

## ویژگی‌های جوانهزنی بذر ماشک متنوع (*Vicia variabilis* Grossh.) در پاسخ به دما و تنش خشکی

مهتاب گرگین کرجی<sup>۱</sup>، محمد رضا وهابی<sup>۲\*</sup>، عادل سی و سه مرده<sup>۳</sup>، فرزاد حسین پناهی<sup>۳</sup>، حمیدرضا عشقی زاده<sup>۴</sup> و مهدی

بصیری اصفهانی<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۹/۲۰

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های جوانهزنی بذر ماشک گل‌متنوع (*Vicia variabilis* Grossh.) در پاسخ به سطوح مختلف خشکی و دما در دو فاز آزمایشگاهی و گلخانه‌ای انجام گرفت. در آزمایشگاه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل‌آ تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۷ سطح دمایی، ۵ سطح خشکی و تیمار بدون تنش (شاهد) انجام شد. در گلخانه در قالب طرح کامل‌آ تصادفی چهار تیمار شامل شاهد (بدون آبیاری)، آبیاری از کاشت تا ۱۵ اردیبهشت، آبیاری از کاشت تا ۳۰ اردیبهشت، آبیاری از کاشت تا پایان دوره رشد اجرا شد. نتایج نشان داد بیشترین درصد جوانهزنی در تیمار شاهد رخ داد. در دمای ۳۵°C هیچ بذری جوانه نزد. بالاترین سرعت جوانهزنی در دمای ۲۰°C مشاهده شد (۱۲/۷۱ بذر در روز) و با کاهش پتانسیل آب، سرعت جوانهزنی کاهش یافت و به ۰/۱۹ بذر در روز رسید. کمترین زمان جوانهزنی متعلق به تیمار شاهد در دمای ۲۰°C بود (۳/۸۱ روز) که با مقدار آن در تیمارهای پتانسیل آب سطوح اول و دوم همین دما و همچنین شاهد دمای ۱۵°C (۴/۷۱ روز) اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار طول ریشه‌چه (۱۵/۵۲ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۳۱/۳۷ میلی‌متر) و شاخص بنیه بذر (۰/۳۲۸۸) در دمای ۱۵°C مشاهده گردید. بر اساس نتایج کشت گلدانی در ابتدای کشت، آبیاری باعث افزایش چشمگیر درصد جوانهزنی شد و همچنین آبیاری تا ۱۵ اردیبهشت برای زندمانی بذرها جوانه‌زده و رشد گیاه تا پایان دوره رویشی کافی است. نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌های اصلاح مرتع، مدنظر قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** خانواده پروانه‌آسا، گیاهچه، تنش دما و خشکی، مرتع کاری.

<sup>۱</sup>- دانشجوی دکتری تخصصی علوم مرتع، دانشگاه صنعتی اصفهان  
\*: نویسنده مسئول: m.gurgin@gmail.com

<sup>۲</sup>- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

<sup>۳</sup>- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان

<sup>۴</sup>- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

خصوصیات جوانهزنی و رشد گیاهچه دو گونه *Poa* و *Poa trivialis* *pratensis* نشان دادند تفاوت بین گونه‌ها، بین تیمارهای خشکی و اثر متقابل گونه درخشکی نیز در هر دو شرایط ژرمنیاتور و گلخانه برای بیشتر صفات معنی‌دار بود. در ژرمنیاتور در تیمارهای  $0/9$ - $1/2$ - $1/2$ -مکاپاسکال هیچ بذر جوانه نزد که نشان دهنده مقاومت کم تا متوسط این گونه‌ها به تنش خشکی است. در هر دو شرایط با افزایش تنش خشکی میانگین کلیه صفات روند کاهشی نشان داد در حالی که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه روند افزایشی داشت. میانگین درصد جوانه زنی، در ژرمنیاتور در تنش  $0/3$ - $1/2$ -مکاپاسکال نسبت به شاهد  $11$  درصد کاهش یافت. در ژرمنیاتور، اثر پیش تیمار سرما (خیساندن بذرها در شرایط دمای  $4$  درجه سانتیگراد به مدت دو هفته) موجب افزایش میانگین بیشتر صفات جوانه زنی بذر گردید. در مطالعه دیگری اثرات تنش خشکی بر خصوصیات جوانهزنی دو گونه *Elymus pertenuis* و *E. hispidus* بررسی شد و اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای خشکی، جمعیت‌ها و اثرهای متقابل جمعیت در خشکی برای صفات درصد جوانهزنی و سرعت جوانه زنی گزارش گردید (۲۳). در بررسی رفتار جوانهزنی بذر ماشک، عدم جوانهزنی در دمای  $35$  درجه سانی گراد به بالا برای گونه‌هایی از جنس ماشک (*Vicia amoena*, *V. angustifolia*, *V. sativa*, *V.* (*unijuga*) که بذر آنها مناطق آپی فلات تبت جمع‌آوری شده بود، گزارش شد (۳۰). در تحقیقی بر روی شش گونه از تیره کاکتوس مشخص گردید در تمامی تیمارهای مورد بررسی، بیشترین درصد جوانهزنی بذرها در تیمار شاهد (آب مقطر) رخ داد (۱۶).

زکی و عابدی (۲۰۱۷) جوانهزنی بذر سه گونه گندمی چند ساله را تحت تیمارهای دود و حرارت مورد مطالعه قرار دادند. تیمارهای مختلف دود بر جوانهزنی تأثیر معنی‌دار نشان نداد نداشت ولی تیمارهای حرارت، به علت حساسیت گونه‌ها به دمای‌های بالاتر، دارای اثر معنی‌دار بود. در مطالعه‌ای دیگر اثر تنش خشکی و هیدروپرایمینگ بذر را بر روی صفات فیزیولوژیک، موافلوزیک و بیوشیمیایی نشان داد تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار در صفات موافلوزیک و فیزیولوژیکی گونه مورد مطالعه شد (۹). در

## مقدمه

جوانهزنی و استقرار دانه‌rst (گیاهچه) از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (۱۸) که با جذب آب توسط بذر شروع و با طویل شدن محور جنبین از پوشش بذر به اتمام می‌رسد (۳). جوانهزنی سریع، یکنواخت و کامل بذرها باعث سبزشدن مطلوب و رشد اولیه سریع گیاه می‌شود. رشد اولیه مطلوب سبب دریافت بیشتر تشعشع خورشیدی و افزایش عملکرد می‌گردد. همچنین جوانهزنی مطلوب در تعیین تراکم بوته در واحد سطح نیز حائز اهمیت بوده، بنابراین جوانهزنی و استقرار مناسب گیاهچه می‌تواند به عنوان یک عامل تعیین کننده در میزان عملکرد و زمان رسیدگی در گیاهان محاسب شود (۲۴) و (۵). از آنجا که درجه حرارت اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های جوانهزنی از جمله شروع، سرعت و درصد جوانهزنی دارد، بنابراین بحرانی ترین عاملی است که موفقیت یا عدم موفقیت استقرار گیاه را تعیین می‌کند (۲۲). از این رو می‌توان در برنامه‌های مدیریتی و اصلاح مراتع با در نظر گرفتن شرایط مطلوب در طول دوره جوانهزنی و مراحل اولیه رشد گیاه که نسبت به سایر مراحل رشد مهم‌تر است به بهبود وضعیت پوشش گیاهی و به دنبال آن بهبود وضعیت خاک دست یافت. آگاهی از محدوده حرارتی جوانهزنی بذر گام نخست در جهت انتخاب گونه برای استفاده در برنامه‌های اصلاح مراتع است و استفاده از گونه‌های بومی هر منطقه در اولویت قرار دارد (۴). محققان، رابطه خطی بین دما و سرعت جوانهزنی را در برخی گونه‌های گیاهی گزارش کرده‌اند. در بررسی واکنش جوانهزنی بذور گیاه اسفزه (*Plantago ovata*) نسبت به درجه حرارت‌های مختلف، درجه حرارت پایه جوانهزنی و مناسبترین درجه حرارت جهت جوانهزنی بذور را تعیین شد (۲۴)، حاجی‌بلند و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند بیشترین درصد جوانه زنی در گونه *Atraphaxis suaedifolia* در دمای  $14$  و در گونه *Atraphaxis spinosa* در دمای  $21$  درجه سانتی‌گراد بوده است. در بررسی رفتار جوانهزنی بذر کوشیا مشخص شد بالاترین درصد جوانهزنی در دمای  $20$  تا  $25$  درجه سانتی‌گراد رخ داد و بالاترین سرعت جوانهزنی در دمای  $25$  درجه سانتی‌گراد بود (۲۵). بغدادی و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر تنش خشکی و سرما بر روی

۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی گراد) انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل یک عدد پتربندی دیش به قطر ۱۲ سانتی متر بود که تعداد ۵۰ عدد از بذر گونه مورد نظر در آن بر روی کاغذ صافی قرار گرفت. روی بذور هم یک عدد کاغذ صافی دیگر قرار داده شد (۲۱). قبل از شروع آزمایش پتربندی دیشها به همراه کاغذ صافی برای ضد عفونی در معرض نور ماءه بنفس قرار داده شدند. به منظور ضد عفونی بذور، کلیه بذراها با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۲ دقیقه ضد عفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار آبکشی شده و سپس با محلول قارچ کش بنومیل دو در هزار به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی و مجدداً سه مرتبه توسط آب مقطر آبکشی گشتند (۱۹). شمارش بذرهاي جوانهزده ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش و به طور روزانه انجام شد و تا زمانی که تعداد تجمعی بذور جوانه زده به یک حد ثابت رسید به طور مرتب ادامه یافت. معیار بذر جوانه زده، خروج ریشه چه به اندازه حداقل ۲ میلی متر یا بیشتر است (۲۱). برای محاسبه درصد و سرعت جوانه زنی از برنامه Germin (۲۸) استفاده شد. این برنامه پارامتر سرعت جوانه زنی برای هر تکرار و هر تیمار دمایی را از طریق درون یابی منحنی افزایش جوانه زنی در مقابل زمان محاسبه می کند و در آن سرعت جوانه زنی از طریق معادله شماره ۱ محاسبه می شود (۲۹).

$$R50 = 1/D50 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن R50 سرعت جوانه زنی و D50 زمان تاریخیدن درصد جوانه زنی به ۵۰ درصد حداقل مقدار خود است. متوسط زمان جوانه زنی (MGT)<sup>۱</sup> با استفاده از معادله ۲ محاسبه گردید (۱۲):

$$MGT = \frac{\sum TiNi}{\sum Ni} \quad \text{معادله (۲)}$$

MGT متوسط زمان جوانه زنی، Ti تعداد روز بعد از کاشت، Ni تعداد بذرهاي جوانه زده، Σ شماره روز.

شاخص بنیه بذر با استفاده از رابطه ۳ به دست آمد:

$$VI = \frac{\%Gr \times MSH}{100} \quad \text{معادله (۳)}$$

شاخص بنیه بذر

به موازات مطالعات انجام شده در آزمایشگاه، بذرهاي ماشک داخل گلدان در محیط آزاد در قالب طرح کاملأ

بررسی اثر تنفس خشکی بر شاخصهای جوانه زنی و رشد گیاهک سه ژنوتیپ گیاه مرتعی *Agropyron podperae* مشخص شد که با افزایش تنفس خشکی، فاکتورهای نسبت ریشه چه به ساقه چه وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک به وزن ترا فرازیش و سایر صفات به طور قابل توجهی کاهش یافتهند. کاهش صفات در تغییر پتانسیل از -۶ به -۹ بار حداقل بود (۲۰). علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه کارایی پترو گاما جهت تحریک رشد و افزایش مقاومت نسبی و فیزیولوژیک گونه های *Bromus inermis* و *B. tomentellus* در برابر نوسان مقطعي و روزانه دما و رطوبت، تیمار ۱۵ گری برای گونه *B. inermis* و تیمار ۳۰ گری برای گونه *B. tomentellus* را به عنوان دزهای اپتیم توصیه نمودند.

احیاء اراضی تخریب شده از طریق گیاه کاری در عرصه های منابع طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار است. گیاهان گراس و لگوم به عنوان تیپ غالب اکثر مراتع ایران، اهمیت فراوانی در تولید علوفه دارند (۲۷). گیاهان خانواده پروانه آسا (*Papilionaceae*) اغلب ضمن تولید علوفه مناسب، به دلیل تثبیت ازت در بهبود کیفیت خاک نیز مؤثرند. اگرچه تحقیقاتی در رابطه با ویژگی های جوانه زنی بذر ماشک لگوم انجام شده است اما تحقیقی در رابطه واکنش بذر ماشک گل متتنوع (*Vicia variabilis* Grossh.) یافت نشد. بنابراین با توجه به اهمیت ماشک گل متتنوع در تولید، تثبیت نیتروژن و حفاظت خاک و قابلیت کشت آن در مراتع، این آزمایش با هدف بررسی ویژگی های جوانه زنی بذر ماشک گل متتنوع (*Vicia variabilis* Grossh.) در پاسخ به سطوح مختلف خشکی و دما انجام شد.

## مواد و روش ها

بذر گونه ماشک گل متتنوع (*Vicia variabilis* Grossh.) در اواخر تیر ماه و اویل مرداد ماه ۹۳ از رویشگاه های این گونه جمع آوری شد. پژوهش در دو فاز آزمایشگاهی و گلخانه ای انجام شد. در بخش آزمایشگاهی پژوهش در قالب طرح کاملأ تصادفی با ۴ تکرار و ۷ سطح دمایی (شامل ۵، ۶، ۷، ۸ درصد جوانه زنی) و میانگین طولی گیاهچه (ریشه چه + ساقه چه)

<sup>۱</sup>- Mean germination time

پتانسیل‌های آب دارای جوانهزنی متفاوت بود. جوانهزنی در دمای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در روز ۱۵ به حداقل رسید در حالیکه در دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در اکثر پتانسیل‌های دارای جوانهزنی در روز هشتم به حداقل جوانهزنی رسیدند. بذرهای ماشک متتنوع فقط در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تمامی سطوح پتانسیل‌ها قادر به جوانهزنی بودند. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد سطوح  $0/16$  و  $0/8$ -۱-مگاپاسکال، در دمای ۱۰ و  $25$  درجه سانتی‌گراد سطوح  $0/8$ -۱-مگاپاسکال، در دمای  $30$  درجه سانتی‌گراد سطوح  $0/4$ - $0/6$  و  $0/8$ -۱-مگاپاسکال مانع جوانهزنی بذرها شدند.

در دمای  $35$  درجه سانتی‌گراد هم در تیمار شاهد و هم در سطوح مختلف پتانسیل آب، بذرها قادر به جوانهزنی نبودند. شروع جوانهزنی در دمای  $5$  درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد روز هفتم آزمایش و در تیمارهای  $2$  و  $0/4$ - $0/2$  مگاپاسکال به ترتیب روزهای هشتم و یازدهم، در دمای  $10$  درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد روز چهارم و در تیمارهای  $0/6$ - $0/4$ - $0/2$  مگاپاسکال روز ششم و در دمای  $15$  درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد روز سوم، در تیمارهای  $0/2$ - $0/4$  و  $0/6$ - $0/4$  مگاپاسکال به ترتیب روزهای سوم، پنجم و ششم و در تیمارهای  $0/8$ - $0/2$ -۱-مگاپاسکال روز هفتم، در دمای  $20$  درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد و  $0/2$ - $0/4$ - $0/6$ - $0/4$  مگاپاسکال روز دوم، در تیمارهای  $0/4$ - $0/6$ - $0/4$ - $0/2$  تیمارهای  $0/8$ - $0/4$ - $0/2$ -۱-مگاپاسکال به ترتیب روزهای هفتم و هشتم، در دمای  $25$  درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد روز سوم، در تیمار  $0/2$ - $0/4$ - $0/6$ - $0/4$ - $0/2$  مگاپاسکال روز پنجم و در تیمارهای  $30$  درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد روز پنجم و در تیمار  $0/2$ - $0/4$ - $0/6$ - $0/4$ - $0/2$  مگاپاسکال روز هفتم آزمایش بود.

#### درصد جوانهزنی

در بررسی نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید که عامل اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب بر صفت درصد جوانهزنی بذرهای ماشک متتنوع معنی دار ( $p < 0.01$ ) است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین درصد جوانهزنی متأثر از اثرات متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب در جدول (۲) درج شده است. در تمامی تیمارهای دمایی بیشترین درصد

تصادفی به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی کشت شد. به این ترتیب که تعداد  $10$  عدد بذر در هر گلدان (ارتفاع  $50$  و قطر  $25$  سانتی‌متر) با  $3$  تکرار در عمق  $2$  سانتی‌متری به تاریخ  $20$  اسفند ماه سال  $1393$  کشت گردید. چهار تیمار شامل شاهد (بدون آبیاری و قرار گرفتن در شرایط طبیعی)، آبیاری از کاشت تا  $15$  اردیبهشت، آبیاری از کاشت تا  $30$  اردیبهشت، آبیاری از کاشت تا پایان دوره رشد اجرا شد. آبیاری به گونه‌ای بود که پس از مصرف  $70$  درصد آب قبل استفاده از گلدان، آبیاری مجدد صورت می‌پذیرفت. از طریق حفاظت باران، از رسیدن آب باران به تیمارهای نتش جلوگیری شد. پایان فصل رویشی (نیمه دوم خرداد) به عنوان زمان اتمام فاز گلدانی در نظر گرفته شد که معمولاً باران‌های فصل بهار تا این تاریخ ادامه دارند. صفات درصد جوانهزنی و درصد استقرار بذرها (درصد گیاهانی که به صورت زنده باقی مانده‌اند) یادداشت گردید.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون آماری چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج

### (الف) فاز آزمایشگاهی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد عامل درجه حرارت، پتانسیل آب و اثر متقابل آنها در صفات درصد جوانهزنی، سرعت جوانهزنی و میانگین زمان جوانهزنی بذرهای ماشک متتنوع معنی دار ( $p < 0.01$ ) است (جدول ۱).

### جوانهزنی تجمعی

جوانهزنی تجمعی بذرهای ماشگ گل متتنوع دارای روند متفاوتی در واکنش به دماها و پتانسیل‌های مختلف آب بود. حداقل جوانهزنی تجمعی رابطه معکوسی با پتانسیل آب داشت. در دماهای پایین ( $5$  و  $10$  درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالا ( $25$  و  $30$  درجه سانتی‌گراد) جوانهزنی دیرتر شروع شد که این تأخیر در دماهای پایین‌تر، بیشتر بود به طوری که در دماهای  $5$  و  $10$  درجه سانتی‌گراد از روز هفتم به بعد و در دماهای  $25$  و  $30$  درجه سانتی‌گراد از روز سوم به بعد جوانهزنی شروع گردید.

از لحاظ زمانی روند به حداقل رسیدن جوانهزنی در دو دمای  $5$  و  $10$  درجه سانتی‌گراد با سایر دماها در همه‌ی

مگاپاسکال جوانه‌زنی دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌داری نبوده و با سایر دماها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. لازم به ذکر است که در این پتانسیل بذرها در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی نبودند. در تیمار پتانسیل -۰/۶ - مگاپاسکال جوانه‌زنی در تمامی دما دارای اختلاف معنی‌دار بودند و در دماهای ۵، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی رخ نداد. در تیمارهای -۰/۸ و -۱ - مگاپاسکال فقط دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارای بذرهای جوانه‌زده بودند و میانگین آنها نیز دارای اختلاف معنی‌داری بودند.

جوانه‌زنی در تیمار شاهد رخ داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۴ درصد) مربوط به تیمارهای دمایی ۱۰ و ۱۵ بود که با تیمار شاهد دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (۸۸ درصد) دارای اختلاف معنی‌داری نبود. با کاهش پتانسیل آب از شاهد به ۱ - مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی کاهش نشان داد و فقط در دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تمامی پتانسیل‌ها جوانه‌زنی وجود داشت. در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد هم در تیمار شاهد و هم در پتانسیل‌های دیگر هیچ بذری جوانه نزد. در دمای ۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد در پتانسیل -۰/۲ - مگاپاسکال جوانه‌زنی دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد دارای اختلاف معنی‌داری نبودند ولی با سایر دماها اختلافشان معنی‌دار بود. در تیمار پتانسیل -۰/۴

جدول ۱- تجزیه واریانس جوانه‌زنی بذر گونه *Vicia variabilis* تحت تأثیر درجه حرارت، پتانسیل آب و اثرهای متقابل آنها

منبع تغییر	درجه حرارت	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه ساقچه	بنیه بذر	میانگین مربعات
درجه حرارت	۶	۷۴۵/۲۸**	۸۷/۷۴**	۱۰۰/۷۵**	۱۷۰/۴۸**	۶۱/۵۷**	-۰/۲۱**
پتانسیل آب	۵	۲۰۶۳۵/۸۵**	۱۸۰/۹۵**	۵۷/۷۸**	۱۰۹۲/۸۹**	۱۱۸/۲۵**	-۰/۱۱**
درجه حرارت * پتانسیل آب	۳۰	۱۳۰۱/۱۵**	۱۶/۰۹**	۲/۱۷**	۱۱۰/۶۲**	۱۲/۱۴**	-۰/۰۱۲**
خطای آزمایش	۱۲۶	۱۷/۸۱**	۰/۱۶**	-۰/۹۶**	۱/۸۵**	۰/۴۴**	-۰/۰۰۱**

\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد

شد که با میانگین سایر تیمارها به طور معنی‌داری دارای اختلاف بود.

#### میانگین زمان جوانه‌زنی

براساس نتایج تجزیه واریانس، بین میانگین زمان جوانه‌زنی بذرهای ماشک متنوع تحت تأثیر تیمارهای مختلف پتانسیل آب و دمایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). به طور کلی با کاهش پتانسیل آب از شاهد به ۱ - مگاپاسکال میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش داشت (جدول ۴). در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین زمان جوانه‌زنی در سطح پتانسیل -۰/۴ - مگاپاسکال مشاهده شد و با سطح پتانسیل -۰/۲ - مگاپاسکال دارای اختلاف معنی‌داری نبود ولی با شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند که بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در بین تمامی تیمارهای سطوح پتانسیل آب و دمایی نیز بود. در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد بین سطوح اول با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی سایر سطوح پتانسیل آب با

#### سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس بینگر وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای دمایی و پتانسیل آب برای سرعت جوانه‌زنی بود ( $p < 0.01$ ) (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی متأثر از اثرات متقابل دما و پتانسیل در جدول ۳ نشان داده شده است. مقایسه میانگین سرعت رشد بذرهای ماشک متنوع نشان داد در تمامی تیمارهای دمایی میانگین سرعت جوانه‌زنی پتانسیل‌های مختلف آب دارای اختلاف معنی‌دار بودند و در تمامی تیمارهای دمایی حداکثر سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد بود. با کاهش پتانسیل از شاهد به سمت پتانسیل -۱ - مگاپاسکال سرعت جوانه‌زنی دارای روند نزولی بوده است. برآش رگرسیونی خطی بین داده‌های سرعت جوانه‌زنی و پتانسیل آب و بروندیابی آن تا محل قطع محور افقی نیز همین مطالب را نشان می‌دهد (شکل ۲). بالاترین مقدار سرعت جوانه‌زنی در تیمار دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد (۱۲/۷۱) مشاهده

معنی‌داری مشاهده شد. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تنها بین پتانسیل آبی که در آن جوانه‌زنی وجود داشت (پتانسیل ۰/۲ - مگاپاسکال)، مشاهده شد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی رخ نداد.

شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در بین تمامی تیمارهای سطوح پتانسیل آب و دمایی، کمترین زمان جوانه‌زنی متعلق به تیمار شاهد ۲۰ درجه سانتی‌گراد (۳/۸/۱) روز، که با تیمارهای پتانسیل آب سطوح اول و دوم همین دما (۲۰ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌داری نداشت. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد میانگین زمان جوانه‌زنی تیمار شاهد با سطوح اول و دوم پتانسیل آب اختلاف

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی حاصل اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب با استفاده از آزمون دانکن

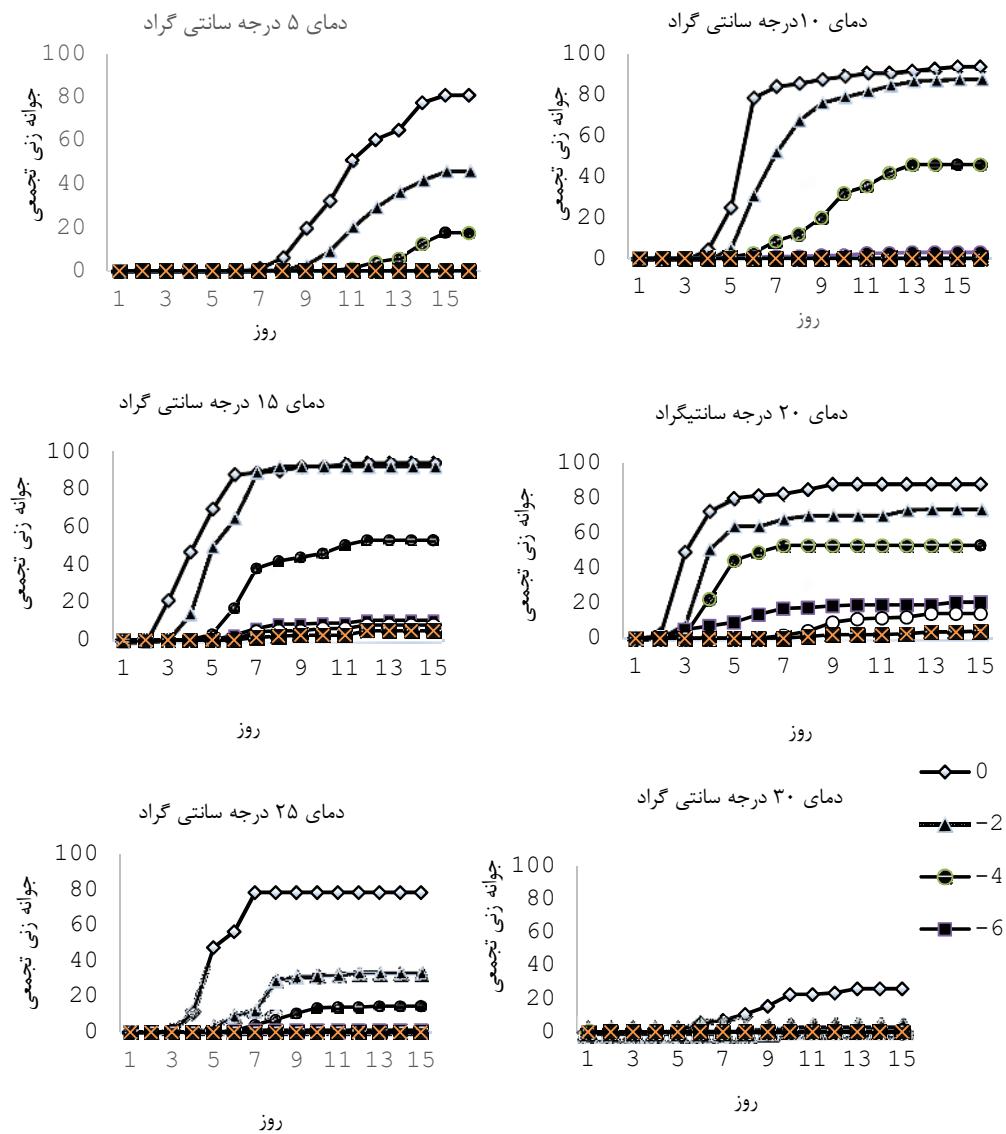
-۱	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۴	-۰/۲	.	پتانسیل آب (مگاپاسکال)	درجه سانتی‌گراد
. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	۲۰/۶۶ <sup>g</sup>	۴۶ <sup>c</sup>	۸۱ <sup>b</sup> *		۵
. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	۳ <sup>kl</sup>	۴۶ <sup>e</sup>	۸۸ <sup>a</sup>	۹۴ <sup>a</sup>		۱۰
۵ <sup>ijk</sup>	۸ <sup>ijk</sup>	۱/۵ <sup>hij</sup>	۵۳ <sup>d</sup>	۹۲ <sup>a</sup>	۹۴ <sup>a</sup>		۱۵
۴ <sup>kl</sup>	۱۴ <sup>hj</sup>	۲۰/۵ <sup>g</sup>	۵۳ <sup>d</sup>	۷۴ <sup>c</sup>	۸۸ <sup>a</sup>		۲۰
. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	۱۴/۰ <sup>gh</sup>	۳۳ <sup>f</sup>	۷۸/۵ <sup>be</sup>		۲۵
. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	۲/۵ <sup>kl</sup>	۲۹ <sup>f</sup>		۳۰
. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>	. <sup>1</sup>		۳۵

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۳- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی حاصل اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب با استفاده از آزمون دانکن.

-۱	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۴	-۰/۲	.	پتانسیل آب (مگاپاسکال)	درجه سانتی‌گراد
. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>۰/۷۵k</sup>	۲/۰۴ <sup>gh</sup>	۳/۷۵ <sup>f,g</sup>		۵
. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>۰/۱۶ijk</sup>	۲/۴۹ <sup>g</sup>	۶/۱۵ <sup>e</sup>	۷/۹۸ <sup>d</sup>		۱۰
.۰/۲۷ <sup>ijk</sup>	.۰/۴۸ <sup>ijk</sup>	.۰/۰/۰ijk	۳/۷۳ <sup>f</sup>	۸/۵۶ <sup>c</sup>	۱۰/۹۳ <sup>b</sup>		۱۵
.۰/۱۹ <sup>jk</sup>	.۰/۰/۰ij	۲/۰/۰ <sup>gh</sup>	۵/۷۳ <sup>e</sup>	۸/۷۲ <sup>c</sup>	۱۲/۷۱ <sup>a</sup>		۲۰
. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>۰/۰/۰i</sup>	۲/۲۹ <sup>g</sup>	۷/۴۲ <sup>d</sup>		۲۵
. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>۰/۱/۴ik</sup>	۱/۶۵ <sup>h</sup>		۳۰
. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>	. <sup>k</sup>		۳۵

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

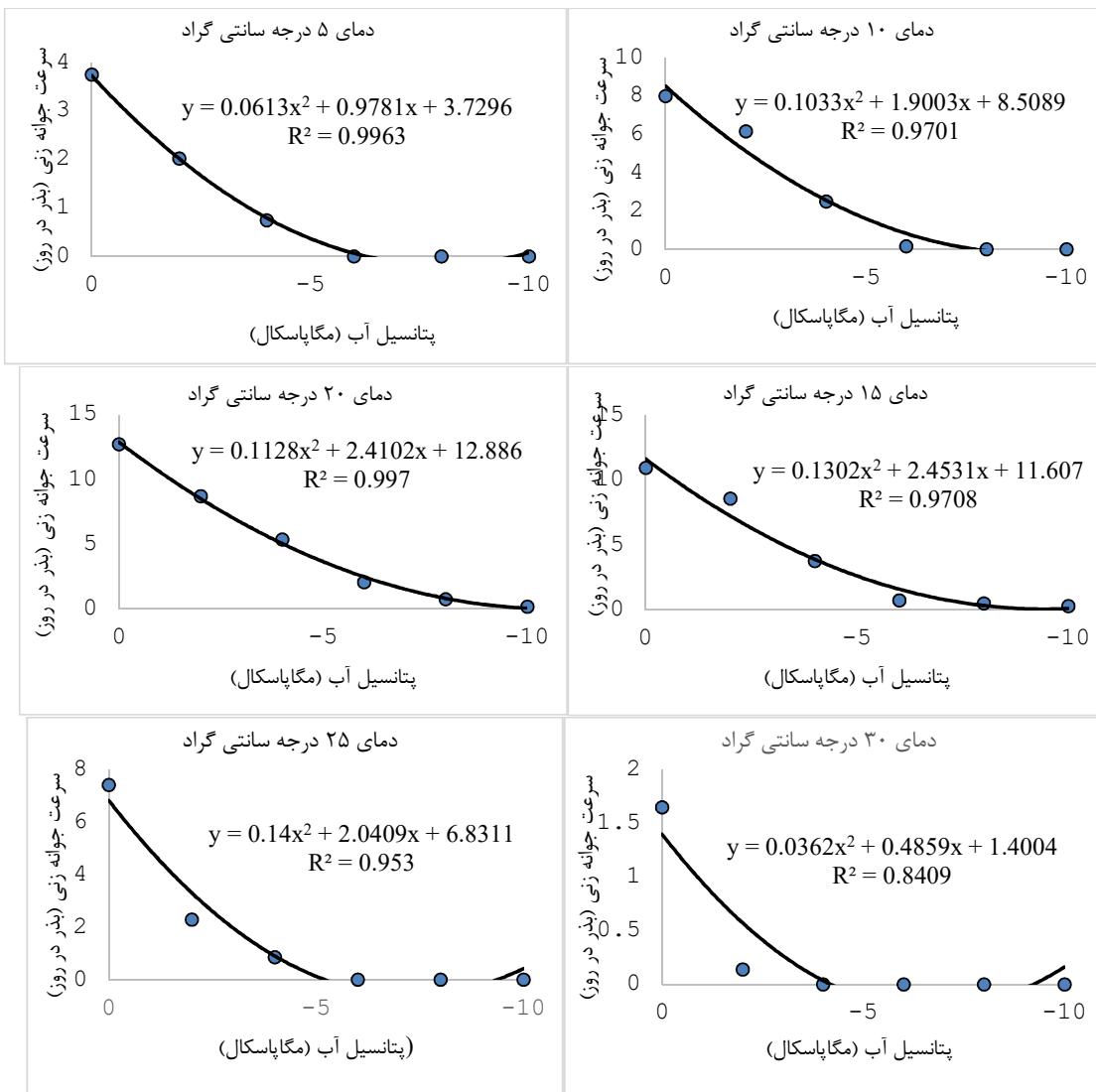


شکل ۱- جوانه زنی تجمعی بذر ماشک متنوع در گستره دمایی ۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد

جدول ۴- مقایسه میانگین زمان جوانه زنی حاصل اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب با استفاده از آزمون دانکن.

پتانسیل آب (مگاپاسکال)						دما (درجه سانتی گراد)
-1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	.	5
-	-	-	13/89 <sup>a</sup>	12/51 <sup>ab</sup>	11/14 <sup>bcd</sup> *	10
-	-	10/12 <sup>cd</sup>	9/78 <sup>cd</sup>	7/56 <sup>fg</sup>	6/15 <sup>gh</sup>	15
10/0.6 <sup>cd</sup>	9/1.0 <sup>de</sup>	7/78 <sup>ef</sup>	7/48 <sup>fg</sup>	5/61 <sup>h</sup>	4/71 <sup>hei</sup>	20
11/11 <sup>bc</sup>	9/0.2 <sup>d</sup>	6/0.3 <sup>gh</sup>	4/79 <sup>hi</sup>	4/74 <sup>hi</sup>	3/81 <sup>i</sup>	25
-	-	-	8/51 <sup>def</sup>	7/40 <sup>fg</sup>	5/51 <sup>h</sup>	30
-	-	-	-	9/12 <sup>de</sup>	9/44 <sup>d</sup>	35
-	-	-	-	-	-	-

\* میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار نیستند.



شکل ۲- برآش خط رگرسیونی بین داده‌های سرعت جوانهزنی و پتانسیل آب در گستره دمایی ۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد.

بود (جدول ۵). بیشترین مقدار طول ساقه‌چه (۳۱/۳۷) نیز مربوط به تیمار شاهد و دمای درجه سانتی گراد بوده و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار است (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس بنیه بذر، بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری تحت تیمارهای دمایی و پتانسیل‌های آب بود (جدول ۱). در جدول ۷ نتایج مقایسات میانگین بنیه بذر ماشک متنوع درج شده است. بیشترین مقدار بنیه بذر در تیمار شاهد دمای ۱۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد که با میانگین بنیه بذر در تیمار شاهد ۲۰ درجه سانتی گراد تفاوت معنی‌دار نداشت. با افزایش از ۲۰ درجه سانتی گراد و یا کاهش دما از ۱۵ درجه سانتی گراد بنیه بذر کاهش یافت. در تمامی

طول گیاهچه و بنیه بذر نتایج تجزیه واریانس طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تیمارهای دمایی و پتانسیل‌های آب بود (جدول ۱). بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و تیمار بدون تنفس (شاهد) مشاهده گردید. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با کاهش یا افزایش دما از ۱۵ درجه سانتی گراد کاهش یافت همچنین با افزایش تنفس آبی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. بیشترین مقدار طول ریشه‌چه (۱۵/۵۲ میلی‌متر) متعلق به تیمار شاهد دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بود و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار

تیمارهای دمایی با افزایش تنفس خشکی، بنیه‌بذر کاهش پیدا کرد.

جدول ۵- مقایسه میانگین طول ریشه‌چه حاصل اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب با استفاده از آزمون دانکن.

-۱	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۴	-۰/۲	.	پتانسیل آب (مگاپاسکال)	دما (درجه سانتی گراد)
•.h	•.h	•.h	۲fg	۲fg	۲fg*		۵
•.h	•.h	•de	۲fg	۴/۷d	۶/۶۴c		۱۰
۲fg	۲fg	۲fg	۲fg	۵d	۱۵/۰۲a		۱۵
۱/۵gh	۲fg	۲fg	۳/۰.۵ef	۳/۴۲c	۷/۷۴b		۲۰
•.h	•.h	•.5h	۲fg	۲fg	۶/۰.۴c		۲۵
•.h	•.h	•.h	•.h	۱/۵gh	۵d		۳۰
•.h	•.h	•.h	•.h	•.h	•.h		۳۵

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۶- مقایسه طول ساقه‌چه حاصل اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب با استفاده از آزمون دانکن.

-۱	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۴	-۰/۲	.	پتانسیل آب (مگاپاسکال)	دما (درجه سانتی گراد)
•.h	•.h	•.h	۱gh	۱gh	۱gh*		۵
•.h	•.h	•.75gh	۱gh	۵/۴۸de	۷/۰.۸d		۱۰
۱gh	۱gh	۱gh	۱gh	۴/۵ef	۳۱/۳۷a		۱۵
•.75gh	۱gh	۱gh	۲gh	۴/۱۳ef	۲۸/۸۵b		۲۰
•.h	•.h	•.25h	۱gh	۳fg	۲۷/.۷b		۲۵
•.h	•.h	•.h	•.h	•.75gh	۱۸/۹۹c		۳۰
•.h	•.h	•.h	•.h	•.h	•.h		۳۵

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۷- مقایسه بنیه بذر ماشک متنوع تحت اثر متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب با استفاده از آزمون دانکن.

-۱	-۰/۸	-۰/۶	-۰/۴	-۰/۲	.	پتانسیل آب (مگاپاسکال)	دما (درجه سانتی گراد)
•.f	•.f	•.f	•.0.67f	•.0.138ef	•.0.243ef*		۵
•.f	•.f	•.0.12f	•.0.138ef	•.0.903cd	•.1314c		۱۰
•.0.15f	•.0.0.24f	•.0.0.37f	•.0.159ef	•.0.9cd	•.3288a		۱۵
•.0.0.17f	•.0.0.42f	•.0.0.64f	•.0.261ef	•.0.612ef	•.30.36ab		۲۰
•.f	•.f	•.f	•.0.44f	•.0.164ef	•.261.b		۲۵
•.f	•.f	•.f	•.f	•.0.0.6f	•.0.668ed		۳۰
•.f	•.f	•.f	•.f	•.f	•.f		۳۵

\* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

میانگین درصد جوانه‌زنی و درصد استقرار در شکل‌های ۳

و ۴ نشان داده شده است.

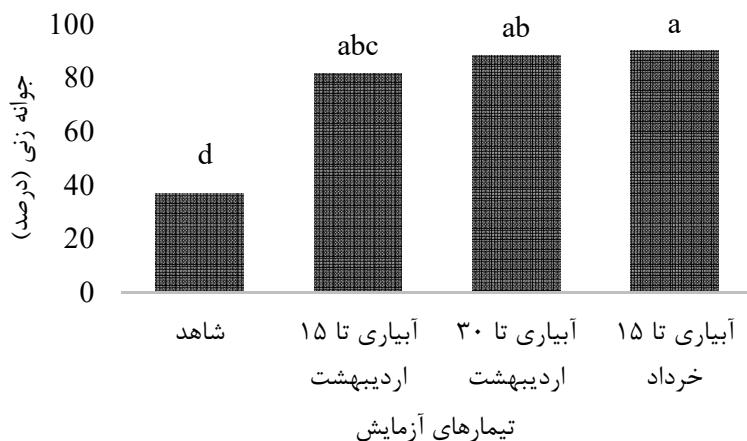
نتایج تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی بذر و درصد استقرار ماشک در گلخانه در جدول ۸ درج شده است. در بررسی نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید که تفاوت میانگین صفت درصد جوانه‌زنی بذرهای ماشک متنوع و درصد استقرار آنها در تیمارهای مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است ( $P=0$ ). نتایج مقایسه

## ب) فاز گلخانه

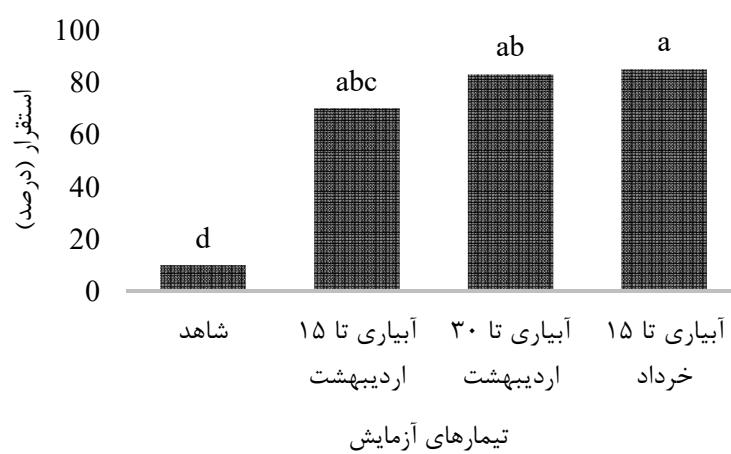
جدول ۸- تجزیه واریانس جوانه‌زنی بذر و استقرار ماشک متنوع در گلخانه

معنی داری	درصد استقرار			درصد جوانه‌زنی			منبع تغییر
	F	میانگین مریعات	معنی داری	F	میانگین مریعات	درجه آزادی	
•/•••**	۲۵/۷۴	۳۷۵۲/۰۸	•/•••**	۲۵/۵۱	۱۹۱۳/۸۸	۳	بین گروه‌ها
	۱۱۴/۵۸				۷۵	۸	داخل گروه‌ها
						۱۱	کل

\*\* معنی داری در سطح یک درصد



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذر ماشک متنوع در گلخانه با استفاده از آزمون دانکن (تیمارهای دارای حروف مشترک، دارای اختلاف معنی دار نیستند).



شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین درصد استقرار ماشک متنوع در گلخانه با استفاده از آزمون دانکن (تیمارهای دارای حروف مشترک، دارای اختلاف معنی دار نیستند).

## بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر مشاهده شد جوانه‌زنی بذرهای ماشک متنوع بسته به تغییرات دما و تنفس خشکی دارای الگوی‌های متفاوتی است و حداکثر جوانه‌زنی با پتانسیل آب

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذر و درصد استقرار گیاه ماشک نشان داد که تمامی تیمارهای آبیاری با یکدیگر دارای اختلاف معنی داری نبودند ولی با شاهد دارای اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بودند.

جنس ماشک (*Vicia amoena*, *V. angustifolia*, *V. sativa*, *V. unijuga*) که بذر آنها مناطق آلپی فلات تبت جمع‌آوری شده بود، گزارش شده است (۳۰). در این پژوهش بالاترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و با کاهش پتانسیل آب، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. بالاترین سرعت جوانه‌زنی بذر گونه‌های *Vicia* (*V. angustifolia*, *V. unijuga*, *amoena*) در ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در *V. sativa* در ۱۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (۳۰). جوانه‌زنی سریع احتمال خروج به موقع ریشه‌چه از بذر و استفاده از رطوبت خاک و همچنین استقرار بهتر گیاه‌چه را افزایش می‌دهد. با افزایش دما به بالاتر از دمای مطلوب سرعت جوانه‌زنی بذور کاهش یافته و در دمای حداقل، سرعت و درصد جوانه‌زنی به صفر می‌رسد (۱۳).

نتایج کشت گلدانی نشان داد که در ابتدای کشت، آبیاری باعث افزایش چشمگیر درصد جوانه‌زنی بذرهای ماشک متنوع شد به طوری که اختلاف آن با شاهد معنی‌دار گشت، همچنین آبیاری باعث افزایش درصد استقرار (زنده مانی) پایه‌های گیاه کشت شده گردید. اختلاف درصد افزایش یافته استقرار گیاه در حالت آبیاری و شاهد بیانگر آن است ماشک متنوع برای زنده ماندن بذور جوانه‌زده نیاز آب آبیاری است، اما با توجه به اینکه بین تیمارهای آبیاری از ۱۵ اردیبهشت تا پایان مراحل رشد اختلاف معنی‌دار نبود چنین استبطاط می‌شود آبیاری تا ۱۵ اردیبهشت برای زنده‌مانی بذرهای جوانه‌زده کافی است.

بهطور کلی، نتایج نشان داد که اثر متقابل رژیم‌های مختلف دمایی و تنش خشکی اثرات معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و بنیه بذر ماشک متنوع داشت. با در نظر گرفتن نتایج فوق در برنامه‌های مدیریتی و اصلاح مراعع از طریق پروژه‌های بذر پاشی، بذرکاری و کپه‌کاری، می‌توان این پروژه‌ها را با اطمینان موفقیت بیشتری انجام داد. در این صورت استقرار گیاه در طول دوره جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاه که نسبت به سایر مراحل رشد مهم‌تر است، بهتر انجام خواهد گرفت و می‌توان به بهبود وضعیت پوشش گیاهی، تولید بالا و به دنبال آن بهبود

رابطه عکس داشت. بهطور کلی با کاهش پتانسیل آب و خارج شدن از محدوده دمای بهینه درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. نتایج مشابهی نیز برای گونه‌های دیگر یافت شده است (۱۴ و ۲۵). کاهش فعالیت‌های آنزیمی در دماهای پاییان و اختلال در فعالیت آنزیم‌ها در دماهای بالا (دناخورد شده ساختمان سه بعدی آنزیم‌ها) علت اصلی کاهش درصد جوانه‌زنی در دماهای بالا و پاییان است (۱۵). به لحاظ شروع جوانه‌زنی نیز مشاهده شد در دماهای پاییان (۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالا (۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) جوانه‌زنی دیرتر شروع شد که این تأخیر در دماهای پاییان تر، بیشتر بود. در تمامی تیمارهای دمایی بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرهای ماشک متنوع در تیمار شاهد (آب مقطر) رخ داد. برخی محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند (۳۰، ۱۱ و ۱۶). با کاهش پتانسیل آب از شاهد به ۱-۵ مگاپاسکال درصد جوانه کاهش نشان داد و فقط در دماهی ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تمامی پتانسیل‌ها جوانه‌زنی وجود داشت که این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که دو دمای ۱۵ و ۲۰ سانتی‌گراد نزدیک‌ترین دماها به دمای بهینه جوانه‌زنی ماشک متنوع باشد. در بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی بیان شد که تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، کاهش حرکت و انتقال ذخایر بذر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتر پروتئین در جنین، جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۰). در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد هم در تیمار شاهد و هم در تمامی پتانسیل‌های دیگر هیچ بذری جوانه نزد. تغییر پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی را عامل توقف جوانه‌زنی در دمای حداقل است (۸). دماهای بالا علاوه بر کاهش سرعت جوانه‌زنی سبب نابودی بذر نیز می‌شوند (۱۸). کاهش سرعت جوانه‌زنی با کاهش دما تا حدی نیز مرتبط با کاهش سرعت آبنوشی بذر در دماهای پاییان است (۷). با کاهش پتانسیل آب از سرعت جوانه‌زنی کاسته می‌شود زیرا اگر جذب آب برای بذر دچار اختلال شود فعالیت‌های درون بذر به کندی صورت می‌گیرد و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و در واقع سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۲۵). در بررسی سوابق جوانه‌زنی، مطالعه‌ای در خصوص ماشک متنوع یافت نشد ولی عدم جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به بالا برای گونه‌های دیگر از

وضعیت خاک دست یافت و همچنین در کاهش هزینه‌ها،  
صرفه‌جویی نمود.

## References

1. Ajmal Khan, M., B. Gul., & J. Weber, 2001. Influence of salinity and temperature on germination of *Kochia scoparia*. Wetlands Ecological Management, (9): 483-489.
2. Alizadeh, A., G.A. Dianati Tilaki & B. Naseryan Khyabani, 2014. Effect of seed irradiation with gamma ray on some physiological properties and biochemical parameters of plants in two species of *Bromus inermis* and *B. tomentellus*. Journal of Rangeland, 8(2): 137-147. (In Persian)
3. Allen, P.S., S.E. Meyer & M. Ajmal Khan, 2000. Hydrothermal time as a tool in comparative germination studies, in: Black, M; Bradford, K. J.; Vazques-Ramos, J., eds. Seed biology; advances and applications. Cambridge, United Kingdom: University Press, 401-410.
4. Alvarado, V. & K.J. Bradford., 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant Cell Environmental, (25): 1061-1069.
5. Arnon, A. N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, (23):112-121.
6. Baghdadi, E., A. A. Jafari., M.A. Alizadeh & A.H. Gorji, 2013. Effect of drought stress and cold treatment on germination and seedling growth of *Poa pratensis* and *Poa trivialis* under germination and greenhouse condition. Iranian Journal of Range and Desert Research, 20(4): 706-719. (In Persian)
7. Bewley, J.D. & M. Black., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. Springer Science & Business Media, 445p.
8. Copeland, L.O. & M.B. McDonald., 1995. Principles of Seed Science and Technology. Pub. Chapman & Hall: USA, 467p.
9. Dianati tilaki, G., Pichand M & S E., Sadati, 2016 Effects of drought stress and seed hydro-priming on some morphological, physiological and biochemical traits of *Cymbopogon olivieri* Boiss. Journal of Rangeland, 9 (4): 304-319. (In Persian)
10. Dodd, G.L. & L.A. Danovan., 1999. Water potential and ion effects on germination and seedling growth of toe cold deserts shrubs. American Journal of Botany, 86:146-153.
11. Duan, D., X. Liu., M. Ajmal khan & B. Gul, 2004. Effect of salt and water stress on the germination of *Chenopodium Glaucum* L. seeds. Pakistan Journal of botany, (36):793-800.
12. Ellis, R.H. & E.H. Roberts., 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, (9): 377-409.
13. Evers, G.W., 1991. Germination response of subterranean, berseem and rose clovers to alternating temperatures. Agronomy Journal, (83): 1000-1004.
14. Farokhi A., S. Golshi., A. Zinely & A. Abdolzadeh, 2004. Drought tolerance of soybean genotypes in germination stage, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, 11(2): 137 - 148. (In Persian)
15. Ganjali, A., M. Parsa & M. Khatib, 2008. Quantification of germination response of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes under the influence of temperature and drought regimes. Agricultural Research, 8(1): 77-88.
16. Gurvicha, D.E., R. Pérez-Sánchezb., K. Bauka., E. Juradob., M.C. Ferreroa., G. Funes & J. Flores, 2017. Combined effect of water potential and temperature on seed germination and seedling development of cacti from a mesic Argentine ecosystem. Flora, (227):18–24.
17. Haji Boland, R., T. Aghajanzadeh & A. H. Talebpour, 2004. Study of seed germination and seedling establishment in *Atriplex suaedifolia*, Journal of Biology, 17(4), 388-401. (In Persian)
18. Hardgree, S., 2006. Predicting germination response to temperature I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Annals of Botany, (97): 1115-1125.
19. Hardgree, S.P. & W.E. Emmerich., 1994. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. Seed Science and Technology, 22:1-7.
20. Hashemi, M., H. Azarnivand., M.H. Asareh., A. Jafari & A. Tavili, 2014. Study effect of water stress on the germination and seedling growth of three genotypes of rangeland species *Agropyron podperae*. Journal of Rangeland, 8(3): 212-218. (In Persian)
21. ISTA. 2017. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA). Edition 2017, 296p.
22. Jami Al-Ahmadi, M. & M. Kafi., 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* (L.). Arid Environment, (68): 308–314. (In Persian)

23. Kazempour, A., A.A. Jafari & M. Riasat, 2011. The effects of osmotic potential on germination and seedling growth in several populations of *Elymus hispidus* and *Elymus pertenuis* species. Iranian journal of Range and Desert Research, 18(2): 307-321. (In Persian)
24. Nadjafi, F. & P. Rezvani Moghadam., 2003. Determination the base temperature and germination response of *Isabgol (Plantago ovata)* different temperature. Pajohesh & Sazandagi, (60): 53-55. (In Persian)
25. Sabouri Rad, S., M. Kafi., A. Nezami & M. Bannayan Aval, 2012. Study on seed germination behavior of *Kochia scoparia* L. Schard in response to temperature and water potential. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 18(4): 282-293. (In Persian)
26. Sadrabadi Haghghi, R. & G. Sazevari., 2011. Evaluation of effect on *Alhagi pseudalhagi* germination response to salinity and temperature. World Applied Sciences Journal, 13(1): 157-164.
27. Samvati, H., 2013. *Onobrychis* spp. and its importance in livestock feeding. First National Symposium on Herbal Medicines and Agriculture –Hamedan, Iran. (In Persian)
28. Soltani, A. & V. Maddah., 2010. Simple applied programs for education and research in agronomy. Niak Press. 80p.
29. Soltani, A., S. Galeshi., E. Zeinali & N. Latifi, 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology (30): 51-60.
30. Wen Hu, X., Y. Fan., C.C Baskin., J.M. Baskin & Y.R. Wang, 2015. Comparison of the effects of temperature and water potential on seed germination of Fabaceae species from desert and subalpine grassland. American Journal of Botany, 102(5): 649 – 660.
31. Zaki, E. & M. Abedi., 2017. Effects of smoke and heat treatments on germination of *Stipa caucasica*, *Festuca valesiaca* and *Poa densa*. Journal of Rangeland, 10(4): 474-482. (In Persian)