علوم و تحقیقات بذر ایران
سال پنجم/ شماره اول/ ۱۳۹۷ (۳۹ - ۲۷)

DOI: 10.22124/jms.2018.2898

مقایسه برخی صفات جوانه‌زنی و بنیه بذورجمعیت‌های مختلف گونه بومادران *Achillea wilhelmsii C. Koch* در شرایط شاهد و پیش سرما

حمیده جوادی[1*]، پروین صالحی شانجانی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹

چکیده

گیاه بومادران *Achillea wilhelmsii* C.Koch یکی از گونه‌های مرتعی و دارویی کشور است که هم‌اکنون به دلیل استفاده بی‌رویه آن جهت مصرف دارویی و بهداشتی، در معرض نابودی قرار گرفته است. در این تحقیق آزمون جوانه‌زنی ۲۳ جمعیت گونه بومادران *Achillea wilhelmsii* که از استان‌های مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند، در دو شرایط شاهد و تیمار (سرمادهی) انجام شد. صفات جوانه‌زنی شامل سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بودند. تجزیه و تحلیل آماری بر پایه فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات تیمار در جمعیت برای تمام صفات جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. درمقایسه میانگین‌ها برای صفات مختلف جوانه‌زنی، در شرایط شاهد و سرمادهی مشخص گردید که تیمار پیش‌سرما باعث افزایش معنی‌دار در میانگین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و کاهش معنی‌دار در طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه شده ولی تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر ندارد. بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی درجمعیت‌های ۹۸۲۰ (کردستان- دیواندره)،۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) در شرایط سرمادهی، و بیشترین مقدار درصد جوانه‌زنی در جمعیت ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره) در شرایط سرمادهی و جمعیت ۱۹۴۸۶ (کردستان-بانه) در شرایط شاهد به دست آمد. جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) بیشترین مقدار طول ریشه‌چه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر را در شرایط شاهد و بیشترین مقدار طول ساقه‌چه را در شرایط سرمادهی نشان داد. بنابراین سرما باعث تسریع در جوانه‌زنی بذور گونه بومادران *A. wilhelmsii* شد ولی در طول دوره جوانه‌زنی تأثیر چندانی بر درصد جوانه‌زنی بذر، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر نداشت.

واژه‌های کلیدی: *Achilles wilhelmsii*، بومادران، جوانه‌زنی، سرمادهی

۱- عضو هیات علمی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پیکان شهر، ایران
*نویسنده مسئول: Javadi@rifr-ac.ir

مقدمه

گیاهان جنس بومادران (*Achillea*) علفی، چند ساله و از تیره کاسنی (Asteraceae) هستند. در این تیره ۹۰۰ جنس و حدود ۱۳۰۰۰ گونه وجود دارد که در نقاط مختلف کره زمین پراکنده‌اند. موطن اصلی بومادران در نیمکره شمالی به‌ویژه در نواحی کوهستانی نقاط مختلف اروپا و در زمین‌های مرطوب مرکز و جنوب اروپا، شرق آسیا و شمال آفریقا بیان شده است. بیشترین انتشار این تیره در نواحی معتدله و سرد کره زمین است. این جنس در ایران ۱۹ گونه گیاه علفی چندساله معطر دارد که هفت گونه آن انحصاری ایران می‌باشد. بومادران در مناطق مختلف کشورمان به صورت خودرو رشد می‌کند و دارای پراکندگی نسبتاً وسیعی در مناطق شمالی ایران از جمله استان‌های مازندران و گلستان می‌باشد و در استان‌های آذربایجان، فارس، سیستان و بلوچستان، همدان و تهران نیز رویش دارد (Mozaffarian, 2006; Rechinger,1963; Azadbakht, 2003).

گیاه بومادران *A. wilhelmsii* یک گیاه دارویی سنتی است که در طب سنتی مصارف گوناگون دارد و جهت درمان تب، گرفتگی بینی، معده درد، قطع خونریزی و .. کاربرد دارد. عصاره الکلی سرشاخه‌های گلدار این گیاه پائین آورنده فشار و چربی خون است (Asgary *et al*., 2000). سرشاخه‌های گلدار این گیاه سرشار از فلاونوئید و سیزکوئی‌ترپن لاکتون بوده (Azadbakht *et al*., 2003) و گرده‌های آن نیز به شدت آلرژی‌زا هستند (Amjad *et al*., 2008). در گیاه *A. wilhelmsii*، ۸۹/۹ درصد ترکیبات شناخته شده اسانس برگ گیاه را منوترپنوئیدها و در ۹۰/۱ درصد ترکیبات موجود در گل آن را مونوترپنوئیدها و ۵/۳ درصد آن را سزکویی ترپنوئیدها تشکیل می دهند (Azadbakht *et al*., 2003).

از مهم‌ترین خصوصیات بذر که برای زارع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، می‌توان به قدرت جوانه‌زنی و بنیه بذر اشاره نمود (Akbari *et al.,* 2002). جوانه - زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به حساب می‌آید، زیرا نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود به جا می‌گذارد (Livington and De Jong, 1990). جوانه‌زنی فرایند پیچیده‌ای است که با جذب آب و فعال شدن آنزیم‌ها شروع می‌شود (Matilla and Matilla-Vazquez, 2008). جیبرلین هورمونی هست که خواب اولیه را برطرف می‌کند، خوابی که به هنگام رشد بذر ایجاد شده و مانع از جوانه‌زنی می‌شود (Hilhorst and Karssen, 1992). جیبرلیک اسید یک تنظیم‌کننده رشد اگزوژنوس است که با تحریک آنزیم‌های تجزیه مواد غذایی، باعث جوانه‌زنی بذر می‌شود (Hartman and Kester, 1990). تیمار سرما نیز می‌تواند جایگزین اسیدجیبرلیک بشود زیرا جوانه‌زنی بذرهای در حال خواب را افزایش می‌دهد (Bello *et al.*, 1998; Hassan and Fetouh, 2014). عقیده بر این است که تیمار سرمای مرطوب، تعادل نیروی مانع شونده جوانه‌زنی را تغییر می‌دهد (Powell, 1987 ; Nasri e*t al*., 2013). در برخی مطالعات مشاهده شده است که فاکتورهای محیطی از جمله دما (Ianucci *et al.,* 2000; Eileen *et al.*, 2001; Wuebker *et al*., 2001; Nyachiro *et al.*, 2002; Carter *et al.*, 2003) و شدت نور (Benvenuti *et al.*, 2001; Milberg and Andersson,1998) و فتوپریود (Anonymous, 2004) و غیره بر روی توانایی جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گیاهی تأثیر می‌گذارند.

یکی از عوامل محدود کننده قدرت جوانه‌زنی و بنیه بذر، خواب بذر است. خواب بذر یک شکست موقتی یا بلوکه شدن توانایی بذر برای کامل کردن پروسه جوانه‌زنی تحت شرایط فیزیکی و طبیعی و یکی از فاکتورهای مهم در تولید و بهره‌برداری اقتصادی هست (kucera *et al.*, 2005; Gupta *et al.,* 2011). خواب و جوانه‌زنی بذر گیاهان به عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی مؤثر بر رشد و نمو بذر بر روی بوته مادری و شرایط پس از برداشت بستگی دارد. به همین جهت در گونه‌ها، ژنوتیپ‌ها، اکوتیپ‌ها و همچنین شرایط محیطی مختلف گزارش‌های متفاوتی وجود دارد (Magiatis *et al.*, 2002). مطالعات نشان داده است که ۹۰ درصد بذرهای تازه برداشت شده گیاه بومادران دارای خفتگی (Dormancy) می‌باشند که باعث کاهش قوهٔ نامیه بذرهای این گیاه می‌شود. طبق گزارشات (ISTA)، نوع خواب در گیاهان تیرهٔ آستراسه عمدتاً فیزیولوژیکی می‌باشد (Tahmaseb and Shariati, 2000).

در بانک ژن منابع طبیعی ایران، گونه بومادران *Achillea wilhelmsii* با داشتن بیشترین تعداد جمعیت که از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری شده‌اند دارای

پراکنش‌های مختلف هستند این بذور به دلیل ریز بودن و داشتن ذخائر بذری کم، دارای طول عمر زیادی بوده و پس از سپری شدن زمان زیاد از برداشت قادر به جوانه‌زنی می‌باشند. بدین منظور برای حفظ قوه نامیه و احیائ بذور بومادران و به‌لحاظ ارزش دارویی این گیاه لازم است که روند جوانه‌زنی بذور بومادران *Achillea wilhelmsii* مورد مطالعه قرارگیرد. بنابراین هدف از این تحقیق داشتن اطلاعات در مورد روند جوانه‌زنی و تأثیر تیمار پیش-سرمادهی به عنوان یک فاکتور تأثیرگذار در مرحله جوانه‌زنی می‌باشد تا به این طریق هم اثر سرما بر صفات مختلف جوانه‌زنی بذور جمعیت‌های مختلف گونه بومادران *Achillea wilhelmsii* مشخص گردد و هم بهترین جمعیت از لحاظ سرعت و درصد جوانه‌زنی و تولید گیاهچه در شرایط شاهد و سرمادهی معرفی شود و در صورت تأثیر مثبت سرما روی جوانه‌زنی بذور گونه بومادران *Achillea wilhelmsii* می‌توان آنها را برای کشت در مناطق سرد معرفی کرد.

مواد و روش‌ها

ژرم‌پلاسم مورد استفاده در این بررسی شامل جمعیت-های مختلف گونه بومادران (*Achillea wilhelmsii* C.Koch) بود که از بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تهیه شدند. جدول ۱ منشاء و مشخصات جمعیت‌ها را نشان می‌دهد.

آزمون‌های جوانه‌زنی

آزمون‌ها در دو شرایط، شاهد و تیمار (پیش‌سرمادهی) در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شدند. شرایط اجرای آزمون جوانه‌زنی و سرمادهی بر مبنای روش ارائه شده توسط Dahlquist (2004) انتخاب گردید. برای این منظور از هر جمعیت تعداد ۱۵۰ عدد بذر، در ۶ تکرار ۲۵ تایی (۳ تکرار شاهد و ۳ تکرار تیمار) انتخاب شدند. نمونه‌های بذر توسط هیپوکلریت سدیم ۲ درصد (محلول وایتکس به مدت ۲ دقیقه) ضدعفونی شدند و سپس در درون پتری در روی کاغذ صافی مرطوب کشت شدند. نمونه‌های شاهد بلافاصله و نمونه‌های تیمار پس از ۷ روز تیمار پیش‌سرمادهی (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در درون یخچال)، به داخل ژرمیناتور با دمای ۳°C±۲۰ و نور ۶۰۰ لوکس لامپ فلورسنت، ۱۲ساعت روز و۱۲ ساعت شب و رطوبت ۷۰ درصد منتقل شدند. پس از پایان دوره رشد (۱۵ روز) صفات ذیل اندازه‌گیری شدند.

سرعت جوانه‌زنی- تعداد بذرهای جوانه‌زده بعد از ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز بعد از کشت یادداشت‌برداری شدند. برای تعیین سرعت جوانه‌زنی از فرمول Maguire (1962) که در ذیل آورده شده استفاده شد.

روز آخر/تعداد بذور جوانه‌زده در روز آخر شمارش+ ... +همان روز/ تعداد بذور جوانه‌زده در روز اول شمارش =**سرعت جوانه‌زنی ارائه شده توسط Maguire**

درصد جوانه‌زنی- تعداد کل بذرهای جوانه‌زده (خروج ریشه‌چه از بذر) در طول مدت جوانه‌زنی به صورت درصد محاسبه شد.

درصد جوانه‌زنی =تعداد کل بذرهای جوانه‌زده ×۱۰۰ درصد تعداد کل بذرهای کاشته شده

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه- بعد از رشد گیاهچه‌ها (پایان ۱۵روز) به روش Lekh and Khairwal (1993)، اندازه‌گیری شد. در این روش ۵ عدد گیاهچه به صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب شدند و سپس با خط‌کش مدرج طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بر حسب میلی-متر اندازه‌گیری شدند. نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، با تقسیم طول ریشه‌چه به ساقه‌چه نمونه‌ها، به دست آمد.

شاخص بنیه بذر-با در دست داشتن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه‌ها، شاخص بنیه بذر به روش Abdulbaki و Anderson (1973) با استفاده از فرمول زیر برآورد گردید.

$$Vi = \frac{\%Gr \times MSH}{100}$$

Vi= شاخص بنیه بذر

MSH= میانگین طولی گیاهچه (ریشه‌چه+ساقه‌چه)

Gr%= درصد جوانه‌زنی

روش‌های آماری درمطالعات جوانه‌زنی بذور

تجزیه تحلیل آماری بر پایه فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. مقادیر آماری صفات جوانه‌زنی (سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه) جمعیت‌ها در دو تیمار سرما و شاهد، شامل میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات (CV، اشتباه آماربرداری حاصل از تغییرات انحراف از معیار) محاسبه گردید. سپس تجزیه واریانس صفات با استفاده از

نرم‌افزار SAS ویرایش ۶/۲ انجام شد. پس از تأئید وجود اختلاف معنی‌دار بین جمعیت‌ها، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج

خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات در جدول ۲ درج شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات جمعیت در تیمار سرمادهی برای تمام صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد.

در جدول ۳ میانگین صفات مختلف جوانه‌زنی در شرایط شاهد و سرمادهی نشان داده شده است. همچنان که از جدول مشخص است مقادیر مربوط به صفات سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه با تیمار سرمادهی افزایش معنی‌دار و مقادیر طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه با تیمار سرمادهی کاهش معنی‌دار یافته است. مقادیر مربوط به صفات درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در شرایط عادی و سرمادهی با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

اثر پیش‌تیمار سرمادهی بر روی صفت سرعت جوانه‌زنی مثبت و معنی‌دار بود و در جمعیت‌های ۶۱۷۳، ۷۵۲۴، ۸۶۸۷، ۸۶۸۸، ۹۸۲۰، ۹۹۶۱، ۱۰۲۴۵، ۱۲۴۲۲، ۱۴۲۳۹، ۱۵۵۸۸، ۱۷۲۷۱، ۱۷۶۲۸، ۲۳۴۵۸ و ۲۴۹۴۰ سرمادهی باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شده است و در بقیه جمعیت‌ها اثر سرمادهی بی‌تأثیر بوده و یا باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شده است. بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی (۱۷/۷۱ و ۱۶/۴۴) در جمعیت ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره) و جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) در شرایط سرمادهی به دست آمد. تأثیر سرمادهی روی درصد جوانه‌زنی جمعیت‌ها معنی‌دار نبود و فقط در جمعیت ۶۱۷۳ (فارس-اقلید) و جمعیت ۱۴۲۳۹ (لرستان-الشتر) سرما باعث افزایش معنی‌دار و در جمعیت ۱۴۱۶۲ (آذربایجان‌غربی-ارومیه) باعث کاهش معنی‌دار در درصد جوانه‌زنی شده است. بیشترین مقدار درصد جوانه‌زنی (۱۰۰) در جمعیت ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره) در شرایط سرمادهی، و جمعیت ۱۹۴۸۹ (کردستان-بانه) در شرایط شاهد دیده شد (جدول۴ و شکل۱).

مطابق جدول ۳، مشخص گردید که سرمادهی باعث کاهش معنی‌دار میانگین طول ریشه‌چه و افزایش معنی‌دار میانگین طول ساقه‌چه می‌شود در جمعیت‌های ۹۸۲۰، ۹۹۶۱، ۱۰۲۴۵ و ۱۲۸۲۷ کاهش معنی‌دار و در جمعیت‌های ۷۵۱۴، ۸۶۸۷ و ۹۴۶۶، افزایش معنی‌دار درطول ریشه‌چه دیده می‌شود در بقیه این اثرات معنی‌دار نیست. بیشترین مقدار طول ریشه چه (۲۶/۳۷ میلی‌متر) در جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) در شرایط شاهد دیده شد. در صفت طول ساقه‌چه افزایش طول ساقه‌چه در جمعیت‌های ۹۸۲۰، ۹۹۶۱، ۱۴۱۶۲، ۱۴۲۳۹، ۱۷۶۲۸ و ۲۴۹۴۰ معنی‌دار و کاهش طول ساقه‌چه در جمعیت‌های ۱۰۲۴۵ و ۱۵۵۸۸ معنی‌دار و در بقیه جمعیت‌ها اثرات معنی‌دار نبود و بیشترین طول ساقه‌چه (۱۷/۴۳ میلی‌متر) در جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) در شرایط سرمادهی به دست آمد.

در صفت طول گیاهچه در اکثر جمعیت‌ها تیمار پیش-سرمادهی باعث افزایش طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر شده است اما این افزایش معنی‌دار نیست چون سرما باعث افزایش طول ساقه‌چه و کاهش طول ریشه‌چه شده است در نتیجه تأثیر معنی‌داری را در طول کل گیاهچه نداشته است فقط در جمعیت ۹۴۶۶ (چهارمحال بختیاری-بروجن) و ۱۷۶۲۸ (قم-دستجرد) باعث افزایش معنی‌دار و در دو جمعیت ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره) و ۱۰۲۴۵ (یزد-تفت-ده بالا-مزرعه توده)، به دلیل کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه، باعث کاهش معنی‌دار در طول گیاهچه شده است. اثرات سرمادهی روی شاخص بنیه بذر معنی‌دار نبود و فقط در دو جمعیت ۹۹۶۱ و ۱۰۲۴۵ کاهش معنی‌دار و در جمعیت‌های ۶۱۷۳، ۸۶۸۷ و ۹۴۶۶ افزایش معنی‌دار را داشتیم. بیشترین مقدار طول گیاهچه (۴۱/۶۷ میلی‌متر) و شاخص بنیه بذر (۳۷/۷۸) در جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) در شرایط شاهد به دست آمد.

کاهش طول ریشه‌چه و افزایش طول ساقه‌چه، باعث کاهش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه شد مگر در جمعیت‌هایی که سرما باعث افزایش طول ریشه‌چه شده بود. در جمعیت ۸۶۸۸ (مرکزی-فرودگاه سمپاشی) به علت افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت این دو صفت کم شده است. در جمعیت ۱۴۲۳۹ (لرستان-الشتر) طول ریشه‌چه زیاد شده است ولی به علت افزایش زیاد طول ساقه‌چه نسبت این دو صفت کم شده است. در جمعیت های ۱۵۶۲۳(مرکزی-کویر میقان) و ۱۵۶۷۲(مرکزی-روستای آبیک‌آباد) نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه زیاد شده

جدول ۱- منشا و مشخصات ۲۳ جمعیت از گونه *Achillea wilhelmsii C.Koch*

Table 1. Source and characteristics of 23 Populations *of Achillea wilhelmsii* C.Koch.

ردیف (Row)	کد بانک ژن (Code of Gene Bank)	محل جمع‌آوری (Location)	ردیف (Row)	کد بانک ژن (Code of Gene Bank)	محل جمع‌آوری (Location)
1	6173	فارس- اقلید (Fars, ughlid)	13	14239	لرستان-الشتر (Lorestan, Elashtar)
2	7514	لرستان- زاغه (Lorestan, Zagheh)	14	15588	مرکزی-اراک-تفرش (Merkazi, Arak, Tafresh)
3	7524	لرستان- بروجرد (Lorestan, Borojerd)	15	15623	مرکزی-اراک- کویر میقان (Merkazi, Arak, Mighan desert)
4	8687	مرکزی- اراک-منطقه آبیک آباد (Merkazi, Arak, Abyek Abad region)	16	15672	مرکزی-اراک-روستای آبیک آباد (Merkazi, Arak, Abyek Abad village)
5	8688	مرکزی- اراک- فرودگاه سمپاشی (Merkazi, Arak, Sampashi airport)	17	15900	یزد-مهریز (Yazd, Mehriz)
6	9466	چهارمحال بختیاری- بروجن (Chaharmahale-Bakhtiyari, Burojen)	18	15923	یزد-تفت- سان ایچ (Yazd, Taft, San Ich)
7	9820	کردستان- دیواندره (Kordestan, Divandaerh)	19	17271	سمنان (Semnan)
8	9961	کردستان- سنندج (Kordestan, Sanandaj)	20	17628	قم-دستجرد (Qom, Dastjerd)
9	10245	یزد-تفت-ده بالا-مزرعه توده (Yazd, Taft, Bala village, Todeh farm	21	19489	کردستان-بانه (Kordestan, Baneh)
10	12422	چهارمحال بختیاری- فارسان (Chaharmahale-Bakhtiyari, Farsan	22	23458	خراسان (Khorasan)
11	12827	مرکزی- سربند (Merkazi, Sarband)	23	24940	خراسان جنوبی-قائن (Southern Khorasan, Ghaen)
12	14162	آذربایجان‌غربی-ارومیه (West-Azerbaijan, Urumeyeh)			

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف جوانه‌زنی در ۲۳ جمعیت گونه *Achillea wilhelmsii*

Table 2. Analyses of variance of germination different traits for 23 populations of *Achillea wilhelmsii*.

منبع تغییر Source of Variation	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Mean Squares						
		سرعت جوانه‌زنی Germination rate	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول ریشه‌چه Length of Radicle	طول ساقه‌چه Length of Plumule	طول گیاهچه Length of seedling	بنیه بذر Seed vigor index	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Ratio of Radicle to Plumule
جمعیت Population	22	69.897**	329.412**	75.816**	63.087**	210.335**	281.567**	1.441**
تیمار Treatment	1	87.346**	0.426^{ns}	49.751**	13.393**	11.591^{ns}	15.029^{ns}	1.311**
تیمار× جمعیت P×T	22	21.233**	803.537**	48.315**	11.974**	58.290**	61.398**	0.927**
خطا Error	91	1.669	148.601	1.516	0.770	3.129	6.490	0.041
ضریب تغیرات (٪) CV		24.044	18.058	14.250	10.176	10.208	19.281	18.659

** and ns : Significant at 1% and not significant respectively. ** و ns: به ترتیب معنی‌دار درسطح احتمال ۱ درصد و عدم وجود اثر معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف جوانه‌زنی در شرایط شاهد و پیش‌تیمارسرمادهی

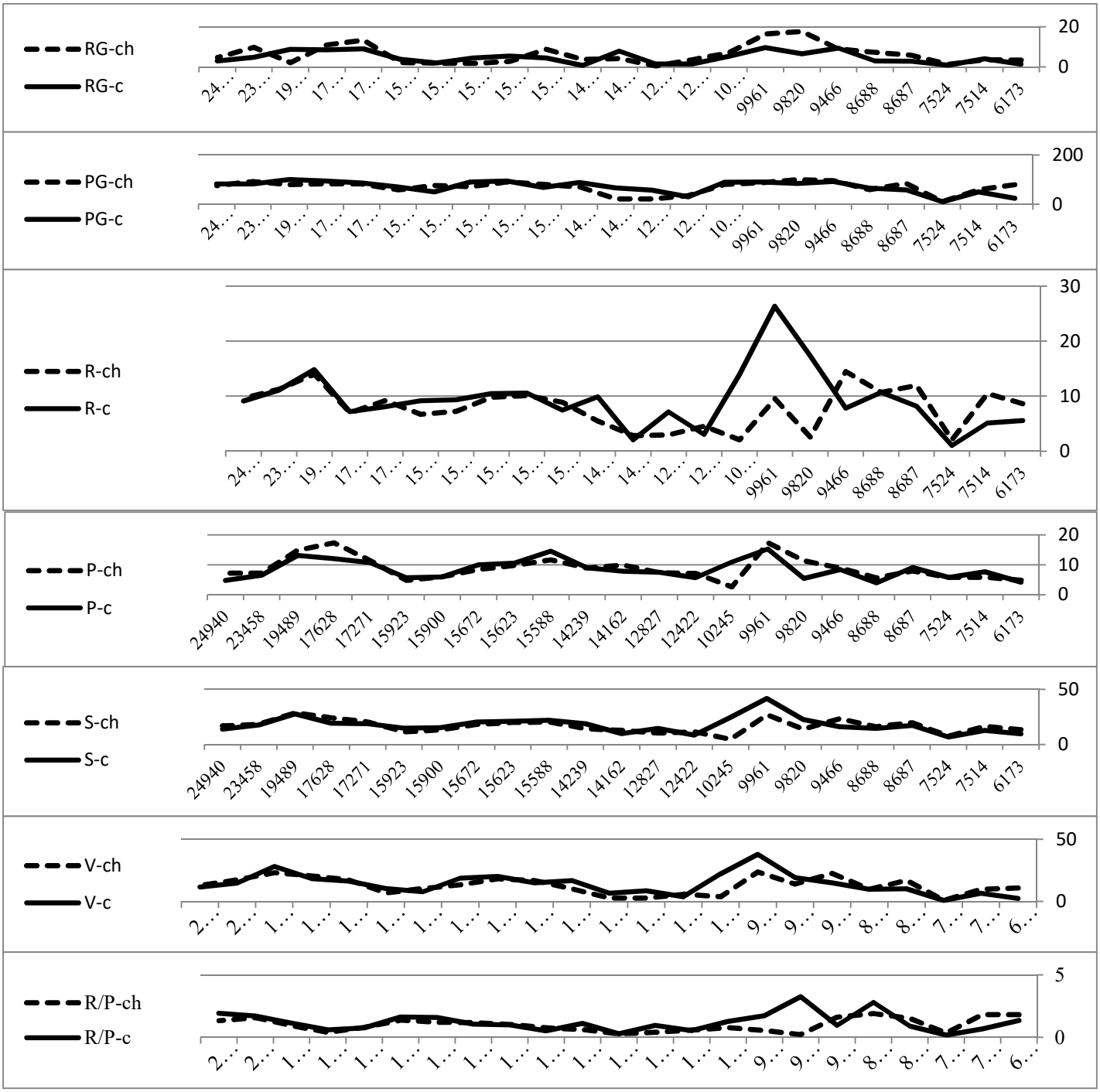
Table 4. Mean comparison of germination different traits on control and pre-chilling conditions

تیمار Treatment	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination rate (Seed number per day)	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Length of Radicle (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Length of Plumule (mm)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Length of seedling (mm)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Ratio of Radicle to Plumule
سرما (Chilling)	6.146A	67.846A	8.104B	9.014A	17.140A	13.046A	1.006B
شاهد (Control)	4.611B	67.147A	9.133A	8.275B	17.504A	13.376A	1.169A

جدول۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل جمعیت در تیمار سرمادهی برای صفات مختلف جوانه‌زنی در ۲۳ جمعیت مختلف گونه *Achillea wilhelmsi*

Table 4. Mean comparison of intraction effect of population and treatment on germination traits in 23 populations of *Achillea wilhelmsii.*

ردیف Row	جمعیت Population	تیمار Treatment	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination rate (Seed number per day)	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Length of Radicle (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Length of Plumule (mm)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Length of seedling (mm)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Ratio of Radicle to Plumule
1	6173	سرمادهی(Chilling)	3.32 k-r	80 a-f	8.64 f-l	4.88 q-t	13.52 q-w	10.82 i-p	1.81cd
		شاهد (Control)	1.33 qr	24 i-j	5.58 l-p	4.16 s-u	9.73 w-z	2.34 st	1.34 d-i
2	7514	سرمادهی(Chilling)	3.64 k-r	60 c-h	10.5 e-h	5.9 n-t	16.4 l-r	9.72 k-r	1.84 dc
		شاهد (Control)	4.02 j-q	50.67 f-i	5.13 m-q	7.7 k-o	12.83 r-x	6.52 o-t	0.67 m-v
3	7524	سرمادهی(Chilling)	1.3 qr	10.67 j	2.06 qr	5.78 n-t	7.83 a-z	0.81 t	0.35 s-v
		شاهد (Control)	0.82 qr	10.67 j	1 r	5.75 n-t	6.75 a-z	0.75 t	0.19 v
4	8687	سرمادهی(Chilling)	5.78 f-l	85.33 a-e	11.97 c-e	7.97 i-n	19.93 g-l	17.03 d-i	1.52 c-h
		شاهد (Control)	2.85 l-r	58.67 d-h	8.17 f-m	9.1 g-l	17.27 l-r	10.13 j-r	0.89 i-r
5	8688	سرمادهی(Chilling)	7.31 e-i	60 c-h	10.73 e-g	5.63 o-t	16.37 l-r	9.82 k-r	1.92 c
		شاهد (Control)	2.98 l-r	65.33b-g	10.68e-g	3.93s-u	14.62 n-t	9.7 k-r	2.79 b
6	9466	سرمادهی(Chilling)	8.90 c-f	96 ab	14.5 c	8.97 g-l	23.47 d-g	22.56 b-e	1.61 c-f
		شاهد (Control)	9.39 c-e	92 a-c	7.8 g-m	8.4 h-m	16.2 l-s	14.92 f-l	0.94 i-q
7	9820	سرمادهی(Chilling)	17.71a	100 a	2.57 p-r	11.37 d-f	13.93 o-w	13.93 f-m	0.23 uv
		شاهد (Control)	6.56 e-j	84 a-e	17.37 b	5.4 p-t	22.77 d-i	19.11e-h	3.25 a
8	9961	سرمادهی(Chilling)	16.44 a	88 a-e	9.57 e-j	17.43 a	27 b-d	23.76 bc	0.55 p-v
		شاهد (Control)	9.63 ce	90.67 a-d	26.37 a	15.3 b	41.67 a	37.78 a	1.72 c-e
9	10245	سرمادهی(Chilling)	7.07 e-j	81.33 a-f	2.07 rg	2.70 u	4.77 z	3.87 q-t	0.78 k-t
		شاهد (Control)	5.32 g-m	89.33 a-e	13.9 cd	10.9 e-g	24.8 b-d	22.06 b-e	1.28 e-k
10	12422	سرمادهی(Chilling)	3.67 k-r	36 g-j	4.57 n-q	7.1 l-q	11.67 s-y	5.85 p-t	0.58 o-v
		شاهد (Control)	1.43 o-r	30.67 h-j	3.04 p-r	5.71 o-t	8.59 a-z	3.66 r-t	0.54 p-v
11	12827	سرمادهی(Chilling)	0.50 r	21.33 i-j	2.97 p-r	7.42 l-p	10.35 u-z	2.56 st	0.41 r-v
		شاهد (Control)	1.50 n-r	57.33 e-h	7.16 j-o	7.52 l-p	14.67 m-u	8.60 l-s	0.95 i-q
12	14162	سرمادهی(Chilling)	4.21 i-p	22.67 i-j	2.83 p-r	9.97 f-j	12.8 r-x	2.92 st	0.29 s-v
		شاهد (Control)	7.87 d-h	66.67 b-f	2.05 qr	7.8 j-o	9.85 w-z	6.56 o-t	0.28 s-v
13	14239	سرمادهی(Chilling)	3.75 k-r	70.67 a-f	5.49 m-p	8.97 g-l	14.46 n-v	10.27 j-r	0.62 n-u
		شاهد (Control)	0.70 qr	24 i-j	4.26 o-q	5.8 n-s	10.06 v-z	3.81 q-t	0.72 m-u
14	15588	سرمادهی(Chilling)	8.81 c-f	81.33 a-f	8.93e-j	11.67 d-f	20.6 e-l	16.76 d-j	0.77 k-t
		شاهد (Control)	4.39 i-p	68 a-f	7.43h-n	14.57 bc	22 e-j	14.97 f-l	0.51q-v
15	15623	سرمادهی(Chilling)	2.8 l-r	90.67 a-d	10.13 e-j	9.87 f-k	20f-k	18.11 c-h	1.04 h-q
		شاهد (Control)	5.44 g-m	94.67 ab	10.57 e-h	10.57 e-h	21.13 e-k	19.98 c-g	0.10 h-q
16	15672	سرمادهی(Chilling)	1.76 n-r	72 a-f	9.83 e-j	8.43 h-m	18.27 i-p	13.3 g-n	1.17 f-m
		شاهد (Control)	4.43 i-p	90.67 a-d	10.47 e-i	10 e-i	20.47 e-k	18.57 c-h	1.05 h-p
17	15900	سرمادهی(Chilling)	1.84 n-r	77.33 a-f	7.27 i-o	6.03 n-s	13.3q-w	10.30 j-r	1.21 e-l
		شاهد (Control)	1.89 n-r	50.67 f-i	9.33 i-k	5.9 n-s	15.23m-t	7.80 m-s	1.58 c-g
18	15923	سرمادهی(Chilling)	2.22 m-r	58.67 d-h	6.7 k-o	4.83 r-t	11.53 t-y	6.85 o-t	1.38 d-i
		شاهد (Control)	3.83 i-r	70.67 a-f	9.17 i-k	5.7 o-t	14.87 m-u	10.36 k-q	1.62 c-f
19	17271	سرمادهی(Chilling)	13.32 b	82.67 a-e	9.25e-k	11.4d-f	20.65 e-k	17.43c-i	0.81 j-s
		شاهد (Control)	8.97 c-f	86.67 a-e	8.1f-m	10.73e-g	18.83 h-n	16.32 e-g	0.75 k-u
20	17628	سرمادهی(Chilling)	10.97 b-d	84 a-e	7 j-o	17.43 a	24.43c-f	20.52c-f	0.40 r-v
		شاهد (Control)	8.46 c-g	94.67 ab	7.17 j-o	12.07 de	19.23g-m	18.20 c-h	0.59 o-v
21	19489	سرمادهی(Chilling)	2.09 m-q	80 a-f	14 cd	14.9 bc	28.9b	23.23b-d	0.94 i-q
		شاهد (Control)	8.704 c-f	100 a	14.83 bc	13.1 cd	27.93bc	27.93b	1.13 f-m
22	23458	سرمادهی(Chilling)	9.77 c-e	93.33 ab	11.3 d-f	7.2 l-p	18.5 i-o	17.29 c-i	1.58 c-g
		شاهد (Control)	4.83 h-n	82.67 a-e	11.1 d-f	6.53 m-r	17.63 j-q	14.63 f-l	1.70 c-e
23	24940	سرمادهی(Chilling)	4.76 h-o	76 a-f	9.63 e-k	7.23 l-p	16.87 k-r	12.92 h-o	1.33 d-j
		شاهد (Control)	2.89 l-r	82.67 a-e	9.1 e-k	4.77 r-t	13.87 p-w	11.43 i-p	1.93 c



شکل۱- مقادیرصفات مختلف جوانه‌زنی (RG:سرعت جوانه‌زنی، PG:درصد جوانه‌زنی، R:طول ریشه‌چه، P:طول ساقه‌چه، S:طول گیاهچه، V:شاخص بنیه بذر، R/P:نسبت طول ریشه‌چه به ساقه چه) برای جمعیت‌های مختلف گونه *Achillea wilhelmsii* در شرایط شاهد (c) و سرمادهی (Ch)

Figure 1. The value of germination different traits (RG: Rate of Germination. PG: Percentage of Germination, R:Length of Radicle, P: Length of Plumule, S:Length of Seedling, V:Vigor of Seed, R/P: Rate the length of Radicle to Plumule) for different populations *of Achillea wilhelmsii* on control (c) and chilling (ch) condition

است و این به علت کاهش تأثیر سرما روی طول ساقه‌چه می باشد (جدول۴ و شکل۱).

بحث

در عملکرد گیاهان زراعی جوانه‌زنی عامل مهمی برای استقرار گیاهچه می‌باشد که یک فرآیند فیزیولوژیکی پیچیده است و تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می‌گیرد. دما یکی از عواملی است که از طریق تنظیم خواب بر ظرفیت جوانه‌زنی و همچنین بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای بدون خواب تأثیر می‌گذارد (Pourshadlo *et al.,* 2012).

همچنین به منظور افزایش جوانه‌زنی بذور و تحریک آن و بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی از تیمارهای مختلفی می‌توان استفاده کرد که یکی از این تیمارها، تیمار سرمادهی می‌باشد. محتمل است که دما مهم‌ترین عامل محیطی باشد که زمان جوانه‌زنی را تنظیم می‌کند، بخشی به خاطر این‌که خفتگی را کنترل می‌کند و بخشی به سبب این‌که موجب سازگاری بذر با آب و هوا می‌شود (Naderi Fasarani *et al*., 2009). سرما از طریق تأثیر بر توازن هورمونی بذر، جوانه‌زنی را تنظیم می‌کند و احتمالاً با تأثیر بر نفوذپذیری غشاهای سلولی موجب تغییر در جابجایی یونها و تحریک تولید اسید جیبرلیک می‌شود و هورمون اسید جیبرلیک مسیرهای متابولیکی مربوط به جوانه‌زنی را راه‌اندازی می‌کند (Copelan and Mc Donald, 1995). این تحقیق با هدف بررسی تأثیر پیش‌تیمار سرمادهی بر روی صفات مختلف جوانه‌زنی و انتخاب بهترین شرایط برای جوانه‌زنی بذور جمعیت‌های مختلف گونه *Achillea wilhelmsii* به مرحله اجرا درآمد.

مطابق جدول ۲ وجود اختلاف معنی‌دار در اثرات تیمار با جمعیت‌ها در صفات مختلف جوانه‌زنی، نشان‌دهنده تأثیر متفاوت پیش‌تیمار سرما بر روی صفات جوانه‌زنی در بین جمعیت‌ها می‌باشد. طبق جدول شماره ۳ مشخص گردید که تیمار سرمادهی باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور شده است. اثر سرما روی سرعت جوانه‌زنی مثبت معنی‌دار و روی درصد جوانه‌زنی مثبت غیرمعنی‌دار است. این به این معنا است که سرما باعث تسریع در جوانه‌زنی بذور شده ولی در طول دوره جوانه‌زنی تأثیر چندانی روی درصد جوانه‌زنی بذور *A. wilhelmsii* ندارد. در جمعیت‌های ۹۴۶۶ (چهارمحال بختیاری-بروجن)، ۹۹۶۱ (کردستان-بانه)، ۱۷۲۷۱(سمنان)، ۱۷۶۲۸ (قم-دستجرد) و ۱۹۴۸۹ (کردستان-سنندج) که دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی در شرایط شاهد بودند به استثنائ جمعیت ۱۹۴۸۹ (کردستان-سنندج)، در بقیه سرما باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شده است و در صفت درصد جوانه‌زنی، جمعیت‌هایی که بالای ۹۰ درصد جوانه‌زنی در شرایط شاهد را داشتند (۹۴۶۶، ۹۹۶۱، ۱۵۶۲۳، ۱۵۶۷۲، ۱۷۶۲۸ و ۱۹۴۸۹) به استثنائ جمعیت ۹۴۶۶ (چهارمحال بختیاری-بروجن)، در بقیه سرما باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شده است. مطالعات مختلفی مبنی بر تأثیر مثبت تیمار سرمادهی بر جوانه‌زنی و افزایش جوانه‌زنی بذور گونه‌های گیاهی وجود دارد (Naderi Fasarani *et al*., 2009; Parvin *et al.,* 2015).

در بررسی اثر دماهای مختلف بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور ۱۲ رقم گندم مشخص گردید که ویژگی‌های جوانه‌زنی (حداکثر جوانه‌زنی، زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی) تحت تأثیر رقم، دما و اثرات متقابل بوده و با افزایش دما، با وجود افزایش سرعت جوانه‌زنی، زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی، کاهش می‌یابد و در صورت حذف عامل آفات خاک‌زی، امکان دست‌یابی به مقادیر بالای حداکثر جوانه‌زنی در دمای ۲/۰۴ تا ۲/۹ درجه سانتی‌گراد وجود دارد (Zeinati *et al.,* 2010).

در تحقیقی تأثیر دوره سرما و دمای کم روی جوانه‌زنی بذور *Linum usitatissimum* L. مورد بررسی قرار گرفت. بذور تحت تأثیر ۶ دمای صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲ ، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت قرار گرفتند و تست جوانه‌زنی انجام شد. در تمام متغیرها درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطح دمای سرما بود. میزان جوانه‌زنی بذرها با طول دوره سرما و یا دمای سرما رابطه داشت بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای صفر درجه و ۹۶ ساعت دوره سرمادهی بود (Kurt, 2010). به منظور افزایش جوانه‌زنی در بذور گونه *Limonium iranicum* از تیمارهای مختلفی استفاده گردید و نتایج نشان داد که از بین تیمارها، تیمار سرمادهی به مدت ۷ روز در دمای ۵-۰ درجه سانتی‌گراد، بیشترین تأثیر را در جوانه‌زنی داشته است و باعث افزایش جوانه‌زنی شده است (Naderi Fasarani *et al.* 2009).

در این تحقیق سرما باعث افزایش میانگین طول ساقه‌چه و کاهش طول ریشه‌چه جمعیت‌ها شده و در مجموع تأثیر معنی‌داری روی میانگین طول گیاهچه نداشته است. جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) با داشتن بیشترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در شرایط شاهد، تحت تأثیر سرما، طول ساقه‌چه بیشتر، طول ریشه‌چه کمتر و به دلیل کاهش زیاد ریشه‌چه، طول گیاهچه هم کم شده است. به نظر می‌رسد که اسید جیبرلیک (GA_3) به همراه تیمارسرمادهی باعث افزایش کلروفیل، کاروتنوئیدها و قندهای احیاکننده می شوند (Parvin *et al.,* 2015)، در این هنگام اسیدهای چرب به قندها و قندهای محلول به قندهای احیاکننده تبدیل می‌شوند. هم‌چنین ممکن است که قندهای نامحلول به قندهای محلول و احیاکننده تبدیل شده و باعث افزایش رشد ساقه‌چه بشوند (To *et al*., 2002; Tonguc *et al.,* 2012).

در بررسی اثر دماهای پایین بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهچه سه رقم گندم مشخص شد کاهش دما از ۲۰ درجه به ۱۰ و ۵ درجه باعث افزایش معنی‌دار در زمان ۵۰ درصد جوانه‌زنی و کاهش معنی‌دار در طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه می شود (Ahmadi *et al.,* 2004). به دلیل متأثر بودن شاخص بنیه بذر از درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه، چون تأثیر سرما روی درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه معنی‌دار نبود تأثیر آن روی شاخص بنیه بذر نیز معنی‌دار نشد. با توجه به عملکرد بالای جمعیت‌های۹۹۶۱ (کردستان-سنندج)، ۱۹۴۸۹ (کردستان-بانه)، ۹۴۶۶ (چهارمحال بختیاری-بروجن) و ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره)، در جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان- سنندج) سرما باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی (از ۹/۶۳ به ۱۶/۴۴) و کاهش درصد جوانه‌زنی (از ۹۰/۶۷ به ۸۸) شده ولی به دلیل کاهش زیاد طول ریشه‌چه (از ۲۶/۳۷ به ۹/۵۷ میلی‌متر) تحت تأثیر سرما، در کل طول گیاهچه کم شده و از ۴۱/۶۷ به ۲۷ میلی‌متر رسیده است. در جمعیت ۱۹۴۸۹ (کردستان- بانه) تحت تأثیر سرما، سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و بنیه بذر کاهش یافته و تأثیر آن روی طول ساقه‌چه و گیاهچه معنی‌دار نبود. در جمعیت ۹۴۶۶ (چهارمحال بختیاری-بروجن)، تأثیر سرما بر روی تمام صفات جوانه‌زنی به استثنای سرعت جوانه‌زنی مثبت بود و در جمعیت ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره)، سرما باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی شده ولی طول گیاهچه به دلیل کاهش زیاد ریشه‌چه، کاهش پیدا کرده است. بنابراین تأثیر پیش‌تیمار سرمادهی روی صفات جوانه‌زنی بذور جمعیت‌های مختلف گونه *Achillea wilhelmsii* را می‌توان به اختصار خلاصه نمود که سرما باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه و کاهش طول ریشه‌چه می‌شود و تأثیر معنی‌داری روی درصد جوانه‌زنی بذور، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذور ندارد. بنابراین با درنظر گرفتن تأثیر مثبت پیش‌تیمار سرمادهی روی میانگین سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور جمعیت‌های گونه *A. wilhelmsii* ، برای به دست آوردن تعداد زیادی گیاه در مدت زمان کم پیش-تیمار سرمادهی و برای به دست آوردن گیاهان بزرگتر شرایط شاهد توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

۱- اثرات تیمار سرمادهی روی جمعیت‌های مختلف گونه *A. wilhelmsii* از لحاظ صفات مختلف جوانه‌زنی معنی‌دار می‌باشد که این اختلاف نشان‌دهنده تنوع بین جمعیت‌ها از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده می‌باشد.

۲- تیمار سرمادهی باعث افزایش معنی‌دار در میانگین سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه و کاهش معنی‌دار در طول ریشه‌چه بذور جمعیت‌های مختلف گونه *A. wilhelmsii* شد ولی تأثیر معنی‌داری روی میانگین سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر نداشت.

۳- در مقایسه اثرات متقابل سرما بر روی جمعیت‌ها، بیشترین مقدار سرعت جوانه‌زنی (۱۷/۷۱ و ۱۶/۴۴) به ترتیب در جمعیت‌های ۹۸۲۰ (کردستان-دیواندره) و ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) در شرایط سرمادهی، هم‌چنین بیشترین مقدار درصد جوانه‌زنی (۱۰۰) در جمعیت ۹۸۲۰ در شرایط پیش‌تیمار سرمادهی و در جمعیت ۱۹۴۸۹ (کردستان-بانه) در شرایط شاهد به دست آمد. بیشترین طول ریشه‌چه (۲۶/۳۷) طول گیاهچه (۴۱/۶۷) و بنیه بذر (۳۷/۷۸) در شرایط شاهد در جمعیت ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) و بیشترین طول ساقه‌چه (۱۷/۴۳) در جمعیت‌های ۹۹۶۱ (کردستان-سنندج) و ۱۷۶۲۸ (قم-دستجرد) در شرایط سرمادهی به دست آمد. بنابراین سرمادهی فقط باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در جمعیت‌های مختلف گونه *A. wilhelmsii* گردید و با

توجه به نتایج حاصله، در کل تیمار سرمادهی تأثیر معنی‌داری را روی جمعیت‌های مختلف گونه *A. wilhelmsii* نداشت.

۵- با عنایت به نتایج کسب شده و معرفی جمعیت‌هایی با بیشترین عملکرد تحت تیمار سرمادهی، توصیه می‌شود با کاربرد جمعیت‌های معرفی شده گامی در جهت تولید اقتصادی این گیاه ارزشمند دارویی برداشته شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه همکاران بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، که در این تحقیق ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

Abdulbaki, A. A. and Anderson, J. D. 1973. Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633. **(Journal)**

Ahmadi, N., Yazdi-Samadi, B. and Zargar-Netaj, J. 2004. The effects of low temperature on seed germination and seedling physiological traits in three winter wheat cultivars. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 11(2): 117-126. (In Persian) **(Journal)**

Akbari, G. H., Ghasemi Pirbaluti, A. and Shahverdi, M. 2002. Study of different harvesting times on seeds qualitative traits in soybean varieties. 7th Iranian Crop Production and Breeding Congress, Karaj, Pp.50. (In Persian)**(Conference)**

Amjad, L., Majd, A., Fallahian, F. and Saadatmand, S. 2008. Comparative study of allergenicity of mature and immature pollen grains of *Achillea wilhelmsii*. Journal of Medecine Science, 11(2):1-9. (In Persian)**(Journal)**

Anonymous, A. 2004. Seed germination and dormancy. www.pssc.ttu.edu./plantprop/lecnotes/section2/ topic/. Htm.

Asgary, S., Naderi, G. H., Sarrafzadegan, N., Mohammadifard, N., Mostafavi, S. and Vakili, R. 2000. Antihypertensive and Antihyperlipidemic effect of *Achillea wihelmsii*. Drugs under Experimental and Clinical Research, 26: 89-93. (In Persian)**(Journal)**

Azadbakht, M. 2003. Systematic of Medicinal Plants. Timorzadeh Publication, 270p. (In Persian)**(Book)**

Azadbakht, M., Semnani, K. and Khansari, N. 2003. The essential oils composition of *Achillea wilhelmsii* C. Koch leaves and flowers. Journal of Medicinal Plants, 2: 55-59. (In Persian) **(Journal)**

Bello, I. A., Hatterman-Valentini, H. and Owen, M. D. K. 1998. Effects of stratification, temperature, and oxygen on woolly cup grass (*Eriochloa villosa*) seed dormancy. Weed Science, 46: 526-529. **(Journal)**

Benvenuti, S., Andolfi, L. and Macchia, M. 2001. Light and temperature dependence for germination and emergence of white horehound (*Marrubium vulgare* L.) seeds. Seed Technology, 23(2): 138-144. **(Journal)**

Carter, C. T., Brown, L. S. and Ungar, A. I. 2003. Effect of temperature regimes on germination of dimorphic seeds of *Atriplex prostrate*. Biologia Plantarum, 47(2): 269-272. **(Journal)**

Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 1995. Principles seed science and technology, 3rd ed., Chapman and Hall, New York. **(Book)**

Dahlquist, G. 2004. Seed germination tests. Water Conservation Laboratory. USDA-ARS. **(Handbook)**

Eileen, F. W., Mullen, R. E. and Koehler, K. 2001. Flooding and temperature effects on soybean germination. Crop Science, 41: 1857-1857. **(Journal)**

Gupta, S. M., Pandey, P., Grover, A. and Ahmed, Z. 2011. Show all hide breaking seed dormancy in *Hippophae salicifolia*, a high value medicinal plant. Physiology and Molecular Biology of Plants, 17(4): 403- 406. **(Journal)**

Hartman, H. T and Kester, D. E. 1990. Plant propagation: principles and practices. 4th Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. **(Book)**

Hassan, F. A. and Fetouh, M. I. 2014. Seed germination criteria and seedling characteristics of *Magnolia grandiflora* L. trees after cold stratification treatments. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3(3): 235-241. **(Journal)**

Hilhorst, H. W. M and Karssen, C. M. 1992. Seed dormancy and germination: the role of Abscisic acid and Gibberellins and the importance of hormone mutants. Plant Growth Regulation, 11: 225-238. **(Journal)**

Kucera, B., Alan Cohn, M. and Leubner-Metzger, G. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. Seed Science Research, 15: 281–307. **(Journal)**

Kurt, O. 2010. Effects of chilling on germination in flax (*Linum usitatissimum* L.). Turkish Journal of Field Crops, 15(2): 159-163. **(Journal)**

Lanucci, A., Fonzo, N. D. and Martiniello, P. 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual clovers grown under two irrigation treatments. Seed Science and Technology, 28: 59-66. **(Journal)**

Lekh, R. and Khairwal, I. S. 1993. Evaluation of pearl millet hybrids and their parents for germinability and field emergence. Indian Journal of Plant Physiology, 2: 125-127. **(Journal)**

Livington, N. J. and De Jong, E. 1990. Matric and osmotic potential effects on seedling emergence at different temperatures. Agronomy Journal, 82: 995-998. **(Journal)**

Magiatis, P., Skaltsounis, A. L., Chinou, I. and Haroutounian, S. A. 2002. Chemical composition and in-vitro antimicrobial activity of the essential oils of three Greek *Achillea species*. Zeitschrift für Naturforschong, 57: 287-290. **(Journal)**

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling vigour. Crop Science, 2: 176-177. **(Journal)**

Matilla, A. J. and Matilla-Vazquez, M. A. 2008. Involvement of ethylene in seed physiology. Plant Science, 175: 87-97. **(Journal)**

Milberg, P. and Andersson, L. 1998. Does cold stratification level out differences in seed germinability between populations. Plant Ecology, 134 (2): 225-234. **(Journal)**

Mozaffarian, V. 2006. A dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser, Tehran. (In Persian) **(Book)**

Naderi Fasarani, A., Bassiri, M., Roshan nazar, B. and Tavili, A. 2009. Investigation on different treatments effects on seed germination of *Limonium iranicum*. Rangeland, 3(3): 456-464. **(Journal)**

Nasri, F., Ghaderi, N., Mohammadi, J., Mortazavi, S. N. and Koshesh Saba, M. 2013. The effect of Gibberellic acid and stratification on germination of alstroemeria (*Alstroemeria ligtu* hybrid) seed in vitro and in vivo conditions. Journal of Ornamental Plants, 3(4): 221-228. **(Journal)**

Nyachiro, J. M., Clarke, F. R., Knox, R. E. and Armstrong, K.C. 2002. Temperature effects on seed germination and expression on seed dormancy in wheat. Euphytica, 126(1): 123-127. **(Journal)**

Parvin, P., Khezri, M., Tavasolian, I. and Hosseini, H. 2015. The effect of gibberellic acid and chilling stratification on seed germination of Eastern Black Walnut (*Juglans nigra* L.). Journal of Nuts, 6(1): 67-76. (In Persian)**(Journal)**

Pourshadlo, R., Angaji, S. J., Delkhosh, B. and Gasem Kaneh-Ghajar, F. 2012. The effects of temperature and light on seed germination of *Chenopodium album*. The 2th conference of The Effects of Biodiversity on Agriculture and Environment. (In Persian)**(Conference)**

Powell, L. 1987. The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants. In: Davies, P.J. (Ed.), Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development. Martinus Nijhof Publishers, Dordrecht. 539- 552. **(Book)**

Rechinger, K. H. 1963. Flora Iranica. No. 158 AkademischeDruke-U, Verlagsanstaltwien Austria, 234P. **(Book)**

Tahmaseb, A. and Shariati, M. 2000. Study of different traits on breeking dormancy in *Achillea millefolium*, for high germination and vigor of seed. Final Report of Master Science, Esfahan University, No.858746. **(Thesis)**

To, J. P. C., Reiter, W. D and Gibson, S. I. 2002. Mobilization of seed storage lipid by *Arabidopsis* seedlings is retarded in the presence of exogenous sugars. BMC Plant Biology, 2: 4-10. **(Journal)**

Tonguc, M., Elkoyunu, R., Erbas, S. and Karakurt, Y. 2012. Changes in seed reserve composition during germination and initial seedling development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Biology, 36: 107-112. **(Journal)**

Wuebker, E. F., Mullen, R. and Koehler, K. 2001. Flooding and temperature effects on soybean germination. Crop Science, 41(6): 1857-1861. **(Journal)**

Zeinati, E., Soltani, A., Galeshi, S. and Sadati, S. J. 2010. Cardinal temperatures, response to temperature and range of thermal tolerance for seed germination wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Electronic Journal of Crop Production, 3(3): 23-42. (In Persian)**(Journal)**

Comparison of germination characteristics in different populations of *Achillea wilhelmsii* C.Koch seeds on control and pre-chilling conditions

Hamideh Javadi[1]*, Parvin Salehi Shanjani[1]

Received: July 4, 2016 Accepted: January 18, 2017

Abstract

Achillea wilhelmsii is one of the forage and medicinal plant in Iran. This plant is in danger, because of illegal collecting from wild resources for medicinal and hygienic uses. The objective of this study was to establish the effects of pre-chilling on germination treats in 23 populations of *Achillea wilhelmsii*. The seeds were collected from different provinces. This study was conducted by factorial based on completely randomized design. The results of analysis of variance showed that the effect of population×treatment on *A. wilhelmsii* seeds germination treats were highly significant different ($p<0.01$). Comparison of mean of germination treats on control and pre-chilling conditions showed that the pre-chilling increase the mean of rate of germination, length of plumule and decrease length of radicle and ratio of radicle to plumule, but no effect on percent of germination, length of seedling and vigor index of seed. The most of value of rate of germination was found in populations, 9820 (Kordestan-Divandareh) and 9961(Kordestan-Sanandaj) on pre-chilling condition and the most of percent of germination was found in populations 9820 (Kordestan-Divandareh) and 19489 (Kordestan-Baneh) on pre-chilling and control condition respectively. The population 9961 (Kordestan-Sanandaj) had the most of value of length of radicle, length of seedling, vigor index of seed on control and most of value of length of plumule on pre-chilling condition. So, pre-chilling increase rate of germination and no effect on germination percent of seeds, length of seedling and vigor index of seed of *Achillea wilhelmsii.*

Key words: *Achillea wilhelmsii*; Chilling; Germination; Yarrow

How to cite this article

Javadi, H. and Salehi Shanjani, P. 2018. Comparison of germination characteristics in different populations of *Achillea wilhelmsii* C.Koch seeds on control and pre-chilling conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 27-39. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2018.2898

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. Faculty member, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Peykanshahr, Iran

* Corresponding author: Javadi@rifr-ac.ir