



علوم و تحقیقات بذر ایران

سال دهم / شماره اول / ۱۴۰۲ (۳۹ - ۲۹)

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22124/jms.2023.22826.1724

DOR: 20.1001.1.24763780.1402.10.1.3.6

بررسی تاثیر سطوح مختلف دما و سرمادهی مرطوب بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه چوچاق (*Eryngium caucasicum* Ttutv.)

نگار طالعی^{۱*}، یوسف حمید اوغلی^۲، جمالعلی الفتی^۲، مهدی زارعی محمد آباد^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱

چکیده

چوچاق (*Eryngium caucasicum* Ttutv.) یکی از گیاهان خودروی با اهمیت مناطق استان‌های شمالی کشور می‌باشد که مطالعات کمی در رابطه با رفتارهای جوانه‌زنی آن انجام شده است. به منظور ارزیابی سطوح مختلف دما و سرمادهی مرطوب بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه چوچاق، آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس) و سرمادهی مرطوب (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته) در سه تکرار اجرا شد. در بررسی‌های مورفولوژیک مشاهده شد که چوچاق دارای بذر ریز با وزن هزاردانه ۱/۴۵ گرم و رطوبت ۲۴ درصد می‌باشد. هر بوته به‌طور متوسط ۱۱/۳ گل و هر گل ۵۶ بذر دارد. بالاترین میزان درصد جوانه‌زنی (۷۴/۶)، سرعت جوانه‌زنی (۱/۲۵)، یکنواختی جوانه‌زنی (۰/۲۱) و شاخص بنیه گیاهچه (۲/۲) در تیمار ۱۵ درجه سلسیوس بدون اعمال سرمادهی مرطوب مشاهده شد. بالاترین انرژی جوانه‌زنی (۶۴) و کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۱۵/۲۶) در تیمار ۲۰ درجه سلسیوس بدون اعمال سرمادهی مرطوب مشاهده شد که با تیمار ۱۵ درجه سلسیوس (۶۳/۳) تفاوت معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که بذر چوچاق در دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس جوانه زده و بهترین تیمار برای جوانه‌زنی چوچاق دمای ۱۵ درجه سلسیوس، بدون اعمال سرمادهی مرطوب بود.

واژه‌های کلیدی: اهلی‌سازی، بذر، بنیه بذر، جوانه‌زنی، چوچاق، وزن هزاردانه

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۴- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران.

*نویسنده مسئول: n.taleie@yahoo.com

مقدمه

در ایران حدود ۵۰۰ گونه گیاه دارویی و معطر وجود دارد که تعداد زیادی از آن‌ها بومی و انحصاری ایران می‌باشند. یکی از گیاهان خودروی با اهمیت استان‌های شمالی کشور گیاه زولنگ یا چوچاق (*Eryngium caucasicum* Ttautv. از خانواده چتریان (Apiacea) است (Kozeger et al., 2014). زولنگ پتانسیل ژنتیکی ناشناخته زیادی دارد که باید در شناسایی آن تلاش بسیاری شود. گونه‌های ارنجیوم مصارف متعددی به صورت سبزی خوراکی، زینتی و دارویی دارند. از مصارف عمده این سبزی در استان گیلان، مازندران و گلستان استفاده از آن در تولید دلار (نمک سبز) و عامل طعم‌دهنده در غذاهای محلی است که با برداشت از طبیعت صورت می‌گیرد (Khoshbakht et al., Kozeger et al., 2014). علاوه بر صنایع غذایی از این گیاه در صنایع بهداشتی و عطرسازی هم استفاده می‌شود و اسانس موجود در آن ارزش اقتصادی بالایی در بازار تجارت بین‌المللی دارد (Paul et al., 2011).

طبق تحقیقات انجام‌شده، اغلب گیاهان خانواده چتریان مانند گونه‌های آوندول (*Cordifolium Smyrniium*)، چویل (*Angulata Ferulago*)، کرفس وحشی (*Kelussia odoratissima*) و کندل کوهی (*Aucheri Dorema*)، خواب فیزیولوژیک و مورفولوژیک و یا ترکیبی از این دو را نشان می‌دهند (Baskin and Baskin 2004; Sharifi et al., 2015). استفاده از تیمار سرمادهی به‌تنهایی یا همراه کاربرد هورمون اسید جیبرلیک، برای شکست خواب و افزایش جوانه‌زنی بذرها استفاده می‌شود (Najafi et al., 2006; Necajeva and Ievinsh, 2013; Mozumder et al., 2012).

سرمادهی از مسیر فعال کردن هورمون جیبرلین و تجزیه اندوخته غذایی بذور، تاثیر مهمی بر تغییر سطح خواب بذرها می‌گذارد (Foley and Fennimore, 1998). در بررسی جوانه‌زنی بذر گونه *Eryngium maitimum* گزارش شد که تیمار سرمادهی مرطوب بذر قبل از جوانه‌زنی برای رشد جنین لازم است. این تیمار در از بین بردن موانع فیزیولوژیک خواب بذر موثر است و تیمار سرمادهی می‌تواند با جیبرلیک اسید جایگزین شود (Necajeva and Levinsh, 2013). دما نیز از عوامل بسیار مهم در جوانه‌زنی بذور می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی با

افزایش دما تا دمای مطلوب جوانه‌زنی، افزایش و بعد از آن کاهش می‌یابد (Lotfi Asl Giglo et al., 2017). در صورتی که بذر از نظر رطوبت و اکسیژن کمبودی نداشته باشد، خصوصیات جوانه‌زنی بذر از جمله سرعت، درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی توسط دما تعیین می‌شود (Daneshfar et al., 2020).

بررسی اثرات دماهای متناوب و ثابت روی جوانه‌زنی بذر در چهار جمعیت از *Eryngium caeruleum* نشان داد که هر چهار جمعیت واکنش‌های متفاوتی به شرایط دمایی نشان دادند. دمای متناوب اثر مثبت بیشتری بر جوانه‌زنی بذر داشت. دمای بهینه ثابت بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سلسیوس، برای جوانه‌زنی بذر هر جمعیت گزارش شد (Rezvani and Zaefarian, 2017). بررسی تاثیر دما بر سرعت جوانه‌زنی بذر چوچاق *E. Caeruleum* نوری نشان داد که با افزایش دما تا ۲۰ درجه سلسیوس، افزایش و در دماهای بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس کاهش یافت (Lotfi Asl Giglo et al., 2017).

با توجه به مطالعات اندکی که روی جنبه‌های فیزیولوژیک این گیاه از جمله نحوه تکثیر و جوانه‌زنی بذر آن انجام شده است و با توجه به این‌که تکثیر این گیاه در طبیعت از طریق بذر و پاجوش انجام می‌شود و همچنین رویشگاه‌هایی محدود این گونه که تنها در حوزه کوچکی از شمال کشور گزارش شده است، می‌توان با مطالعه بر اهلی‌سازی و تکثیر آن گامی مهم در راستای حفظ و تجاری‌سازی آن برداشت. اولین قدم در شناخت رفتارهای رشدی گیاهان، نحوه جوانه‌زنی گیاه است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا در استقرار مطلوب و عملکرد نهایی عامل مهم و تعیین‌کننده‌ای به‌شمار می‌رود (Durr et al., 2015). لذا هدف از این آزمایش، شناخت سطح خواب بذر گیاه چوچاق و واکنش آن به تیمارهای دمایی و مدت زمان سرمادهی، به‌عنوان عامل تغییر خواب فیزیولوژیک است که این امر به شناخت مناسب‌ترین دمای جوانه‌زنی و زمان کاشت آن در راستای اهلی‌سازی و معرفی گیاه چوچاق به‌عنوان سبزی برگی معطر کمک می‌کند.

مواد و روش‌ها

بذرهای مورد استفاده در این آزمایش، در شهریور ماه ۱۳۹۹ از رویشگاه‌های آن در شمال کشور از شهر

انجام آزمایش تیمارهای ۵، ۱۰ و ۳۰ درجه سلسیوس به-
دلیل جوانه‌زنی صفر حذف شدند.

درصد رطوبت بذر

میزان رطوبت بذر با استفاده از روش آون محاسبه شد (ISTA, 2003). تعداد ۱۰۰۰ عدد بذر رسیده جمع‌آوری شده و سپس وزن شدند (وزن تر بذر) سپس در آون با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس به مدت ۱۶ ساعت خشک شدند و وزن بذر خشک نیز اندازه‌گیری شد. سپس از رابطه یک زیر درصد رطوبت بذر محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad M\% = \frac{W - D}{W} \times 100$$

که در این M درصد رطوبت بذر، W وزن تر بذر و D وزن خشک بذر می‌باشد.

درصد جوانه‌زنی

با استفاده از رابطه دو محاسبه شد (Alipoor and Mahmoodi, 2015). در این معادله n تعداد بذور جوانه-زده و N تعداد کل بذرهاست.

$$\text{رابطه (۲)} \quad P = n/N \times 100$$

سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۳ محاسبه شد (Rabiei and Bayat, 2009).

$$\text{رابطه (۳)} \quad GR = \sum_{i=1}^n \frac{ni}{Di}$$

که در این رابطه GR سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذور جوانه زده در هر روز)، ni تعداد بذور جوانه زده در هر شمارش، Di تعداد روز تا شمارش nام و دفعات شمارش می‌باشد.

انرژی جوانه‌زنی

انرژی جوانه‌زنی بر اساس رابطه ۴ محاسبه شد و عبارت است از درصد بذور جوانه‌زده در زمانی که جوانه‌زنی جمعی از شروع کاشت به اوج خود می‌رسد. در مورد گیاه چوچاق اوج جوانه‌زنی تقریباً در روز ۱۵ام اتفاق افتاد. (Hossain et al., 2005).

$$\text{رابطه (۴)} \quad GE = ni/N \times 100$$

ni تعداد بذور جوانه‌زده در اوج جوانه‌زنی و N تعداد کل بذرها کاشته شده می‌باشد.

متوسط زمان جوانه‌زنی

بر اساس رابطه ۵ محاسبه شد (Ellis and Roberts, 1981).

مینودشت (طول جغرافیایی: ۵۵/۱۹۷۹۴، عرض جغرافیایی: ۳۷/۲۵۱۹۵) واقع در استان گلستان جمع‌آوری شدند.

صفات مورفولوژیک گل و بذر

برای برآورد تعداد گل‌آذین در هر گیاهچه، تعداد بذر در هر میوه و وزن هزاردانه زولنگ، تعداد ۶۰ گیاهچه انتخاب شده و تعداد گل‌آذین در هر گیاهچه و همچنین تعداد بذر در هر گل‌آذین به منظور قابلیت تخمین میزان بذر به دست آمده، شمارش شد و میانگین آن گزارش گردید. بذرها با دست از گل‌آذین خارج شدند، و وزن هزاردانه آن‌ها به وسیله اندازه‌گیری وزن ۱۰۰۰ بذر با دقت ± 0.1 در پنج تکرار برآورد و میانگین آن‌ها محاسبه شد. بذرهای جمع‌آوری شده تا زمان اجرای آزمایش، در داخل کیسه‌های پلاستیکی در بسته و در دمای اتاق نگهداری شدند.

شاخص‌های جوانه‌زنی

آزمایش در آزمایشگاه گیاهشناسی دانشگاه کشاورزی گنبد کاووس، در قالب طرح فاکتوریل با دو فاکتور سرمادهی مرطوب در ۵ زمان (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته) و دما در ۶ سطح (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درجه سلسیوس) با سه تکرار انجام شد. قبل از انجام آزمایش، به دلیل آلودگی قارچی بالای بذرهای برداشت شده از طبیعت، آن‌ها را با محلول هیپوکلریک سدیم یک درصد و سپس با محلول اتانول ۷۰ درصد به مدت ۵ دقیقه در هر مرحله ضدعفونی کرده و سپس با آب مقطر در چند مرحله شست و شو داده شدند. در هر پتری‌دیش ۳۰ عدد بذر روی کاغذ صافی قرار گرفت و برای انجام تیمار سرمادهی مرطوب داخل یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفت و طبق تیمارها بعد از ۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته و اضافه کردن هفت میلی‌لیتر آب داخل ژرمیناتور مدل X640 با دماهای مورد نظر و رطوبت نسبی ۵۰ درصد و ۱۲ ساعت روشنیابی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار گرفت. بذرهای جوانه‌زده، به صورت روزانه به مدت ۳۰ روز شمارش شدند. معیار جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چه به اندازه حداقل دو میلی‌متر بود (Farooq et al., 2005). در پایان آزمایش صفاتی از سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، درصد و رطوبت بذر و شاخص بنیه گیاهچه بذر محاسبه شد. لازم به ذکر است که بعد از

SAS نسخه ۹/۱ و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

طبق بررسی‌های انجام شده *Eryngium caucasicum* دارای گل‌های آبی ارغوانی می‌باشد (شکل ۱) که در زمان رسیدن بذر، گل و بوته قهوه‌ای می‌شوند (شکل ۲). بررسی‌های انجام گرفته نشان داد که هر بوته به طور متوسط ۱۱/۳ گل دارد. میوه‌های جنس *Eryngium* معمولا دو مریکارپ دارند و جز بذره‌های شیزوکارپ می‌باشند (شکل ۳). دانه‌ها کاسه مستطیلی سرنیزه‌ای، نوک‌دار، با لبه بدون کرک هستند (شکل ۴). محاسبات صورت گرفته نشان داد که در هر میوه به طور متوسط تعداد ۵۶ بذر وجود دارد، به عبارتی هر بوته می‌تواند حدود ۶۳۲/۸۰ عدد بذر تولید کند. بذره‌های زولنگ بسیار ریز هستند و وزن هزاردانه زولنگ تقریبا ۱/۴۵ گرم محاسبه شد. وزن هزاردانه اطلاعاتی در رابطه با اندازه بذر و میزان بذر مورد نیاز برای کاشت را به کشاورز می‌دهد (Domin *et al.*, 2019). درصد رطوبت بذرها در زمان رسیدگی کامل میوه و بذر، ۲۴ درصد محاسبه شد. میزان رطوبت بذر در *E. Foetidum* را از ۶۵ روز بعد از شکوفایی گل در دو وارسته متفاوت حدود ۲۳/۷ و ۲۵/۹ گزارش کردند (Ekpong and Sukprakarn, 2006). آشنایی با ویژگی‌های مورفولوژیک گل و بذر گیاهان دارویی و آگاهی از ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور آن‌ها، می‌تواند قدم بزرگی در اهلی‌سازی، توسعه روش‌های کشت آن‌ها و جلوگیری از تخریب طبیعت باشد.



شکل ۱- بوته گیاه زولنگ در مرحله گلدهی

Figure 1. *E. caucasicum* in flowering stage

$$\text{MGT} = (\sum n_i \times d_i) / N \quad (\text{رابطه ۵})$$

n_i بذور جوانه‌زده در روزهای شمارش، d_i روز شمارش و N کل بذور جوانه‌زده پس از ۳۰ روز می‌باشد (Adam *et al.*, 2007).

یکنواختی جوانه‌زنی

یکنواختی جوانه‌زنی با استفاده از رابطه Germin محاسبه شد (Soltani *et al.*, 2001). در این برنامه برای محاسبه یکنواختی جوانه‌زنی ابتدا منحنی جوانه‌زنی تجمعی هر تکرار در مقابل زمان (بر حسب ساعت) رسم، سپس با استفاده از روش درون‌یابی خطی مدت زمان از کاشت تا زمانی که ۱۰ درصد و ۹۰ درصد جوانه‌زنی اتفاق بیفتد، محاسبه می‌شود. این زمان‌ها به ترتیب به صورت D_{10} تا D_{90} نشان داده می‌شود. یکنواختی جوانه‌زنی یعنی تفاضل زمان رسیدن از ۱۰ درصد جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی ($D_{90}-D_{10}$). هر چه عدد یکنواختی جوانه‌زنی کم‌تر باشد یکنواختی بیش‌تر است (Soltani *et al.*, 2001).

شاخص بنیه گیاهچه (SVI)

شاخص بنیه گیاهچه با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد (Abdul-baki and Anderson, 1973).

$$\text{SVI} = (\text{PL} + \text{RL}) \times \text{GP} \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در آن SVI، شاخص بنیه گیاهچه، PL، میانگین طول ساقه‌چه و RL، میانگین طول ریشه‌چه و GP، درصد جوانه‌زنی نهایی

جهت تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها پس از نرمال‌سازی با آزمون دانکن در سطح یک درصد از نرم‌افزار



شکل ۲- بوته گیاه زولنگ در مرحله رسیدگی بذر
Figure 2. *E. caucasicum* in flowering stage



شکل ۳- میوه رسیده گیاه زولنگ
Figure 3. The mature fruit of *E. caucasicum*



شکل ۴- بذر زولنگ
Figure 4. *E. caucasicum* seed

درجه سلسیوس و یک هفته سرمادهی با ۷۰/۱ درصد و دمای ۲۰ درجه سلسیوس بدون سرمادهی با ۶۳/۶ درصد جوانه‌زنی در یک گروه آماری قرار گرفتند. رضوانی و ظفریان (Rezvani and Zafarian, 2017) نیز دمای ۱۵ درجه سلسیوس را بهترین دمای جوانه‌زنی چوچاق گزارش کرده و بیان کردند که دمای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس برای جوانه‌زنی بذر این گیاه مناسب نمی‌باشد. به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دما عامل موثرتری نسبت به مدت زمان سرمادهی مرطوب بر درصد جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمون جوانه‌زنی استاندارد نشان داد که تاثیر دما، سرمادهی مرطوب و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی بذر چوچاق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل دما و سرمادهی مرطوب نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی مربوط به دمای ۱۵ درجه سلسیوس و بدون سرمادهی مرطوب با ۷۴/۶ درصد جوانه‌زنی بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر نشان داد. دمای ۱۵

دمایی بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی نشان داده جمعیت مختلف از *E. caeruleum* که از چهار منطقه مختلف جمع‌آوری شده بودند از نظر خصوصیات جوانه‌زنی بذر با یکدیگر تفاوت داشتند (Rezvani and Zafarian, 2017). موثر بودن دما در جوانه‌زنی بذر و ارتباط رفتار جوانه‌زنی با شرایط اکولوژیک زیستگاه طبیعی گونه‌ها در گیاهان دارویی گل‌گندم (*Centaurea benedicta*)، زوفا (*Hyssopus officinalis*)، مریم‌گلی (*Salvia nemorosa*)، و ماریتغال (*Silybum marianum*) نیز گزارش شده است (Nadjafi et al., 2009).

بذر چوچاق می‌باشد (جدول ۲). بذور این گیاه در محدوده و در دماهای ۵، ۱۰ و ۳۰ درجه سلسیوس با اعمال سرمادهی مرطوب یا بدون سرمادهی مرطوب، جوانه‌زنی مشاهده نشد. نتایج مشابهی را رضوانی و ظفریان (Rezvani and Zafarian, 2017) در مورد این گیاه گزارش کردند، اما دانشور و همکاران (Daneshfar et al., 2020) در پژوهش خود بر جوانه‌زنی چوچاق محدوده دمایی بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس را گزارش کردند. همان‌طور که می‌دانیم رفتار جوانه‌زنی بذر ارتباط زیادی با شرایط اکولوژیک زیستگاه طبیعی گونه‌ها دارد (Baskin and Baskin, 2004). تحقیقات نشان می‌دهد که چهار

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مرتبط با جوانه‌زنی *Eryngium caucasicum*

Table 1. Analysis of variance (MS) for germination traits and seedling growth of *Eryngium caucasicum*

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Ms)					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	انرژی جوانه‌زنی Germination Energy	متوسط زمان جوانه‌زنی Average time of germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	بنيه جوانه‌زنی Seed vigour index
دما Temperature	2	748.11**	0.304**	870.35**	35.180**	0.0152**	0.065**
سرمادهی مرطوب Stratification	4	4998.76**	2.136**	5120.72**	108.51**	0.0074**	3.736**
Temprature×Stratification	8	273.63**	0.066**	326.96**	40.613**	0.0062**	0.44**
خطا Error	30	2.866	0.005	224.62	1.089	0.003	0.0259
ضریب تغییرات CV		4.38	10.93	8.8	5.62	16.21	16.4

ns, *, ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد. تیمارهایی که جوانه‌زنی در آن‌ها صفر بود از آنالیز حذف شدند.

ns, * and **: non-significant and significant at th level 5% and 1%, respectively. The numbers related to the treatments of 5, 10 and 30 Celsius were removed from the table due to being zero

مشاهده شد. لطفی اصل گیگلو و همکاران (Lotfi Asl, 2017) در بررسی تاثیر جیبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب (۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ روز) بر سرعت جوانه‌زنی بذر چوچاق گزارش کردند که سریع‌ترین جوانه‌زنی در یک روز سرمادهی مرطوب مشاهده شده و با افزایش مدت سرمادهی مرطوب تا ۳۰ روز از سرعت جوانه‌زنی کاسته شده است. اما در بررسی جوانه‌زنی *E. maritimum* گزارش شد که هیچ بذری بدون اعمال سرمادهی مرطوب و جیبرلیک اسید جوانه نزد (Necajeva and Ievinsh, 2013). همچنین *E. maritimum* (Necajeva and Ievinsh 2013)، *E. foetidum* (Thiem et al., 2013) و *E. planum* (Mozumder et al., 2012) به ترتیب کم‌تر از ۲۰، ۱۲ و ۱۰ درصد جوانه‌زنی را بدون اعمال تیمارهای شکست

سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر دما و سرمادهی مرطوب و اثرات متقابل آن‌ها روی سرعت جوانه‌زنی بذر چوچاق ($p < 0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج بررسی اثرات متقابل سرمادهی مرطوب و دما نشان داد که سریع‌ترین جوانه‌زنی در بذرهایی با تیمار یک هفته سرمادهی و ۱۵ درجه سلسیوس با ۱/۲۵ بذر در روز مشاهده شد که البته با تیمار ۱۵ درجه سلسیوس بدون اعمال سرمادهی با ۱/۲۲ بذر در روز تفاوت معنی‌داری نداشت و به نظر می‌رسد اندک افزایش سرعت در جوانه‌زنی در تیمار یک هفته سرمادهی و ۱۵ درجه سلسیوس به علت مدت زمان بیش‌تر مرطوب‌بودن بذر در پروسه اعمال سرمادهی مرطوب است. کندترین جوانه‌زنی در تیمار ۲۵ درجه سلسیوس و ۴ هفته سرمادهی

ویژگی‌های جوانه‌زنی ممکن است با هم متفاوت باشند که
انرژی جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های این صفت نشان داد که تاثیر دما، سرمادهی مرطوب و اثرات متقابل آن‌ها بر انرژی جوانه‌زنی بذر چوچاق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل دما و سرمادهی مرطوب نشان داد که بالاترین انرژی جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۱۵ و ۲۰ درجه سلسیوس بدون اعمال سرمادهی مرطوب بود که در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲).

خواب نشان دادند. گونه‌های مختلف یک جنس از نظر پیش‌تر نیز گزارش شده بود (Wolkis *et al.*, 2021). قابل ذکر است که در دماهای ۵، ۱۰ و ۳۰ درجه سلسیوس حتی با اعمال سرمادهی مرطوب و بدون سرمادهی هیچ بذری جوانه نزد (جدول ۲). با توجه به اینکه بالاترین درصد جوانه‌زنی نیز در تیمار ۱۵ درجه سلسیوس بدون اعمال سرمادهی مرطوب مشاهده شد و میزان افزایش در سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۵ درجه سلسیوس و یک هفته سرمادهی با تیمار ۱۵ درجه سلسیوس و بدون سرمادهی تفاوت معنی‌داری نداشت، می‌توان تیمار ۱۵ درجه سلسیوس و بدون سرمادهی را تیمار مناسب برای جوانه‌زنی بذر چوچاق معرفی کرد.

جدول ۲- تاثیر اثر متقابل دما (۱۵، ۲۰ و ۲۵) و سرمادهی مرطوب (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته سرمادهی) بر شاخصه‌های جوانه‌زنی بذر چوچاق. اعداد مربوط به تیمارهای ۵، ۱۰ و ۳۰ درجه سلسیوس به علت صفر بودن از جدول حذف شدند.

Table 1. The effect of the interaction of temperature (15, 20 and 25) and wet chilling (0, 1, 2, 3 and 4 weeks of chilling) on the germination parameters of *Eryngium caucasicum* seeds. *The numbers related to the treatments of 5, 10 and 30 Celsius were removed from the table due to being zero.

سرمادهی مرطوب (هفته) Stratification (week)	دما (سلسیوس) Temperature	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	انرژی جوانه‌زنی Germination energy	متوسط زمان جوانه‌زنی Average time of germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	شاخص بنيه گیاهچه Seed vigour index
0	15	74.6 a	1.22 ab	64 a	20.62 cd	0.08 e	2.2 a
	20	63.6 c	1.03 c	63.3 a	15.26 h	0.07 ef	0.75 c
	25	16.03h	0.23 h	15.7gh	20.01ed	0.08 e	0.17 gf
1	15	70.1 b	1.25 a	56.5 b	22.34 bc	0.06 ef	1.35 b
	20	36.7 f	0.73 de	27.73 e	20.90 cd	0.06 ef	0.43 e
	25	15.63 h	0.50 g	11.3 h	18.50 ef	0/08 e	0.16 gf
2	15	60.33 d	1.10 bc	45.62 c	15.83 gh	0.08 de	0.78 c
	20	44.6 e	1.07 c	33.3 d	11.87 i	0.14 c	0.78 cd
	25	12.63 i	0.37 h	15.96g	23.29 b	0.08 e	0.14 g
3	15	43.33 e	0.61efg	22 f	23.29 b	0.05 f	0.47 e
	20	43.33 e	0.69 ef	42.2 c	18.53 gf	0.11 d	0.6ecd
	25	4.63 j	0.1 i	4/3 i	18.53 ef	0.21 ab	0.47 g
4	15	43.63 e	0.85 d	37.6 d	26.14 a	0.11 d	0.71 cd
	20	32.63 g	0.59 fg	26.81 e	18.03 f	0.18 b	0.39 ef
	25	2.53 j	0.063 j	2.8 i	11.00 i	0.21 a	0.025g

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن است.

In each column, averages with common letters indicate no significant difference at the 1% probability level based on Duncan's test

بدون سرمادهی می‌باشد که با تیمار یک هفته سرمادهی و ۱۵ درجه سلسیوس تفاوت معنی‌داری نداشت و با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین میزان یکنواختی در جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۴ هفته سرمادهی و ۲۵ درجه سلسیوس بود (جدول ۲). با افزایش دما از ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس و همچنین افزایش مدت سرمادهی از ۰ تا ۴ هفته، یکنواختی جوانه‌زنی کاهش یافت. جوانه‌زنی یکنواخت خطر مواجه‌شدن بذر با بیماری‌های خاکزی و آفات را کاهش داده و استقرار و تراکم مناسب گیاه را فراهم می‌کند (Gholami-Tilebandi *et al.*, 2012).

شاخص بنیه گیاهچه

تأثیر سطوح مختلف دما و سرمادهی مرطوب و اثرات متقابل آن‌ها روی شاخص بنیه گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل دما و سرمادهی مرطوب روی بنیه گیاهچه چوچاق نتایج نشان داد که تیمار ۱۵ درجه سلسیوس بدون سرمادهی بالاترین میزان بنیه گیاهچه را نشان داد. با بالا رفتن دما از ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس و همچنین با افزایش مدت زمان سرمادهی از ۰ تا ۴ هفته میزان بنیه گیاهچه کاهش یافت. بالا بودن بنیه گیاهچه در تیمار ۱۵ درجه سلسیوس مربوط به افزایش دو جز مهم شاخص بنیه گیاهچه یعنی درصد جوانه‌زنی، طول ساقچه‌چه و طول ریشه‌چه در این تیمار می‌باشد که با نتایج دیگر محققان در مورد گل‌گندم نیز مطابقت دارد (Abbasian *et al.*, 2021). بذره‌های کاشته‌شده در دمای ۵، ۱۰ و ۳۰ درجه سلسیوس جوانه نزدند. خسارت به ساختار درون سلولی، عمده‌ترین ساز و کار دمای نامناسب بر جوانه‌زنی و رشد و بنیه گیاهچه می‌باشد. سلول‌های بذرهایی که در معرض دمای نامناسب قرار گرفتند دچار کاهش جوانه‌زنی شده و گسیختگی ساختار میتوکندری و سایر اندامک‌های درون سلولی، کاهش توانایی تولید RNA و پروتئین، کاهش تنفس، غیرفعال‌شدن آنزیم‌ها و تخریب ساختمان ریبوزومی را بروز می‌دهند. (Sharifi *et al.*, 2015).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که چوچاق دارای بذر ریز با وزن هزار دانه ۱/۴۵ گرم می‌باشد که هر بوته به‌طور متوسط ۱۱/۳ گل دارد و در هر میوه به‌طور متوسط تعداد ۵۶ بذر وجود دارد. به‌عبارتی هر بوته می‌تواند حدود

در پژوهشی گزارش شد که انرژی جوانه زنی سه گیاه رازیانه، شاهدانه و کنجد نیز بسیار تحت تأثیر دما قرار دارد (Alipoor and Mahmodi, 2015). با توجه با نتایج مشابه در قسمت درصد جوانه‌زنی مشاهده می‌شود که دما عامل موثرتری نسبت به مدت سرمادهی مرطوب بر میزان انرژی جوانه‌زنی و دیگر شاخصه‌های جوانه‌زنی بذر چوچاق می‌باشد. کاهش در انرژی جوانه‌زنی در دمای بالا و مدت سرمادهی زیاد احتمالاً به‌دلیل صرف انرژی در ساخت مواد عالی تنظیم‌کننده اسمزی در بافت مرتبط و یا این‌که در دمای پایین به‌دلیل تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن در بذر در اثر سرما باشد که باعث آسیب به DNA سلول و کاهش انرژی جوانه‌زنی و یا تأخیر در رشد گیاه شود.

متوسط زمان جوانه‌زنی

تأثیر سطوح مختلف دما و مدت سرمادهی مرطوب و اثرات متقابل آن‌ها بر متوسط زمان جوانه‌زنی بذر چوچاق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان متوسط زمان جوانه‌زنی به-ترتیب مربوط به تیمار ۴ هفته سرمادهی و دمای ۱۵ درجه سلسیوس و تیمار چهار هفته سرمادهی و ۲۵ درجه سلسیوس است که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری نشان دادند. با افزایش مدت زمان سرمادهی مرطوب، متوسط زمان جوانه‌زنی از دمای ۱۵ درجه تا ۲۵ درجه سلسیوس کاهش یافت. به احتمال زیاد این کاهش زمان جوانه‌زنی در تیمار چهار هفته سرمادهی مرطوب به علت تأثیر رطوبت بر افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور می‌باشد. ولی از آنجایی که تعداد بذر جوانه‌زده در تیمارهای با دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس و ۳ و ۴ هفته سرمادهی بسیار کم می‌باشد. با توجه به دیگر پارامترها این تیمارها را نمی‌توان تیمار مناسب دانست. لذا با در نظر گرفتن پارامترهای دیگر در کنار متوسط زمان جوانه‌زنی تیمارهای ۱۵ درجه سلسیوس بدون سرمادهی و تیمار یک هفته سرمادهی و ۱۵ درجه سلسیوس می‌توانند تیمارهای مناسب باشند (جدول ۲).

یکنواختی جوانه‌زنی

تأثیر سطوح مختلف دما و مدت سرمادهی مرطوب و اثرات متقابل آن‌ها بر یکنواختی جوانه‌زنی بذر چوچاق در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به این-که عدد کوچک‌تر نشان‌دهنده یکنواختی بیش‌تر است. بیش‌ترین یکنواختی مربوط به تیمار ۱۵ درجه سلسیوس

است. با توجه به عدم وجود رکود خاص و همچنین جوانه-زنی نسبتاً آسان و تولید بذر فراوان، تکثیر بذر از اقدامات اولیه و مهم برای احیای رویشگاه و اهلی‌سازی این گیاه پیشنهاد می‌شود. با آشنایی با رفتار و ویژگی‌های جوانه‌زنی گیاه نیز، می‌توان آن را به‌عنوان سبزی برگی معطر با خواص بالا به عرصه‌های کشاورزی معرفی کرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات مسئول آزمایشگاه گیاهشناسی دانشگاه کشاورزی گنبد کاووس سپاس‌گزاری می‌شود.

۶۳۲/۸۰ عدد بذر تولید کند. بذر چوچاق در دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس جوانه زد و در دماهای ۵، ۱۰ و ۳۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی نشان نداد. از نظر مدت زمان سرمادهی مرطوب هم نتایج نشان داد که کشت بذور بلافاصله بعد از برداشت در دمای ۱۵ درجه سلسیوس بدون اعمال سرمادهی مرطوب، بالاترین میزان درصد، سرعت و انرژی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه را دارا می‌باشد. در نتیجه می‌توان احتمال داد بذر چوچاق رکود خاصی ندارد و بذور تازه برداشت‌شده بیش‌ترین قوه نامیه را دارند. بازه دمایی جوانه‌زنی بذر چوچاق بیانگر این است که بهترین زمان رشد این گیاه در فصل بهار و اوایل تابستان

منابع

- Abasian, A., Asadi, G.H., Ghorbani, R. and Naseri, M. 2021. The effect of intermittent temperatures on germination indices of *Centaurea balsamita* Lam. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 1(3): 121-131. (In Persian)(**Journal**)
- Abdul Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Science, 3: 630-633. (**Journal**)
- Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., Wintermeyer, M.J., Mackey, B.E. and Wall, G.W. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Industrial Crops and Products, 25(1): 24-33. (**Journal**)
- Alipoor, Z. and Mahmodi, S. 2015. Effect of different temperature on germination properties of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), cannabis (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamus indicum* L.). Iranian Journal of Seed Research, 2(1): 37-51. (In Persian)(**Journal**)
- Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16. (**Journal**)
- Daneshfar, E., Azizi Arani, M. and Aroei, H. 2020. Evaluation of germination characteristics and determination of cardinal temperatures using regression models in Chuchag native vegetable (*Eryngium caucasicum* Trattv). Journal of vegetable science, 3(2): 63-77. (In Persian)(**Journal**)
- Domin, M., Kluza, F., Goral, D., Nazarewicz, S., Kozłowicz, K., Szmigielski, M. and Ślaska-Grzywna, B. 2019. Germination Energy and Capacity of Maize Seeds Following Low-Temperature Short Storage. Sustainability, 12 (1): 1-10. (**Journal**)
- Durr, C., Dickie, J.B., Yang, X.Y. and Pritchard, H.W. 2015. Ranges of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwide: contribution to a seed trait database. Agricultural and Forest Meteorology, 200: 222-23. (**Journal**)
- Ekpong, B. and Sukprakarn, S. 2006. Seed Development and Maturation of Eryngo (*Eryngium foetidum* L.). Kasetsart journal, 40: 26-32. (**Journal**)
- Ellis, R.A. and Roberts, E.H. 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. Seed science and technology, 9: 373-409. (**Journal**)
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Hafeez, K. and Ahmad, N. 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. Acta Botanica Sinica, 47: 187-192. (**Journal**)
- Foley, M.E. and Fennimore, S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Science Research, 8: 173-179. (**Journal**)
- Gholami-Tilebandi, H., Salehi-Balashahri, M. and Farhadi, R. 2012. Effects of priming and seed aging on germination and seedling growth of (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology, 1: 1-13. (In Persian)(**Journal**)
- Hossain, M.A., Arefin. M.K., Khan. B.M. and Rahman, M.A. 2005. Effects of seed treatments on germination and seedling growth attributes of horitaki plant (*Terminalia chebula* Retz.) in the nursery. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 1(2): 135-1. (**Journal**)

- ISTA, 2003. International Rules for Seed Testing. P.O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland. **(Handbook)**
- Kozeger, M., Edkani, M.R., Rezvani, M. and Saffronian, F. 2014. Evaluation of the morphological characteristics of *Eryngium caeruleum* under the influence of mycorrhizal symbiosis and the use of Azotobacter in different planting densities. The first conference of new developments in the environment and agricultural ecosystems. **(Conference)**
- Khoshbakht, K., Hammer, K. and Pistrick, K. 2007. *Eryngium caucasicum* Trautv. cultivated as a vegetable in the Elburz mountains (Northern Iran). Genetic Resources, 54: 445-448. **(Journal)**
- Lotfi Asle Giglo, M., Oveisi, M. and Rahimian Mashhadi, H., Pourmorad Kaleibar, B., and Naeimi, M. 2017. Germination modeling of *Eryngium caeruleum* seeds with hydro thermal time model. Weed research journal, 9(2): 1-13. (In persian) **(Journal)**
- Mozumder, S.N., Rahaman, M.M., Hossain, M.M., Ahmed, J.U. and Khan, M.A.A. 2012. Effect of row and plant spacing on seed production of *Eryngium foetidum*. International Journal of Horticulture, 2(4): 13-20. **(Journal)**
- Nadjafi, F., Tabrizi, L., Shabahang, J. and Damghani, A.M. 2009. Cardinal germination temperatures of some medicinal plant species. Seed Technology, 31(2): 156-163. **(Journal)**
- Sergio, A.L.D.G., Monica, T.A.D.G., Joaquim G.D.P. and Leila, T.B. 2002. Behavior of the wild coriander (*Eryngium foetidum*) in subtropical condition. Acta Horticulture, 569: 209-212. (In Persian)**(Journal)**
- Najafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environments, 64: 542-547. **(Journal)**
- Necajeva, J. and Ievinsh, G. 2013. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum*. Estonian Journal of Ecology, 62(2): 150-161. **(Journal)**
- Paul, J.H.A., Seaforth, C.E. and Tikasingh, T. 2011. *Eryngium foetidum* L.: A review. Fitoterapia, 82: 302-308. **(Journal)**
- Rabiei, B. and Bayat, M. 2009. A study of seed germination and seedling growth indices of oil seed par (*Brasica Napus* L.) cultivars through seed vigoyr tests. Iranian journal of field crop science, 40(2): 93-104. (In Persian)**(Journal)**
- Rezvani, M. and Zaefarian, F. 2017. Effect of some environmental factors on seed germination of *Eryngium caeruleum* M. Bieb. populations. Acta Botanica Brasilica, 31(2): 220-228. **(Journal)**
- Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E. and Latifi, N. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science Technology, 30: 51-60. (In Persian)**(Journal)**
- Sharifi, H., Khajeh-Hosseini, M. and Rashed-Mohassel, M.H. 2015. Study of seed dormancy in seven Medicinal species from Apiaceae. Iranian journal of seed research, 2(1): 27-36. (In Persian)**(Journal)**
- Thiem, B., Kikowska, M., Krawczyk, A., Wieckowska, B. and Sliwinska, E. 2013. Phenolic acid and DNA contents of micropropagated *Eryngium planum* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 114: 197-206. **(Journal)**
- Wolkis, D., Jones, K., Flynn, T. and DeMotta, M. 2021. Germination of seeds from herbarium specimens as a last conservation resort for resurrecting extinct or critically endangered Hawaiian plants. Conservation Science and Practicle, 4 (750): 1-11. **(Journal)**



Investigation the effect of different temperature levels and stratification on seed germination characteristics and plantlet vigor of *Eryngium caucasicum* Ttautv.

Negar Taleie^{1*}, Yousef. Hamidoghli², Jamal Ali Olfati³, Mehdi Zarei Mohamadabad⁴

Received: August 22, 2022

Accepted: December 22, 2022

Abstract

Eryngium caucasicum is one of the important endemic plants in the northern provinces of Iran. Few studies have been done in relation to its germination. Studying its domestication and propagation can play an important role in preserving and commercializing. To evaluate seed germination and plantlet vigor of *Eryngium caucasicum*, a laboratory experiment was conducted as factorial based on a completely randomized design in 3 replications with two factors, temperature (5, 10, 15, 20, 25 and 30 °C) and stratification (0, 1, 2, 3 and 4 weeks). According to morphological studies, the thousand seed weight of *Eryngium* small seeds was estimated 1.45 g and a moisture content of 24%. The average of flowers per plant is 11.3 and the average of seeds per fruit is 56. The highest germination percentage (74.6), germination rate (1.25), germination uniformity (0.21), and seed vigor (2.2) are shown at 15°C without stratification. The highest germination energy and the shortest germination time (15.26) were observed in 20°C without stratification (64), which is not significantly different from the treatment of 15°C (63.3). In general, the results of the experiment showed that *Eryngium* seeds germinate at temperatures between 15 and 25 °C, and no germination was observed at temperatures of 5, 10, and 30 °C, and the best temperature for *Eryngium* germination is 15 °C without stratification

Keywords: Domestication; *Eryngium caucasicum*; Seed germination; Seed vigor; Thousand seed weight

How to cite this article

Taleie, N., Hamidoghli, Y., Olfati, J.A. and Zarei Mohamadabad, M. 2023. Investigation the effect of different temperature levels and stratification on seed germination characteristics and plantlet vigor of *Eryngium caucasicum* Ttautv. Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(1): 29-39. (In Persian) (Journal)

DOI: [10.22124/jms.2023.22826.1724](https://doi.org/10.22124/jms.2023.22826.1724)

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit <http://jms.guilan.ac.ir/>

1. PhD student, Department of Horticultural Sciences, University campus2, University of Guilan, Rasht. Iran. n.taleie@yahoo.com
2. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht. Iran. hamidoghli@gmail.com
3. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht. Iran. jamalaliolfati@gmail.com
4. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Gonbad, Gonbad, Iran. mehdizarei@gonbad.ac.ir

*Corresponding author: n.taleie@yahoo.com