تعیین دمای بهینه جوانه‌زنی گیاهان دارویی پروانش، همیشه بهار و ماریتیغال

اختیار آقازاده[۱]، قاسم پرمون*[۲]، الهام صمدی کلخوران[۳]، زهرا جودی[۴]، بهروز اسماعیل‌پور[۵]

[۱]کارشناس‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

[۲]دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

[۳]دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

[۴]کارشناس‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

[۵]دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۷

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر دماهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی سه گونه گیاه دارویی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۵ در دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. عامل اول شامل گونه‌های گیاهی (پرواش، همیشه بهار و ماریتیغال) و عامل دوم دما در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بود. نتایج تجزیه داده‌های آماری نشان داد که اثرات متقابل گونه در دما بر همه مؤلفه‌های جوانه‌زنی معنی‌دار شد. حداکثر جوانه‌زنی برای گیاه پروانش (۸۵ درصد)، همیشه بهار (٦٨ درصد) و ماریتیغال (٤٥ درصد) به‌ترتیب در دماهای ۲۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و بالاترین سرعت جوانه‌زنی برای گیاهان مذکور به ترتیب در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بالاترین یکنواختی جوانه‌زنی گیاه همیشه بهار در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تعلق داشت که با دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین زمان پس از کاشت تا رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی در گیاه ماریتیغال در درجه حرارت $20\ ^{\circ}C$ بود. همچنین مشاهده شد، بالاترین طول ریشه‌چه، طول هیپوکوتیل، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک هیپوکوتیل، شاخص وزنی و طولی قدرت در گیاه پروانش، همیشه بهار و ماریتیغال به‌ترتیب در دماهای ۲۰، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد ایجاد شد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که دمای بهینه برای جوانه‌زنی پروانش، همیشه بهار و ماریتیغال ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مؤلفه‌های جوانه‌زنی، درجه حرارت، پروانش، همیشه بهار و ماریتیغال.

*نویسنده مسئول: ghasem.parmoon@gmail.com

مقدمه

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها، بحرانی‌ترین و مهمترین مرحله در چرخه‌ی زندگی گیاهان محسوب می‌شوند و اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد (Meier et al., 1987; Windauer et al., 2007). عوامل مختلفی در فرآیند جوانه‌زنی بذر موثر هستند که شامل نوع گیاه، درجه حرارت، رطوبت مبدأ بذر و دیگر عوامل می‌باشند. از بین عوامل موثر بر جوانه‌زنی درجه حرارت یکی از فاکتورهای مهم در جوانه‌زنی بذرهاست (Yang et al., 2007; Kamkar et al., 2006). تحقیقات زیادی نشان دادند که درجه حرارت و رطوبت بر درصد جوانه‌زنی مؤثر هستند (Bloomberg et al., 2009) و زمانی که رطوبت و اکسیژن به میزان کافی باشد، درجه حرارت تعیین‌کننده میزان جوانه‌زنی تجمعی (میزان، یکنواختی و درصد جوانه‌زنی) خواهند بود (Dubetz et al., 1962). درجه حرارت از فاکتورهای مهم محیطی موثر در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان در کلیه مراحل رشد و نمو اعم از جوانه‌زنی، گل‌دهی، رشد و نمو و فتوسنتز و تنفس است در کلیه این فعالیت‌ها آستانه‌های حداکثر و حداقل درجه حرارت برای فعالیت وجود دارد؛ بنابراین پتانسیل عملکرد هر گیاه به شرط ثابت گرفتن دیگر عوامل محیطی در نهایت در ارتباط با رژیم‌های حرارتی است که گیاه در آن زندگی می‌کند (Nasir Mahallati et al., 2007). عواملی از قبیل آب گیاه، سن گیاه و فصل سال در تحمل و محدوده بردباری حرارتی گیاه تاثیر فراوان دارد (Ardekani, 2005). احتیاجات موجودات زنده به درجه حرارت‌های مناسب تحت عنوان دامنه‌های زیستی (کاردینال) معرفی می‌گردد که شامل درجه حرارت حداقل (در کمتر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد)، بهینه (درجه حرارتی که بیشترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان رخ می‌دهد) و درجه حرارت حداکثر (در بیشتر از آن جوانه‌زنی رخ نمی‌دهد و پروتئین‌های ضروری برای جوانه‌زنی تجزیه نمی‌شوند) می‌باشند که برای ارائه مدل پیش‌بینی جوانه‌زنی بذور در گونه‌های گیاهی مورد نیاز می‌باشند (Ramin, 1997).

قدرت اولیه دارای چند مؤلفه می‌باشد که عبارت‌اند از: جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاهچه. افزایش هر یک از مؤلفه‌های می‌تواند خود دارای چند مؤلفه دیگر هستند. زمان تا شروع جوانه‌زنی (D_{10})، حداکثر مقدار جوانه‌زنی (G_{MAX})، یکنواختی جوانه‌زنی (GU) و سرعت جوانه‌زنی (R_{50}) به‌عنوان اجزای جوانه‌زنی شناخته شده‌اند (Soltani et al., 2002) که در موفقیت کلی جوانه‌زدن و در نتیجه جذب اولیه نقش خواهند داشت. D_{10} عبارت است از زمان بر حسب روز یا ساعت از کاشت تا زمانی که درصد جوانه‌زنی تجمعی به ۱۰ درصد حداکثر خود برسد. از این زمان به بعد جوانه‌زنی به صورت خطی افزایش خواهد یافت. هر چه قدر مقدار D_{10} کوچک‌تر باشد بدین معنی است که جوانه‌زنی زودتر شروع شده است. یکنواختی جوانه‌زنی GU به صورت مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی از ۱۰ درصد حداکثر خود به ۹۰ درصد حداکثر خود برسد تعریف می‌شود. هر چه مقدار این زمان کمتر باشد نشان دهنده جوانه‌زنی یکنواختر (همزمان) بذور می‌باشند. R_{50} به‌صورت عکس زمان از کاشت تا زمانی که درصد جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد حداکثر خود می‌رسد در نظر گرفته می‌شود. گزارشاتی در سایر گیاهان درباره تاثیر درجه حرارت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و تعیین درجه حرارت‌های اصلی (کاردینال) وجود دارد (Mwale et al., 1994; Mosjidis and Zhang 1995).

Carrie et al. (2014) در تعیین دمای کاردینال همیشه بهار بیان کردند که جوانه‌زنی این گیاه در محدوده دماهای ۲ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد و دمای بهینه برای جوانه‌زنی این گیاه بین ۱۶ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین در مطالعه دیگر نشان داده شد که دماهای ٤/۹۹، ۲۹/۲۲ و ۳۹/۱۲ درجه سانتی‌گراد به عنوان دماهای پایه،

مطلوب و حداکثر برای جوانه‌زنی گل گاوزبان می‌باشند (Lashkari et al., 2014). Askarpoor et al., (2013) نیز دماهای ۳۵ و ۳۲/۵ درجه سانتی‌گراد را به عنوان بهترین دما برای جوانه‌زنی توده خراسان شمالی و رضوی علف شور اعلام نمودند. Bahran and Pourreza (2012) گزارش کردند که زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد ماریتیغال به‌ترتیب ۳ و ۳۹ می‌باشد که این نشان‌دهنده این است که بذرها در دمای پایین‌تر از اپتیمم دیرتر شروع به جوانه‌زنی می‌کنند و در دماهای بالاتر از اپتیمم دیرتر پایان می‌یابند. همیشه بهار با نام علمی (*Calendula officianalis* L.) متعلق به تیره *Asteraceae* است. این گیاه اغلب به صورت یکساله کشت می‌شود (Samsam Shariat, 1991). دانه همیشه بهار حاوی ۱۸ تا ۲۲ درصد روغن است (Rahmani et al., 2008) همچنین دارای کلنیک اسید نیز می‌باشد (Biermann et al., 2010). ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) نیز گیاهی یکساله، از خانواده *Asteraceae* می‌باشد (Omid Begay, 2000). دانه‌های خشک شده ماریتیغال حاوی مجموعه‌ای از فلاونوئیدها است که سیلی مارین نامیده می‌شود. فلاونولیگان‌های موجود در دانه رسیده ماریتیغال دارای اثرات ضد سرطانی می‌باشد (Harrington, 1921). گل پروانش (*Cantharanthus roseus*) نیز از خانواده خرزهره بوده که دارای جنبه‌های زینتی و دارویی می‌باشد. این گیاه چندساله و به‌صورت دیپلوئید است (Verma et al., 2011). پروانش دارای بیش از ٤٠٠ نوع آلکالوئید از نوع ترپنوئید اسیدول آلکالوئید می‌باشد (Faheem et al., 2011). با توجه به مطالب بیان شده هدف از این مطالعه تعیین محدودی دمایی مناسب برای جوانه‌زنی گونه‌های مختلف بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۵ انجام شد. عامل اول گونه‌های مختلف گیاهان شامل پروانش، ماریتیغال و همیشه بهار و عامل دوم دما در چهار سطح ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شدند. برای انجام آزمون جوانه‌زنی، بذرها توسط هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به‌مدت ۱ دقیقه ضدعفونی و سپس در درون پتری دیش‌های ۹ سانتی‌متری دارای دو لایه کاغذ صافی قرار داده شده و سپس به ژرمیناتور با دمای مختلف انتقال داده شد. شمارش جوانه‌زنی به صورت روزانه تا ١٤ روز که پایان دوره این گیاهان مطابق با ایستا (ISTA) است انجام و جوانه‌زنی بر اساس خروج جوانه ۲ میلی‌متری صورت گرفت. در پایان ١٤ روز طول ریشه‌چه، طول هیپوکوتیل، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک هیپوکوتیل اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی بذور از برنامه Germin استفاده شد که این برنامه D10 (مدت زمان که طول می کشد تا جوانه‌زنی به ۱۰ درصد حداکثر خود برسد)، D50 (مدت زمان که طول می کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد) و D90 (مدت زمان که طول می کشد تا جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر خود برسد) را محاسبه می‌کند. این برنامه پارامترهای یاد شده را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. سرعت جوانه‌زنی (در روز) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Soltani et al., 2002). یکنواختی جوانه‌زنی به‌صورت تکمیل زمان برای رسیدن از ۱۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی محاسبه گردید؛ که در این صفت هر چه عدد بدست آمده کمتر باشد، نشان دهند یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی بذرها است (Soltani et al., 2002).

$$R50=1/D50$$

$$GU =D90 - D10$$

مدت زمان رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نیز بر اساس فرمولی زیر محاسبه شد. در این رابطه N جوانه‌زنی

نهایی و n_i, n_j نیز تعداد بذور جوانه‌زده در مدت زمان بین $t_j - t_i$ می‌باشد (Coolbear, 1984).

$$D10, 50, 90 = t_i + [(N/2-n_i)\ (t_j - t_i)]/\ (n_j-n_i)$$

شاخص وزنی و طولی قدرت بذر نیز طبق رابطه‌های زیر محاسبه شد (Abdul-Baki, and Anderson, 1973).

جوانه‌زنی×طول گیاهچه = شاخص طولی قدرت

جوانه‌زنی×وزن گیاهچه = شاخص وزنی قدرت

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از Sigma plot صورت گرفت.

نتایج و بحث

حداکثر جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به حداکثر جوانه‌زنی نشان داد، اثرات اصلی و متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر حداکثر جوانه‌زنی (G_{MAX}) داشت (جدول ۱). حداکثر جوانه‌زنی در دمای کمتر از ۲۰ $^{\circ}C$ در گیاه پروانش، همیشه بهار و ماریتیغال نسبت به دمای ۲۵ $^{\circ}C$ پایین‌تر بود در بین گیاهان ذکر شده حداکثر جوانه‌زنی (۸۱/۲۵ درصد) در گیاه پروانش و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت. بالاترین درصد جوانه‌زنی همیشه بهار و ماریتیغال به ترتیب در درجه حرارت ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بوده است؛ بنابراین اگر شرایط کاشت طوری باشد که جوانه‌زنی در دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شود از مقدار بذر بیشتری باید استفاده کرد زیرا دمای کمتر از ۲۰ $^{\circ}C$ باعث کاهش درصد جوانه‌زنی نهایی می‌شود (شکل ۱). Harrington (1921) گزارش کردند که بالاترین درصد جوانه‌زنی (٦٥ درصد) همیشه بهار در درجه حرارت بین ۱۵–۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، اما Eberle et al., (2014) طی سه آزمایش به این نتیجه رسیدند که بالاترین درصد جوانه‌زنی (۸۷ درصد) به طور متوسط در درجه حرارت بین ۱۳/٦ تا ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. Nadjafi et al., (2009) نیز گزارش کردند که بالاترین درصد جوانه‌زنی ماریتیغال در درجه حرارتی بین ۳۰–۱۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد.

جوانه‌زنی و خروج ریشه چه نتیجه نهایی مجموعه‌ای از واکنش‌های شیمیایی بوده که با وساطت آنزیم‌های متعددی انجام می‌گیرند و به طور مستقیم تحت تأثیر دما قرار می‌گیرند (Bewely and Black, 1994). به نظر می‌رسد در دماهای پایین جذب آب توسط بذر کند صورت می‌گیرد و در نتیجه فرایندهای لازم برای شروع جوانه‌زنی نظیر فعال شدن آنزیم ها، شکستن مواد و در انتقال آنها به محور جنینی کندتر صورت می‌گیرد؛ و بدنبال آن خروج ریشه‌چه به تأخیر می‌افتد و در نتیجه طول ریشه چه و ساقه چه کاهش می‌یابد (Addae and Pearson, 1992; Hill and Luck, 1991). عکس‌العمل جوانه‌زنی گیاهان نسبت به درجه حرارت به عوامل متعددی از جمله گونه‌ها و ارقام گیاهی، منطقه رویش، کیفیت و سن بذر بستگی دارد (Copeland and McDonald, 1995). همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد دما به دلیل اثری که بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دارد، درصد جوانه‌زنی نهایی بذرها را در گیاهان مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bradford, 2002). درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد به علت بازدارندگی در فعالیت آنزیم‌ها و کاهش در میزان واکنش‌های بیوسنتزی مورد نیاز جوانه‌زنی می‌باشد باعث کاهش جوانه‌زنی می‌شوند (Kamaha and Magure, 1992). در این مطالعه نیز مشاهده شد جوانه‌زنی همیشه بهار در دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز رو به کاهش بود. بهترین درجه حرارت برای رسیدن به بیش از ۸۰ درصد

جوانه‌زنی برای رقم *Bonina sortiada* همیشه بهار، ۲۰ درجه سانتی‌گراد بوده است و در درجه حرارت‌های ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد میزان این جوانه‌زنی به ۲۸-۱۱ درصد می‌رسد. Joly et al., (2013) گزارش کردند که درجه حرارت پایه همیشه بهار برای جوانه‌زنی ۵۰ درصد مزرعه ۵/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تعیین درجه حرارت‌های کاردینال امکان ارزیابی محدودیت‌های جغرافیایی گونه‌ها و زمان کاشت آن‌ها و پیش‌بینی مراحل رشد گیاهان زراعی مهم باشد (Mahmoudi et al., 2005).

سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی: نتایج داده‌های آماری نشان داد که اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سرعت جوانه‌زنی داشت (جدول ۱). شکل ۱ نشان می‌دهد که سرعت جوانه‌زنی در گیاه پروانش و ماریتیغال در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و هم‌چنین در گیاه همیشه بهار در دماهای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در یک کلاس آماری قرار دارند و بالاترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داده است. سرعت جوانه‌زنی در پروانش و ماریتیغال در ۱۰ درجه سانتی‌گراد به علت صفر بودن حداکثر جوانه‌زنی صفر می‌باشد. با توجه به جدول (۱) ملاحظه می‌گردد که اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر یکنواختی جوانه‌زنی داشت. کمترین یکنواختی جوانه‌زنی در گیاه ماریتیغال در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود که با درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد و پروانش ۲۵ درجه سانتی‌گراد در یک کلاس آماری قرار دارد و بالاترین آن در گیاه همیشه بهار در درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد ایجاد شد که با دمای ۱۰، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱). هر قدر طول این مدت کوتاه‌تر باشد حاکی از جوانه‌زنی همزمان بذور است برعکس طولانی بودن این مرحله نشان می‌دهد که بذور به طور همزمان جوانه نزده بلکه جوانه‌زنی در دوره زمانی بیشتری صورت گرفته است.

متوسط زمان ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه داده‌های آماری نشان داد که اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد داشت (جدول ۲). کمترین زمان برای رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد در گیاه ماریتیغال در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود که با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت؛ همچنین زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد در گیاه همیشه بهار در تمام دماها با گیاه پروانش در درجه حرارت ۲۰ و ۲۵ نیز در یک کلاس آماری قرار داشت. بالاترین زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد در گیاه پروانش و درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (جدول ۳). D_{10} مدت زمان قبل از مرحله افزایش خطی درصد جوانه‌زنی را نشان می‌دهد و به عبارت دیگر مدت زمان تا شروع موثر افزایش درصد جوانه‌زنی می‌باشد. هر قدر طول این مرحله کوتاه‌تر باشد یعنی فاز خطی افزایش درصد جوانه‌زنی زودتر شروع شود بهتر خواهند بود. در گیاهان مورد مطالعه گیاه ماریتیغال و پروانش با دمای ۲۰ و ۲۵ و همیشه بهار در تمام دماها کمترین D_{10}را داشتند و طولانی‌ترین مرحله D_{10} به گیاه پروانش در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد اختصاص دارد.

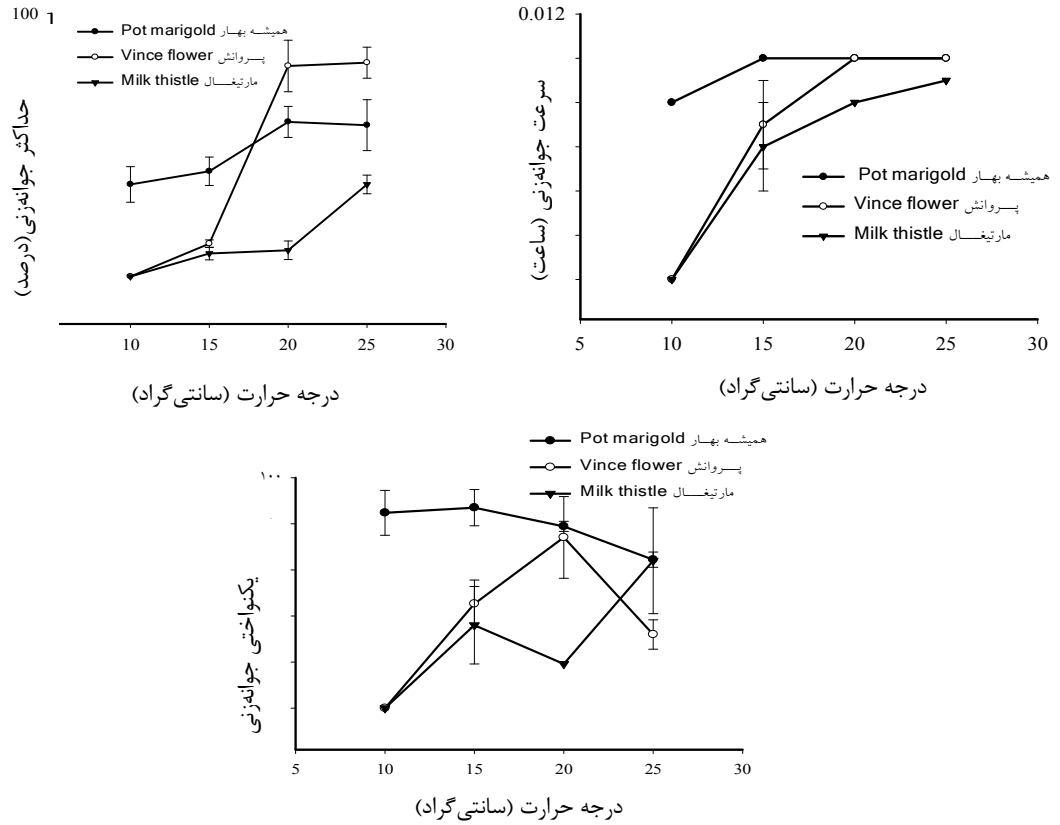
جوانه‌زنی هر گیاهی در محدوده درجه حرارت خاصی که درجه حرارتی کاردینال نامیده می‌شود انجام می‌شود (Bewely and Black, 1994). تحقیقات زیادی گزارش کردند که یک رابطه خطی بین میزان جوانه‌زنی ماریتیغال با دما وجود دارد (Covell et al., 1986 ; Mwale et al., 1994). جوانه‌زنی در یک محدوده‌ی دمایی به طور خطی افزایش می‌یابد و در دماهای بالاتر با شیب تند کاهش می‌یابد (Ramin, 1997). همچنین پروانش به علت اینکه گیاه گرمسیری و حساس به سرما می‌باشد (GhasemyGhahsareh and Kafy, 2011) جوانه‌زنی آن در دمای بالا صورت گرفته و به همین دلیل در درجه حرارت ۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه نزده است. بر خلاف درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان لازم برای رسیدن

به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نیز از دماهای کمتر از دمای بهینه برای جوانه‌زنی به دست آمد؛ که این نشان دهنده حساسیت بیشتر متوسط زمان جوانه‌زنی نسبت به دما می‌باشد. نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به این صفت نشان داد که اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر زمان رسیدن به ۹۰ درصد داشت (جدول ۲). پایین‌ترین زمان برای رسیدن به ۹۰ درصد در گیاه ماریتیغال در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی-گراد بود که با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت؛ همچنین زمان رسیدن به ۹۰ درصد در گیاه همیشه بهار در تمام دماها با پروانش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز در یک کلاس آماری قرار داشت. بالاترین زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد در گیاه پروانش و درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۱: نتایج تاثیر عامل‌های مورد مطالعه بر حداکثر جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی
نوع گیاه	۲	۸۳/۲۶۳**	۰/۰۰۰۰۵**	۵۵/۴۸۴**
دما	۳	۳۹/۸۰۲**	۰/۰۰۰۱۱**	۶۲/۵۲۱**
نوع گیاه × دما	۶	۱۹/۱۲۳**	۰/۰۰۰۰۲۹**	۱۳/۲۴۶**
خطا	۳۶	۲/۶۶۶	۰/۰۰۰۰۰۴۱۷	۰/۶۴۵
ضریب تغییرات	-	۲۴/۰۲	۲۵/۷۸	۱۵/۴۵

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد



شکل ۱: اثرات متقابل درجه حرارت و نوع گیاه بر حداکثر جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی گیاه پروانش، همیشه بهار و ماریتیغال

جدول ۲: نتایج تاثیر عامل‌های مورد مطالعه بر زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ درصد	زمان از کاشت تا رسیدن به ۵۰ درصد	زمان از کاشت تا رسیدن به ۹۰ درصد
نوع گیاه	۲	۱۳۸۷/٤٤٦**	٤۰۳۲/۸٦**	۲۰۰۷۲/۸٦۷**
دما	۳	۲۱۲۰۸/۷۹۱**	۲۷۹۸۰/۲٤۱**	۳٦۲٤۳/ ٦۷۷**
نوع گیاه × دما	٦	٥۹۹۸/۳٤٤**	۸٦۳٥/۳۸٥**	۱۲۰٤۲/۳٥۹**
خطا	۳٦	۲٤۰/۸۱	۱۸/۷۹۸	٤۹۹/۳۸٤
ضریب تغییرات	-	٪ ۱٦/٦۹	۱۲/٤٤	٪ ۱٥/۷٦

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۳: اثرات متقابل درجه حرارت و نوع گیاه بر زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد

نوع گیاه	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ درصد (ساعت)	زمان از کاشت تا رسیدن به ۵۰ درصد (ساعت)	زمان از کاشت تا رسیدن به ۹۰ درصد (ساعت)
پروانش	۱۰	۰d	۰e	۰d
	۱٥	۱٦٦/۸۰ ± ۱۰/٦٦^{a}	۱۹٦/٥۰ ± ۲/۸۷^{a}	۲۱۲/۱۰ ± ۰/٥۷^{a}
	۲۰	۹۹/٤٤ ± ۰/٥۸^{c}	۱۱٤/۲۸ ± ۳/۹۸^{cd}	۱۷۳/۱۰ ± ۱۷/۹۷^{b}
	۲٥	۹۸/٦۹ ± ۰/۰۲^{c}	۱۰۹/۲٤ ± ۰/۱٥^{d}	۱۳۰/٦٥ ± ٦/۳۹^{c}
همیشه‌بهار	۱۰	۱۰٦/۰٥ ± ۱/۸۸^{c}	۱۳٥/۳۰ ± ۳/٦٤^{c}	۱۹۰/۸۰ ± ۹/۸۷^{ab}
	۱٥	۱۰۱/۳۰ ± ۰/٤٤^{c}	۱۲٥/٥۰ ± ۳/۷۷^{cd}	۱۸۸/۳۰ ± ۷/۹۸^{ab}
	۲۰	۱۰۲/۰۳ ± ۲/۰۰^{c}	۱۲۳/۱۲ ± ۷/۰۱^{cd}	۱۸۰/۹۰ ± ۳/۹۰^{ab}
	۲٥	۱۰۲/٥۲ ± ۲/۲۳^{c}	۱۲۳/۳٥ ± ٥/۹٥^{cd}	۱٦٦/۹٥ ± ۲/۷۳^{b}
ماریتیغال	۱۰	۰d	۰e	۰d
	۱٥	۱٤۱/۰۰ ± ۲٤/٤۰^{b}	۱٦٥/۰۰ ± ۲۰/٤۲^{b}	۱۷۷/۰۰ ± ۲۰/٦۷^{ab}
	۲۰	٤۰/۹۸ ± ۰,۰۰^{c}	۱۰۸/۰۰ ± ۰/۰۰^{d}	۱۷۷/٦۰ ± ۰/۰۰^{c}
	۲٥	۹۸/۹۳ ± ۰/۲۰^{c}	۱۱۰/٦٥ ± ۱/۰۱^{d}	۱٦۲/۹۰ ± ۲۲/۸٥^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

طول ریشه‌چه و هیپوکوتیل: جدول تجزیه داده‌های آماری نشان داد که اثرات اصلی و متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ریشه‌چه و طول هیپوکوتیل داشت (جدول ٤). جدول ۵ نشان می‌دهد که بالاترین طول ریشه‌چه در گیاه ماریتیغال با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین آن در گیاه پروانش و همیشه بهار در درجه حرارت‌های ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همیشه بهار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین طول هیپوکوتیل را ایجاد کرد که با گیاه ماریتیغال با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت. پایین‌ترین طول هیپوکوتیل در گیاه پروانش در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و همیشه بهار در درجه حرارت‌های ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (جدول ۵). Hardgri (2006) گزارش کردند که درجه حرارت‌های بالاتر باعث زوال بذرها می‌شوند. که این امر می‌تواند علت کاهش رشد هیپوکوتیل و قدرت بذر در پروانش و همیشه بهار در دمای ۲۵ درجه می‌باشد. مطالعات نشان داد طویل شدن گیاهچه و وزن خشک دانه همیشه بهار در ۲۰ درجه

سانتی‌گراد بالاترین بوده است (Koefender et al., 2009).

وزن خشک ریشه‌چه و هیپوکوتیل: با توجه به جدول تجزیه واریانس ملاحظه می‌گردد که اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک ریشه‌چه داشت (جدول ٤). بالاترین وزن خشک ریشه‌چه در گیاه ماریتیغال با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین آن در گیاه پروانش و همیشه بهار در درجه حرارت‌های ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. علت بالا بودن وزن خشک ریشه چه در گیاه ماریتیغال با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را به بالا بودن طول ریشه‌چه می‌توان نسبت داد (جدول ۵). اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک هیپوکوتیل داشت. بالاترین وزن خشک هیپوکوتیل در گیاه ماریتیغال با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و پایین‌ترین وزن خشک هیپوکوتیل در گیاه پروانش و همیشه بهار در تمام دماهای مورد آزمایش و ماریتیغال ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد (جدول ۵).

جدول ٤: نتایج تاثیر عامل‌های مورد مطالعه بر طول ریشه‌چه و هیپوکوتیل و وزن خشک ریشه‌چه و هیپوکوتیل.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول ریشه‌چه	طول هیپوکوتیل	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک هیپوکوتیل
نوع گیاه	۲	۳/٤٥٧**	۸/٤٦٤**	۰/۱۲۷**	۰/۸۸۰**
دما	۳	۳/۲۷۷**	۱۰/۳۸۹**	۰/۲۱۰**	۰/۳۸۰**
نوع گیاه × دما	٦	۳/۸۲۳**	۱/٤٥۱**	۰/۱٥۸**	۰/٤۱۳**
خطا	۳٦	۰/۰۸۱	۰/۱۹۱	۰/۰۲٤	۰/۰۳۸
ضریب تغییرات	-	٪ ۳۱/۹٤	٪ ۳۰/۷٥	٪ ۱۷/۳۰	۱٦٪/۹۱

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۵: اثرات متقابل درجه حرارت و نوع گیاه بر بر طول ریشه‌چه و هیپوکوتیل و وزن خشک ریشه‌چه و هیپوکوتیل.

نوع گیاه	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	طول ریشه‌چه	طول هیپوکوتیل	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک هیپوکوتیل
پروانش	۱۰	۱۰	۰^{d}	۰^{b}	۰^{b}
	۱۵	۰^{d}	۰^{e}	۰^{b}	۰^{b}
	۲۰	۰/۹٤ ± ۰/۱۲^{cd}	٤/۸۱ ± ۱/۱۸^{cd}	۰/۲۰ ± ۰/۰۲^{b}	۰/٦۰ ± ۰/۰۷^{b}
	۲۵	۱/٦۱ ± ۰/۱۲^{cd}	٤/۲۸ ± ۰/۲۸^{cd}	۰/۱۸ ± ۰/۰۱^{b}	۰/٥٥ ± ۰/۱۷^{b}
همیشه‌بهار	۱۰	۳/٥۹ ± ۰/٦۱^{cd}	۳/٤۳ ± ۰/۱٤^{d}	۰/۳۷ ± ۰/۰٥^{b}	۲/۹۱ ± ۰/۲٦^{b}
	۱۵	۳/۲۳ ± ۰/۲۰^{cd}	۳/٥۳ ± ۰/۲۸^{d}	۰/٦٤ ± ۰/۱۲^{b}	٦/۷۷ ± ۲/۹٦^{b}
	۲۰	٥/٦۷ ± ۰/٤۳^{b}	۸/٦۹ ± ۰/٤۹^{a}	۰/٤٦ ± ۰/۰۳^{b}	۲/۷۳ ± ۰/۱۲^{b}
	۲۵	٤/٥٥ ± ۰/٥٦^{bc}	٥/٦۳ ± ۰/٥۹^{bc}	۰/٤۱ ± ۰/۰٦^{b}	۲/٤۸ ± ۰/۲٥^{b}
ماریتیغال	۱۰	۰^{d}	۰^{e}	۰^{b}	۰^{b}
	۱۵	۰^{d}	۰^{e}	۰^{b}	۰^{b}
	۲۰	۳/۷۸ ± ۲/۲۲^{bc}	۲/٦۸ ± ۱/٥۷^{d}	۰/٦۲ ± ۰/٦۲^{b}	۲/٦۲ ± ۲/٦۲^{b}
	۲۵	۱۲/۳۸ ± ۲/۲۱^{a}	۷/۰۹ ± ۰/۹۰^{ab}	۱/٦۲ ± ۰/۱٤^{a}	± ٦/٦٦^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

شاخص وزنی و طولی قدرت: اثرات اصلی و متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص وزنی قدرت داشت (جدول ٦). نشان می‌دهد که بالاترین شاخص وزنی قدرت در گیاه همیشه بهار با درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین شاخص وزنی قدرت در گیاه ماریتیغال و همیشه بهار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و پروانش ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در رتبه دوم قرار دارد (جدول ۷). اثرات متقابل نوع گیاه و درجه حرارت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص طولی قدرت داشت (جدول ٦). جدول ۷ نشان می‌دهد که بالاترین شاخص طولی قدرت در گیاه ماریتیغال در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. پایین‌ترین شاخص طولی قدرت در گیاه ماریتیغال در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و همیشه بهار و پروانش در دماهای ۲۰ و ۲۵ حادث شد.

جدول ٦: نتایج تاثیر عامل‌های مورد مطالعه بر شاخص وزنی و طولی قدرت.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		شاخص وزنی قدرت	شاخص طولی قدرت
نوع گیاه	۲	٤۲۷/۱۰۰**	۰/۰۳۹**
دما	۳	۵۹۹/۰۵۸**	۰/۰۲۸**
نوع گیاه × دما	٦	۷۷/٤۰۲**	۰/۰۳۰**
خطا	۳٦	٦/۳۸۸	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات	-	٪ ۲٤/٤۱	۹/۳۹

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۷: اثرات متقابل درجه حرارت و نوع گیاه بر شاخص وزنی و طولی قدرت

نوع گیاه	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	شاخص طولی قدرت	شاخص وزنی قدرت
پروانش	۱۰	۰^{d}	۰^{c}
	۱۵	۰^{d}	۰^{c}
	۲۰	۳۵۷/۰۵ ± ٤۲/۵۵^{b}	۰/۰۵ ± ۰/۰۱^{c}
	۲۵	۳٤٦/۰۳ ± ۲٦/۱۳^{b}	۰/۰٤ ± ۰/۰۱^{c}
همیشه‌بهار	۱۰	۱۲۰/٤۰ ± ۲۳/۹۲^{cd}	۰/۱۰ ± ۰/۰۲^{bc}
	۱۵	۱۳۷/۹٤ ± ۱۲/٤٦^{c}	۰/۳۱ ± ۰/۱۷^{ab}
	۲۰	۵۱۰/۹۸ ± ۵۷/۳۵^{a}	۰/۱٦ ± ۰/۰۲^{bc}
	۲۵	۳۳۷/۷۵ ± ۹۳/٤۷^{b}	۰/۱٤ ± ۰/۰۳^{bc}
ماریتیغال	۱۰	۰^{d}	۰^{c}
	۱۵	۰^{d}	۰^{c}
	۲۰	۳۸/۷۵ ± ۲۳/٤۸^{cd}	۰/۰۵ ± ۰/۰۵^{c}
	۲۵	۲۵٦/۹۳ ± ۵۸/۳۰^{b}	۰/۵۲ ± ۰/۱۸^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸: ضریب همبستگی ساده اجزای مختلف جوانه‌زنی

صفت	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ درصد	زمان از کاشت تا رسیدن به ۵۰ درصد	زمان از کاشت تا رسیدن به ۹۰ درصد	طول ریشه‌چه	طول هیپوکوتیل	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک هیپوکوتیل	شاخص طولی قدرت	شاخص وزنی قدرت
درصد جوانه‌زنی	۱											
سرعت جوانه‌زنی	۰/۵۶**	۱										
یکنواختی جوانه‌زنی	۰/۵۱**	۰/۶۳**	۱									
زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ درصد	۰/۳۸**	۰/۸۶**	۰/۵۱**	۱								
زمان از کاشت تا رسیدن به ۵۰ درصد	۰/۳۶*	۰/۸۷**	۰/۵۶**	۰/۹۹**	۱							
زمان از کاشت تا رسیدن به ۹۰ درصد	۰/۴۷**	۰/۸۹**	۰/۷۴**	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۱						
طول ریشه‌چه	۰/۲۵^{ns}	۰/۴۰**	۰/۳۳**	۰/۲۳^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۳۰**	۱					
طول هیپوکوتیل	۰/۶۴**	۰/۵۴**	۰/۵۴**	۰/۳۲*	۰/۳۰*	۰/۴۲**	۰/۶۳**	۱				
وزن خشک ریشه‌چه	۰/۱۸^{ns}	۰/۳۴**	۰/۲۵^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۸۲**	۰/۵۵**	۱			
وزن خشک هیپوکوتیل	۰/۰۸^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۵۶**	۰/۳۷**	۰/۷۳**	۱		
شاخص طولی قدرت	۰/۸۵**	۰/۴۷**	۰/۴۶**	۰/۲۷^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۳۷**	۰/۴۱**	۰/۸۶**	۰/۲۹*	۰/۱۴^{ns}	۱	
شاخص وزنی قدرت	۰/۲۲^{ns}	۰/۲۸*	۰/۲۳^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۵۴**	۰/۴۴**	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۲۸^{ns}	۱

^{ns}، غیر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

همبستگی: همبستگی بین متغیرها بیانگر نوع و میزان رابطه بین آن‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات مختلف (جدول ۸) نشان داد که بین اکثر صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بالاترین همبستگی بین زمان از کاشت تا رسیدن به ۵۰ درصد با زمان از کاشت تا رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد می‌باشد؛ همچنین همبستگی بین شاخص طولی قدرت با وزن خشک هیپوکوتیل نیز بالای ۰/۹ می‌باشد. حداکثر جوانه‌زنی با شاخص وزنی قدرت بیشترین همبستگی را نسبت به سایر صفات ایجاد کرد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه با نتایج این مطالعه مشاهده می‌شود که دما یکی از عوامل موثر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین میزان رشد گیاهچه گیاهان دارویی بود و نقش موثری در پراکنش این گیاهان می‌تواند داشته باشد. در این مطالعه مشاهد شد، بذور گیاه پروانش در دمای بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بیشترین جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را به همراه دارند این در حالی است که بذور ماریتیغال در دمای ۲۵ درجه بالاترین درصد، سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها حادث شد و دمای ۱۵ تا ۲۰ درجه به عنوان دمای بهینه برای همیشه بهار نیز شناخته شد.

Reference

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science 13, 630-633.

Addae, P.C., and Pearson, C.J. 1992. Thermal requirement for germination and seedling growth of wheat. Aust. J. Agric. Res. 43:585-594.

Ardekani, D.F. 2005. Ecology. Tehran University Press. 331 p.

Askarpoor, R., Mijane, S. and Ghorbani, R. 2013. Effect temperature in rate germination two mass salt grass (*Salsola kali* L.) based to model regression. Journal plant protection (agriculture science). 27(4): 476-483.

Bewely, D., and Black, M. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. Second edition, Pleum press ,New York and London. 445pp

Biermann, U., Butte, W., Holtgrefe, R., Feder, W. and Metzger, J.O. 2010. Esters of calendula oil and tung oil as reactive diluents for alkyd resins. Eur. J. Lipid Sci. Technol.112, 103–109.

Bloomberg, M., Sedcole, J.R., Mason, E.G. and Buchan, G. 2009. Hydrothermal time germination models for radiata pine (*Pinus radiata* D. Don). Seed Sci. Res. 19(3): 171-182.

Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Sci. 50: 248-260.

Carrie, A. Eberle., Frank Forcella, Russ Gesch, Dean Peterson, James Eklund. 2014. Seed germination of calendula in response to temperature. Industrial Crops and Products, 52: 199–204

Chin, H.F. 1994. Seedbanks conserving the past for the future. Seed Science and Technology, 22: 358.

Coolbear, P. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. Journal of Experimental Botany. 35: 1609-1617.

Copeland, L.O., and McDonald, M.B. 1995. Principles of seed science and technology. Pub. Chmpan and Hall. USA

Covell, S., Ellis, R.H., Roberts, E.H. and Summerfield, R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. Exp. Bot., 37, 705-715.

Dubetz, S, Russell, V. and Anderson, D.T. 1962. Effect of soil temperature on seedling emergence. Can J Plant Sci. 42(3): 481-487.

Eberle, C.A., Forcella, F., Gesch, R., Peterson, D. and Eklund, J. 2014. Seed germination of Calendula in response to temperature. 2014. USDA Industrial Crops and Products 52, 199–204.

Faheem, M., Singh, S., Tanwer, B.S., Khan, M. and Shahzad, A. 2011. *In vitro* regeneration of multiplication shoots in *Catharanthus roseus* - an important medicinal plant. Advances in Applied Science Research, 2: 208-213.

Ghasemy ghahsare, M. and Kafy, M., 2011. Scientific and practical potting. The second publication author

Habtemariam, S. 1997. Flavonoids as inhibitors or enhancers of the cytotoxicity of tumor necrosis factor-alpha in L-929 tumor cells. J. Nat. Prod. 60(8): 775-778.

Harrington, G.T. 1921. Temperatures for flower seed germination. Bot. Gazette. 72, 337–358.

Hill, M. and Luck, R. 1991. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes. Aust. J. Agric. Res. 42: 175-189

Joly, R., Forcella, F., Peterson, D. and Eklund, J. 2013. Planting depth for oilseed calendula.Ind. Crops Prod. 42: 133–136.

Kamaha, C. and Magure, Y.D. 1992. Effect of temperature on germination of six winter wheat cultivars. Seed Sci. Technol. 20: 181-185.

Kamkar, B., Koochaki, A., Nassiri Mahallati M. and Rezvani Moghaddam P. 2006. Cardinal temperatures for germination in three millet species (*Panicum miliaceum, Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). Asian. J. Plant. Sci. 5(2): 316-319.

Koefender, J., Menezes, N.L., Buriol, G.A., Trentin, R. and Castilhos, G. 2009. Influênciada temperatura e da luz na germinac¸ ão da semente de calendula. Hortic. Bras.27, 207–210.

Lashkari, L., Rezvany Moghadam, P. and Amn Ghafory, K. 2014. Determine the temperatures at aminimum, optimum and maximum germination Iranian borage using regression models (Echium amoenum)

Mahmoudi, AR. Soltani, A. and Barani, H. 2005. Germination response Screw Feeders Temperature. Electronic Journal of crop production. Volume 1, Issue 1, Pages 63-54

Meier, Z., Beerentrup, H. and Röbbelen, H. 1987. Calendula and Coriandrum – newpotential oilcrops for industrial uses. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 89: 227–230.

Mosjidis, J.A. and Zhang, X. 1995. Seed germination and root growth of several Vicia species at different temperatures. Seed Sci. Technol., 23: 749-759.

Mwale, S.S., Azam-Ali, S.N. Clark, J.A. Bradley, R.G. and Chataha, M.R. 1994. Effect of temperature on germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Seed Sci. Technol., 22: 565-571.

Nadjafi, F., Tabrizi, L., Shabahang, J. and Damghani, A.M.M. 2009. Cardinal Germination Temperatures of Some Medicinal Plant Species. Seed Sci. Technol. 31(2): 156-165.

Nasir Mahallati, M., Kochaki, AR. Rezvani, P. and Beheshti, AR. 2007. Agro ecology. University of Mashhad. 459 p.

Omid Begay, R. 2000. Approaches and processes medicinal herbs (I). Second edition. Press Astan Quds Razavi.

Pourreza, J. and Bahran, A. 2012. Estimating Cardinal Temperatures of Milk Thistle (*Silybum marianum*) Seed Germination. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (8): 1030-1034.

Rahmani, N., Valadabadi, AS., Daneshian, C. and Bigdeli, H. 2008. Effect of drought stress and nitrogen on plant oil yield of calendula. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran, 24(1): 101-108.

Ramin, A.A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. Spp. Iranicum W.). Seed Sci. Technol. 25: 419-426.

Samsam Shariat, H. 1991. Plants and medicines natural. Publication of burners.pp288.

Soltani, A., Galeshi, S., Zainali, E. and Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol., 30: 51-60.

Verma, A.K., Singh, R.R. and Singh, S. 2011. Cytogenetic effect of EMS on root meristem

cells of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don Var. Nirmal. Biological Sciences, 2: 20-24.

Windauer, L., Altuna, A. and Arnold, R.B. 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. Indt Crop Prod. 25(1): 70-74.

Yang, Q.H., Ye, W.H. and Yin, X., 2007. Dormancy and germination of *Areca triandra* seeds. Scientia Horticulturae, 113: 107-111.