۰/۵۶**	۲/۹۴**	۵۳/۸ns
	خطا	۱۲	۶/۸۶	۷۹/۶۹	۰/۲۷	۱۴/۲
	CV		۱۷/۸۸	۱۶/۹	۲۳/۱۱	۳/۹۸
آزمایش دوم	تیمار	۳	۵/۳۵**	۳۵۰/۴**	۰/۰۱۷ns	۴۳/۴۵ns
	خطا	۱۲	۰/۸۷	۱۴/۳۱	۰/۰۷۶	۱۶/۷۸
	CV		۱۰/۰۷	۱۲	۱۸/۱۷	۴/۳
آزمایش سوم	تیمار	۳	۳/۷ns	۵۴۸/۷**	۰/۶۳*	۲۱/۹۸ns
	خطا	۱۲	۱/۴۴	۷/۲۶	۰/۱۳	۲۷/۲۲
	CV		۱۱/۱۷	۷/۲	۱۹/۶۷	۵/۳۷
آزمایش چهارم	تیمار	۳	۰/۰۹۸ns	۱۵/۹۸**	۰/۰۴۶**	۹/۷۹ns
	خطا	۱۲	۰/۰۸۹	۰/۸۵۷	۰/۰۰۶	۲۱
	CV		۹/۱۹	۶/۱	۲/۷۴	۴/۷۵

*, **, ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر منابع تغییرات در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌دار بودن آن می‌باشد.

تحقیقات بذری، سال دوازدهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱ / شماره پیاپی: ۴۵

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به طول ریشه‌چه نشان داد که بین غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. فقط تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین به میزان معنی‌داری طول ریشه‌چه بذور را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۲).
مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن تر ریشه‌چه نشان داد که اگرچه وزن تر ریشه‌چه در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار اسپرمیدین مقداری افزایش یافت اما بین تیمارهای ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین و شاهد از نظر این ویژگی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. غلظت ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین وزن تر ریشه‌چه را نسبت به سایر تیمارها به میزان معنی‌داری کاهش (۶۱/۸۳ درصد) داد (جدول ۲).

جدول ۲: اثر غلظت‌های مختلف اسپرمیدین بر ویژگی‌های مربوط به جوانه‌زنی بذری خیار رقم 'رشید' در دماهای مورد آزمایش مرحله تکمیل جوانه‌زنی.

شماره آزمایش	دما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی (درجه سلسیوس)	غلظت اسپرمیدین (میلی مولار)	طول ساقه‌چه (میلی متر)	طول ریشه‌چه (میلی متر)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)
اول	۱۵	۰ (شاهد)	۱۳/۴۱ a	۶۱/۸۶ a	۵/۱ a	۲/۶۲ a
		۰/۱	۱۷/۶۵ a	۶۲/۹۱ a	۵/۴ a	۳ a
		۰/۵	۱۶/۱۸ a	۵۲/۶۸ a	۶/۲ a	۲/۴۶ a
		۱	۱۲/۱۱ a	۲۷/۴ b	۵/۳ a	۱ b
دوم	۱۳	۰ (شاهد)	۹/۹۸ a	۳۸/۴۱ a	۴/۲۸ b	۱/۵ a
		۰/۱	۹/۹۸ a	۳۹/۶۴ a	۴/۷۶ b	۱/۵۷ a
		۰/۵	۹/۶۱ a	۲۸/۳۵ b	۵/۶۱ a	۱/۵۶ a
		۱	۷/۵۷ b	۱۹/۶۹ c	۴/۴ b	۱/۴۳ a
سوم	۱۱	۰ (شاهد)	۹/۷۵ a	۴۴/۴۸ a	۴/۷۷ a	۱/۹۹ a
		۰/۱	۱۱/۴۳ a	۴۶/۴۷ a	۵/۲۳ a	۲/۰۸ a
		۰/۵	۱۱/۷۵ a	۳۸/۰۸ b	۵/۰۳ a	۲/۱۸ a
		۱	۱۰/۱۷ a	۲۰/۷ c	۵/۳۲ a	۱/۳۱ b
چهارم	۹	۰ (شاهد)	۳/۰۲ a	۱۴/۴۶ b	۲/۸۵ c	۱/۰۳ a
		۰/۱	۳/۳۴ a	۱۵/۹ b	۳/۱ a	۰/۹۶ a
		۰/۵	۳/۳۶ a	۱۷/۴۹ a	۳ ab	۱/۰۲ a
		۱	۳/۳ a	۱۲/۸۱ c	۲/۹۱ bc	۰/۷۸ b

در هر ستون و برای هر دما میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

آزمایش دوم: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

میزان معنی داری وزن تر ریشه چه را کاهش (۳۴/۱۷ درصد) داد (جدول ۲).

تیمارهای ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین بدون داشتن تفاوت معنی دار نشت یونی ریشه چه را نسبت به شاهد به میزان معنی دار کاهش دادند (جدول ۲).

آزمایش چهارم: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین بر طول ریشه چه، وزن تر ساقه چه و وزن تر ریشه چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱).

تیمار ۰/۱ میلی مولار اسپرمیدین از نظر طول ریشه چه با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. اما غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین با اختلاف معنی دار با تیمار شاهد طول ریشه چه را به ترتیب افزایش (۲۰/۹۵ درصد) و کاهش (۱۱/۴۱ درصد) دادند (جدول ۲).

غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین در مقایسه با شاهد موجب افزایش معنی دار وزن تر ساقه چه شد، در حالی که تیمار بذور خیار با اسپرمیدین ۱ میلی مولار تفاوت معنی داری با شاهد از نظر این ویژگی نداشت (جدول ۲). بین تیمار صفر، ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین تفاوت معنی داری از نظر وزن تر ریشه چه وجود نداشت، در حالی که غلظت ۱ میلی مولار اسپرمیدین وزن تر ریشه چه را به میزان معنی داری نسبت به سایر تیمارها کاهش (۲۷/۲۴ درصد) داد (جدول ۲).

مقایسه دماها: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر دما بر طول ریشه چه و وزن تر ریشه چه و ساقه چه، اثر غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین بر طول ساقه چه و ریشه چه، وزن تر ساقه چه و ریشه چه و اثر متقابل تیمار اسپرمیدین و دما بر طول ساقه چه و ریشه چه و وزن تر ریشه چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳).

بین تیمارهای ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین و شاهد اختلاف معنی داری از نظر طول ساقه چه وجود نداشت. تیمار ۱ میلی مولار اسپرمیدین به میزان معنی داری طول ساقه چه بذور را کاهش (۲۴/۱۴ درصد در مقایسه با شاهد) داد (جدول ۲). نتایج نشان داد بین غلظت ۰/۱ میلی مولار اسپرمیدین با شاهد اختلاف معنی داری از نظر ویژگی طول ریشه چه وجود نداشت. غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین طول ریشه چه را به میزان معنی داری در مقایسه با شاهد و غلظت ۰/۱ میلی مولار اسپرمیدین کاهش دادند (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن تر ساقه چه نشان داد غلظت ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین وزن تر ساقه چه را در مقایسه با شاهد افزایش (۲۷/۵۰ درصد) داد اما غلظت‌های ۰/۱ و ۱ میلی مولار اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند (جدول ۲).

آزمایش سوم: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین بر طول ریشه چه و نشت یونی ریشه چه در سطح احتمال یک درصد و بر وزن تر ریشه چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۱).

غلظت ۰/۱ میلی مولار اسپرمیدین تفاوت معنی داری با تیمار شاهد از نظر طول ریشه چه نداشت در حالی که طول ریشه چه در تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین در مقایسه با شاهد به میزان معنی دار کاهش (به ترتیب ۱۴/۳۹ و ۵۴/۸۸ درصد) یافت (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن تر ریشه چه نشان داد غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشتند اما تیمار ۱ میلی مولار اسپرمیدین در مقایسه با شاهد به

تحقیقات بذری، سال دوازدهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱/ شماره پیاپی: ۴۵

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر دما و اسپرمیدین روی صفات اندازه گیری شده در گیاه خیار رقم 'رشید'.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن تر	وزن تر ساقه‌چه
دما	۳	۳۳۸/۸**	۳۵۶۷**	۵/۱**	۱۸/۳۸**
خطای دما	۱۲	۳/۵۳*	۵۶**	۰/۲*	۰/۶۲*
غلظت	۳	۱۸/۱**	۱۴۸۰**	۱/۹۸**	۱/۴۵**
دما×غلظت	۹	۵/۵۱**	۱۷۵/۸**	۰/۵۵**	۰/۴۳ns
خطای ۲	۳۶	۱/۷۱	۱۳/۱۶	۰/۰۹	۰/۲۷
CV		۱۳/۷۴	۱۰/۷۲	۱۸/۸۹	۱۱/۳

ns، **، * به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن اثر منابع تغییرات در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار بودن آن می‌باشد.

معنی داری بر طول ساقه‌چه در مقایسه با شاهد نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین برهمکنش‌ها نشان داد، در حالی که در مجموع تیمارهای ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین باعث افزایش معنی دار طول ساقه‌چه شد اما به دلیل برهمکنش معنی دار بین هورمون و دما، هیچ یک از غلظت‌های اسپرمیدین مورد بررسی در دمای ۹ درجه سلسیوس در مقایسه با اثر متقابل سایر دماها و غلظت‌ها موثر نبود (جدول ۴).

طول ساقه‌چه: مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین دماهای متفاوت اختلاف معنی داری از نظر ویژگی طول ساقه‌چه وجود داشت. به طوری که طول ساقه‌چه در دمای ۹ و ۱۳ درجه سلسیوس به ترتیب کم‌ترین و بیشترین میزان بود (جدول ۴). غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین طول ساقه‌چه را به میزان معنی داری افزایش (به ترتیب ۱۷/۲۶ و ۱۲/۸۳ درصد در مقایسه با شاهد) داد. اسپرمیدین ۱ میلی مولار اثر

جدول ۴: برهمکنش غلظت‌های مختلف اسپرمیدین و دما بر طول ساقه‌چه (میلی متر) خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه‌زنی.

میانگین	دما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی (درجه سلسیوس)				غلظت اسپرمیدین (میلی مولار)
	۹	۱۱	۱۳	۱۵	
۹/۰۴ B	۳/۰۲ g	۹/۷ e	۱۰ de	۱۳/۴ b	۰ (شاهد)
۱۰/۶ A	۳/۳۴ g	۱۱/۴ cde	۱۰ de	۱۷/۶ a	۰/۱
۱۰/۲ A	۳/۳۶ g	۱۱/۷ bcd	۹/۶ e	۱۶/۲ a	۰/۵
۸/۳ B	۳/۳ g	۱۰/۲ de	۷/۶ f	۱۲/۱ bc	۱
	۳/۲۵ D	۱۰/۷۸ B	۹/۳ C	۱۴/۸ A	میانگین

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

بین تیمار ۰/۱ میلی مولار اسپرمیدین و شاهد اختلاف معنی داری وجود ندارد ولی تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین در مقایسه با شاهد باعث کاهش معنی دار (به ترتیب ۱۴/۲۰ و ۴۹/۳۷ درصد در مقایسه

طول ریشه‌چه: طول ریشه‌چه در دمای ۹ و ۱۳ درجه سلسیوس به ترتیب کم‌ترین و بیشترین میزان بود (جدول ۵). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین در مجموع نشان داد که

اثر اسپرمیدین بر تحمل به سرمای بذور خیار... / محمد سلیمانی و همکاران

با شاهد) طول ریشه‌چه شدند (جدول ۵). برهمکنش دما و غلظت اسپرمیدین نشان داد که بر خلاف این که در مجموع تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسپرمیدین باعث کاهش معنی دار طول ریشه‌چه شد، این کاهش در دمای ۹ درجه سلسیوس معنی دار نبود (جدول ۵).

جدول ۵: برهمکنش غلظت‌های مختلف اسپرمیدین و دما بر طول ریشه‌چه (میلی متر) خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه‌زنی.

میانگین	دما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی (درجه سلسیوس)				غلظت اسپرمیدین (میلی مولار)
	۹	۱۱	۱۳	۱۵	
۳۹/۸ A	۱۴/۴۶ h	۴۴/۴۸ cd	۳۸/۴ e	۶۱/۸۶ a	۰ (شاهد)
۴۱/۲۳ A	۱۵/۹ gh	۴۶/۴۶ c	۳۹/۶۴ de	۶۲/۹ a	۰/۱
۳۴/۱۵ B	۱۷/۵ gh	۳۸/۰۸ e	۲۸/۳۵ f	۵۲/۷ b	۰/۵
۲۰/۱۵ C	۱۲/۸ h	۲۰/۷ g	۱۹/۷ g	۲۷/۴ f	۱
	۱۵/۱۷ D	۳۷/۴۳ B	۳۱/۵۲ C	۵۱/۲۱ A	میانگین

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

وزن تر ساقه‌چه: کم‌ترین وزن تر ساقه‌چه مربوط به دمای ۹ درجه سلسیوس بود (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین نشان داد که غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی

مولار اسپرمیدین در مقایسه با شاهد وزن تر ساقه‌چه را افزایش (به ترتیب ۹/۶۰ و ۱۶/۸۶ درصد در مقایسه با شاهد) داد، اما غلظت ۱ میلی مولار اثر معنی داری نسبت به شاهد نداشت (جدول ۶).

جدول ۶: اثر دما و غلظت‌های مختلف اسپرمیدین بر وزن تر ساقه‌چه، نشت یونی ساقه‌چه و ریشه‌چه خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه‌زنی.

وزن تر ساقه‌چه (گرم)	تیمار
۳/۰۷ c	۹
۵/۰۸ ab	۱۱
۴/۷۷ b	۱۳
۵/۵۲ a	۱۵
۴/۲۷ c	۰
۴/۶۸ ab	۰/۱
۴/۹۹ a	۰/۵
۴/۵ bc	۱

در هر ستون و برای هر فاکتور میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

وزن تر ریشه‌چه: مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن تر ریشه‌چه در دماهای مختلف نشان داد که به طور کلی با کاهش دما این ویژگی به میزان معنی داری کاهش یافت و فقط در دمای ۱۱ درجه سلسیوس

افزایش وزن تر ریشه‌چه نسبت به دمای ۱۳ درجه سلسیوس مشاهده شد (جدول ۷). بین غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین و شاهد از نظر وزن تر ریشه‌چه اختلاف معنی داری وجود نداشت. غلظت

۱ میلی مولار اسپرمیدین وزن تر ریشه‌چه را به میزان معنی‌داری نسبت به شاهد (۳۵/۹۶ درصد) کاهش داد (جدول ۷). مقایسه میانگین برهمکنش دما و غلظت‌های متفاوت اسپرمیدین نشان داد که با این که

در مجموع غلظت ۱ میلی مولار اسپرمیدین وزن تر ریشه‌چه را کاهش داد، این کاهش در دماهای ۹ و ۱۳ درجه سلسیوس معنی‌دار نبود (جدول ۷).

جدول ۷: برهمکنش غلظت‌های مختلف اسپرمیدین و دما بر وزن تر ریشه‌چه (گرم) خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه‌زنی.

میانگین	دما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی (درجه سلسیوس)				غلظت اسپرمیدین (میلی مولار)
	۹	۱۱	۱۳	۱۵	
۱/۷۸ A	۱/۰۳ hij	۱/۹۹ de	۱/۵ fg	۲/۶۲ ab	۰ (شاهد)
۱/۹۱ A	۰/۹۸ ij	۲/۰۸ cd	۱/۵۸ ef	۳ a	۰/۱
۱/۸ A	۱/۰۳ hij	۲/۱۸ bcd	۱/۵۶ ef	۲/۴۶ bc	۰/۵
۱/۱۴ B	۰/۷۸ j	۱/۳ i-f	۱/۴۳ fgh	۱/۰۴ g-j	۱
	۰/۹۵ D	۱/۹ B	۱/۵۱ C	۲/۲۸ A	میانگین

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۰/۵ بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های هر فاکتور (اثرات اصلی) است.

همبستگی بین ویژگی‌ها: همبستگی بین ویژگی‌های مورد بررسی در گیاه خیار رقم 'رشید' نشان داد (جدول ۸) که طول ساقه‌چه با طول ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه و وزن تر ریشه‌چه همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. همچنین طول ریشه‌چه با وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه همبستگی مثبت مشاهده شد (جدول ۸).

معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ دارد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن تر ساقه‌چه با وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال ۰/۱ و همبستگی منفی معنی‌داری بین وزن تر ساقه‌چه و نشأت یونی ریشه‌چه در سطح احتمال ۰/۵ مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸: ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خیار رقم 'رشید' در مرحله تکمیل جوانه‌زنی.

نشأت یونی ریشه‌چه	نشأت یونی ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
-۰/۴۴	-۰/۲۲۹	۰/۸۵**	۰/۹**	۰/۸۷**	۱
-۰/۳۹	-۰/۲۴	۰/۹۴**	۰/۶۹**	۱	
-۰/۵۷*	-۰/۱۳	۰/۶۹**	۱		
-۰/۳	-۰/۲	۱			
۰/۴۲	۱				
۱					

ns ** و * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ و ۰/۵ را نشان می‌دهد.

فیزیولوژیک گیاه در مراحل بعدی ضروری است، مطالعه ویژگی‌های رشد بذور جوانه زده بسیار حائز اهمیت است. بر اساس نتایج به دست آمده غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین طول ساقه‌چه و وزن

بحث

مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک و رشد ابزار گسترده‌ای برای توصیف رشد گیاهان است. از آنجایی که رشد اولیه مناسب و کافی برای رشد و فعالیت‌های

تر ساقه‌چه را به میزان معنی‌داری افزایش داد (به ترتیب جداول ۴ و ۶). گزارش شده که بیشترین رشد شاخساره در بذور نخود تحت تنش سرما مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین بود (Nayyar et al., 2004) که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار طول ساقه‌چه را در مرحله تکمیل جوانه‌زنی در دمای ۱۳ درجه سلسیوس کاهش داد اما در سایر دماها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول ۴). تیمار با اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار رشد شاخ و برگ‌ها دانه‌های برنج را افزایش داد (Yamamoto et al., 2012). همچنین گزارش شده که اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار بیشتر از سایر غلظت‌ها سرعت رشد ریشه و ساقه را در نخود تحت شرایط دمای پایین افزایش داد (Nayyar et al., 2004). با وجود این که غلظت بالای اسپرمیدین، دستگاه فتوسنتزی را در برابر بازدارندگی نوری (Photoinhibition) در اثر دمای پایین محافظت می‌کند، سرعت فتوسنتز خالص و تجمع ماده خشک را افزایش می‌دهد (He et al., 2002)، تیمار بذور خیار در مرحله تکمیل جوانه‌زنی بر رشد ساقه‌چه موثر نبود.

حساسیت خیار به دمای پایین به بخش‌های هوایی محدود نمی‌شود بلکه در ریشه‌هایی که در معرض دمای ۱۵ درجه سلسیوس یا کمتر قرار گرفتند باعث بازدارندگی رشد می‌شود (Sun et al., 2017)، که با نتایج آزمایش حاضر همسو است (جدول ۵). رشد طولی ریشه‌چه گیاهان تیمار شده با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین نسبت به شاهد کاهش یافت و غلظت ۰/۱ میلی‌مولار اسپرمیدین بر رشد ریشه‌چه موثر نبود و تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول ۵). همچنین اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار به میزان معنی‌داری وزن تر ریشه‌چه را کاهش داد (جدول ۷). با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن تر ریشه‌چه و طول ریشه‌چه (جدول ۸) می‌توان دلیل

کاهش وزن ریشه‌چه را کاهش طول آن دانست (جدول ۸). گزارش شده که بیشترین فعالیت ریشه خیار تحت تنش سرما در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین مشاهده شد و این دو غلظت با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند (Laloi et al., 2004)، در حالی که در پژوهش حاضر غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین اثر منفی بر طول ریشه‌چه داشت. غلظت بالای اسپرمیدین در ناحیه ریشه می‌تواند رشد کل گیاه را در دمای پایین افزایش دهد (Lee et al., 1997)، که با نتایج پژوهش حاضر مخالف است. بر اساس نتایج این آزمایش و پژوهش‌های پیشین، غلظت مناسب اسپرمیدین برای کاهش اثرات سرما به ژنوتیپ، مرحله نمو و شرایط آزمایش بستگی دارد.

نتایج نشان داد که تیمار بذور جوانه‌زده خیار با غلظت‌های مختلف اسپرمیدین در مرحله تکمیل جوانه‌زنی و در دماهای متفاوت مورد بررسی اثر معنی‌داری بر نشأت یونی ساقه‌چه نداشت (جدول ۳). گزارش شده که نشأت یونی یک ویژگی عمومی برای همه گونه‌های حساس به سرما نیست و فقط در بافت‌های تحت تنش سرما در برخی از گیاهان دیده شده است (Nayyar et al., 2004). مرادمند نیز نشأت یونی را فاکتور قابل قبولی برای ارزیابی سرمازدگی در گیاهان فلفل دلمه‌ای ندانست (Moradmand, 2011).

نتیجه‌گیری کلی

با کاهش دما در مرحله تکمیل جوانه‌زنی، بیشتر ویژگی‌های رشد اندازه‌گیری شده در اندام هوایی و ریشه خیار به میزان معنی‌داری کاهش یافت و اثر کاهش دما بر رشد ریشه‌چه شدیدتر از رشد ساقه‌چه بود. کاربرد غلظت‌های پایین اسپرمیدین در کنترل اثرات ناشی از تنش سرما موثرتر بود. در اکثر موارد غلظت بیش از ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین اثر بازدارنده

بر روی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نشان داد. اثرات منفی ناشی از تیمار با غلظت بالای اسپرمیدین بر رشد ریشه بیشتر بود. در مجموع غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسپرمیدین برای کاهش اثرات منفی ناشی از سرمازدگی بر جوانه‌زنی بذور خیار توصیه می‌شود.

References

- Amini, S., Maali Amiri, R., Kazemi-shahandashti, S. S., Lopez, M., Sadeghzadeh, B., Sobhani, A. and Kariman, K. 2021. Effect of cold stress on polyamine metabolism and antioxidant responses in chickpea. *J, Plant, Physiol*, 153387: 258-259.
- Asnaashari, M. and Zokaei Khosroshahi, M. 2008. Polyamines and horticultural science. Buai Sina University Press. (In Persian).
- Dai, A. H., Nie, Y. X., Yu, B., Li, Q., Lu, L. Y. and Bai, J. G. 2012. Cinnamic acid pretreatment enhances heat tolerance of cucumber leaves through modulating antioxidant enzyme activity. *Environ, Exp, Bot*, 79: 1-10.
- Fariduddin, Q., Yusuf, M., Chalkoo, S., Hayat, S. and Ahmad, A. 2011. 28-homobrassinolide improves growth and photosynthesis in *Cucumis sativus* L. through an enhanced antioxidant system in the presence of chilling stress. *Photosynthetica*, 49: 55-64.
- Fu, Y., Zhang, Z., Liu, J., Chen, M., Pan, R., Hu, W., Guan, Y. and Hu, J. 2019. Seed priming with spermidine and trehalose enhances chilling tolerance of rice via different mechanisms. *J, Plant Growth Regul*, 1-11. At: <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10009-y>.
- He, L., Nada, K. and Tachibana, S. 2002. Effects of spermidine pretreatment through the roots on growth and photosynthesis of chilled cucumber plants (*Cucumis sativus* L.). *J, Jpn, Soc, Hortic, Sci*, 71: 490-498.
- Laloi, C., Apel, K. and Danon, A. 2004. Reactive oxygen signaling: the latest news. *Curr, Opin, Plant Biol*, 7: 323-328.
- Lee, S. H., Singh, A. P., Chung, G. C., Kim, Y. S. and Kong, I. B. 2002. Chilling root temperature causes rapid ultra-structural changes in cortical cells of cucumber (*Cucumis sativus* L.) root tips. *J, Exp, Bot*, 53: 2225-2237.
- Lee, T. M. 1997. Polyamine regulation of growth and chilling tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) roots cultured *in vitro*. *Plant Sci*, 122: 111-117.
- Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmon, J. 1996. NaCl- induced senescence in leave of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Ann, Bot*, 78: 389-398.
- Moradmand, Y. 2011. Effect of methyl jasmonate and salicylic acid on cold tolerance of bell pepper seedling. M.Sc. Thesis. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Farsi).
- Mostofa, M. G., Yoshida, N. and Fujita, M. 2014. Spermidine pretreatment enhances heat tolerance in rice seedlings through modulating antioxidative and glyoxalase systems. *Plant Growth Regul*, 73: 31-44.
- Nayyar, H., Kaur, G. and Chander, S. 2004. Response of chickpea seed germination to spermidine treatment to overcome cold injury. *ICPN*, 11: 25-28.
- Nie, L., Liu, H, Zhang, L. and Wang, W. 2020. Enhancement in rice seed germination via improved respiratory metabolism under chilling stress. *Food Energy Secur*, At: 10.1002/fes3.234
- Rehman, A., Shahzad, B., Haider, F.U., Ibraheem Ahmed, H. A., Lee, D. J., Young Im, S. and Khan, I. 2022 a. An introduction to brassinosteroids: history, biosynthesis, and chemical diversity. In: Ahammd, G. J., Sharma, A. and Yu, J. (Ed.), *Brassinosteroids in Plant Developmental Biology and Stress Tolerance*. (pp. 1-14) Elsevier.
- Rehman, A., Shahzad, B., Young Im, S. and Lee, D. J. 2022 b. Brassinosteroids and cold stress tolerance in plants. In: Ahammd, G. J., Sharma, A. and Yu, J. (Ed.), *Brassinosteroids in Plant Developmental Biology and Stress Tolerance*. (pp. 182-193) Elsevier.
- Sanchez, B., Rasmussen, A. and Porter, J. R. 2014. Temperatures and the growth and development of maize and rice: A review. *Global Change Biol*, 20: 408-417.

- Shekari, F., Masiha, C. and Esmaeilpour, B. 2006. Vegetable Physiology. Vol. 1. University of Zanjan Press. (In Persian).
- Sheteiwy, M., Shen, H., Xu, J., Guan, Y., Song, W. and Hu, J. 2017. Seed polyamines metabolism induced by seed priming with spermidine and 5-aminolevulinic acid for chilling tolerance improvement in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. Environ, Exp, Bot, 137: 58-72.
- Sun, S. J., Fu, C. Y., Song, Y., Wu, R. Xue, Y. J. and Cui, S. M. 2017. Effect of low root-zone temperature on growth and 15N uptake and distribution characteristics in grafted cucumber seedling root. Plant Physiol, J., 53: 1545-1552.
- Theocharis, A., Clément, C. and Barka, E. A. 2012. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. Planta, 235: 1091-1105.
- Wang, C. Y. and Kramer, G. F. 1990. Effect of polyamine treatment on ethylene production of apples. In: H. E. Flores, R. N. Arteca, J. C. Shannon (Ed.), Polyamines and Ethylene: Biochemistry, Physiology and Interactions. (pp. 411-413) American Society of Plant Physiology. Cornell University.
- Wang, P., Zijian, X., Yong, Z., Yongbo, M., Jianyu, Y., Fan, Z., Yi, G., Guobin, L. and Xiaohui, H. 2022. Over-expression of spermidine synthase 2 (SISPDS2) in tomato plants improves saline-alkali stress tolerance by increasing endogenous polyamines content to regulate antioxidant enzyme system and ionic homeostasis. Plant Physiol, Biochem, 192. At: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.09.025>
- Xiong, L., Schumaker, K. S. and Zhu, J. K. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. The Plant Cell, 14: 165-183.
- Yamamoto, A., Shim, I. S. and Fujihara, S. 2012. Chilling-stress responses by rice seedlings grown with different ammonium concentrations and its relationship to leaf spermidine content. J, Plant Biol, 55: 191-197.
- Yin, L. L., Yang, X. H., Li, K., Han, D. J. , Wang, Y. H., Xu, Z. H. and Yu, X. C. 2007. Effect of spermidine on chilling tolerance in cucumber seedlings. Acta Horti, Sin, 34: 1309-1312.

Contents

Effect of hormonal pretreatments on seed germination characteristics of <i>Lolium rigidum</i> Gaudin. and <i>Lolium prene</i> L. Roghayeh Habibzadeh, Jalal Mahmoudi, Bahram Nasery	1
The effect of Sunn hemp extract (<i>Crotalaria juncea</i>) formulated with chitosan nanoparticle on the germination of some weeds Fatemeh Ahmadnia, Ali Ebadi, Masoud Hashemi, Akbar Ghavidel, Mohammad Taghi Alebrahim.....	11
The effect of gibberellic acid the changes in seed reserve utilization and germination of triticale (<i>Triticale</i> sp) seeds under salinity stress Abolfazl Rashidirezaabad, Samaneh Mehrafarid, Khodadad Shabani, Omid Ansari.....	28
Assessing the Deterrent Effect of Aqueous and Formulated Extracts of Russian Knapweed (<i>Acroptilon repens</i> L.) with Chitosan on the Germination of Rye Weed (<i>Secale cereale</i> L.) Mohammad Taqi Al-Ibrahim, Amir Hajzadeh, Fatemeh Ahmadnia, Lili Nabati Soha	38
Foliar Application of Zinc and Iron on mother plant of quinoa under water deficit stress Affects Its Seeds Germination and photosynthetic pigments Nasim Pakbaz, Heshmat Omid, Hassanali Naghdi Badi, Amir Bostani	54
Effect of spermidine on cold tolerance of cucumber seeds in completing germination stage Mohammad Solaimani, Mostafa Mobli, Ali-Akbar Ramin, Leila Aslani	71