

تأثیر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر مارتیغال (*Silybum marianum*) در دماهای مختلف

محسن سلیمانی امین^{۱*}، مجید امینی دهقی^۲، فاطمه کنگرانی فراهانی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

^۲ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده دانشگاه شاهد

^۳ دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۰

چکیده

مارتیغال (*Silybum marianum*) گیاهی دارویی است که در بسیاری از کشورها از جمله ترکیه و صربستان و بخش‌هایی از ایران در شرایط مزرعه برای تولید بذر و اسانس مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. به منظور بررسی تأثیر دما بر جوانه‌زنی گیاه مارتیغال تحت تنش شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل با هفت سطح دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵) بر حسب درجه سانتی‌گراد و هفت سطح تنش شوری شامل (صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰، ۳۲۰، ۴۰۰، ۴۸۰ میلی‌مولار) از کلرید سدیم انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری، دما و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت. افزایش سطوح شوری به طور معنی‌داری باعث کاهش میانگین همه صفات مورد مطالعه شد. در دمای کم‌تر از دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری پایین بود و همچنین در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد هیچ‌گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد. به طور کلی مشخص شد که گیاه مارتیغال پتانسیل عملکرد خوب در مناطق با درجات شوری متوسط را در مرحله جوانه‌زنی دارد از طرف دیگر به دماهای بالا حساسیت داشته که بر شاخص‌های جوانه‌زنی این گیاه تأثیر منفی داشت.

واژه‌های کلیدی: مارتیغال، مدل سازی، یکنواختی جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، گیاه دارویی

کاربرد گیاهان دارویی و معطر و تولیدات مرتبط با ترکیبات آن‌ها در سال‌های اخیر، تولید انبوه مواد طبیعی گیاهی را می‌طلبد. گرایش عمومی جامعه به استفاده از داروها و درمان‌های گیاهی و به طور کلی فرآورده‌های طبیعی، به ویژه در طی سال‌های اخیر روبه افزایش بوده و مهمترین علل آن، اثبات اثرات مخرب و جانبی داروهای شیمیایی از یک طرف و ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی که کره زمین را تهدید می‌کند از سوی دیگر بوده است (Delaram, 2011). تولید این گیاهان برداشت از جمعیت‌های وحشی آن‌ها را هم کاهش می‌دهد (Schippmann et al., 2002). خوشبختانه طی دهه‌های گذشته، نگاه جوامع به گیاهان دارویی و اثرات شفا بخشی آن‌ها کاملاً تغییر کرده و به نوعی می‌توان رویکرد مجدد جوامع صنعتی به گیاهان دارویی و داروهای گیاهی را مشاهده کرد.

ماریتغال یا خارمریم گیاهی دارویی، علفی، یکساله و از خانواده کاسنی است که در صنایع داروسازی کشور کاربرد فراوانی دارد. برگ‌های این گیاه پهن و شکننده با ظاهری مرمری شکل و در کناره آن خارهای زرد وجود دارد و بذر آن به اندازه دانه گندم (شبه تخم آفتابگردان)، دارای ناف سفید و برجسته و سطح صاف به رنگ قهوه‌ای روشن است (Rezvani Moghadam, 2011). در طب جدید از مواد مؤثره دانه این گیاه در تهیه داروهای درمان‌کننده بیماری‌های کبدی و مسمومیت‌های ناشی از الکل و دیگر مواد شیمیایی استفاده می‌شود (Minakhmetov et al., 2001).

جوانه‌زنی و سبز شدن سریع گیاهچه برای استقرار مطلوب گیاه از مراحل بحرانی است. چندین فاکتور محیطی مانند دما، شوری، نور و رطوبت به‌طور همزمان روی جوانه‌زنی اثر می‌گذارند. یکی از مخاطرات عمده بخش کشاورزی ایران شرایط اقلیمی گرم و خشک همراه با شوری خاک است که در زمان و مکان دستخوش تغییرات زیادی بوده و هست. اراضی دارای خاک‌های با درجات مختلف شوری دارای مساحتی بالغ بر ۲۴ میلیون هکتار یعنی ۱۵ درصد مساحت کل ایران را شامل می‌شوند (Davazdahemami et al., 2010).

دما و شوری دو عامل غیر زنده‌ی مهم تاثیرگذار بر جوانه‌زنی هستند. تغییرات دما ممکن است بر تعدادی از فرآیندهای کنترل‌کننده جوانه‌زنی شامل نشت‌پذیری غشاء، اتصالات غشایی و آنزیم‌های سیتوزول اثر بگذارند (Bewley and Black, 1994). تنش شوری با جلوگیری از جذب آب به علت پتانسیل اسمزی و اجازه ورود یون‌های سمی به داخل جنین یا گیاهچه در حال توسعه، باعث تاثیرگذاری بر جوانه‌زنی می‌گردد (Bewley and Black, 1982). همچنین تحمل به شوری در طول جوانه‌زنی برای استقرار رشد گیاهان در خاک شور مناطق خشک امری بدیهی است. حساسیت به تنش شوری در طول جوانه‌زنی بذر، بیش‌تر از مراحل بعدی رشد است. به طور کلی هرچه پتانسیل آب منفی‌تر باشد، سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین رشد ریشه‌چه و ساقچه کاهش پیدا می‌کند. اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند تاثیر منفی داشته باشد، اما با توجه به اینکه استقرار نخستین گیاه در عملکرد نهایی تاثیر زیادی دارد، تنش شوری مرحله گیاهچه‌ای را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (Rauf et al., 2007). همچنین تحقیقات مختلف نشان‌دهنده این است که عملکرد بسیاری از ژن‌های کلیدی، پروتئین‌ها، متابولیت‌ها و شبکه‌های مولکولی، تحت تاثیر شوری، دمای محیط، فلزات سنگین و دیگر تنش‌های غیرزنده قرار می‌گیرند (Rodziewicz et al., 2014). ارزیابی پاسخ‌های دما رطوبتی^۱ (واکنش جوانه‌زنی به پتانسیل‌ها و دماهای مختلف) امکان پیش‌بینی قدرت

جوانه‌زنی گیاهان مختلف را تحت شرایط دمایی و رطوبتی مختلف را به ما می‌دهد، با توجه به خواص دارویی مارتیغال، بررسی مقاومت این گیاه به تنش شوری و همچنین دماهای مختلف به منظور توسعه کشت و کار این گیاه اهمیت دارد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش ارزیابی ویژگی‌های جوانه‌زنی و سبز شدن بذر مارتیغال در پاسخ به تنش شوری در دماهای مختلف است وجود چنین شرایطی در کشور نیازمند استفاده از گیاهانی است که بتوانند در چنین شرایطی سازگار بوده و عملکرد مطلوبی داشته باشند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مارتیغال نسبت به سطوح مختلف دمایی و تنش شوری آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به اجرا در آمد. تیمارها شامل هفت سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و هفت سطح شوری با پتانسیل اسمزی (صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰، ۳۲۰، ۴۰۰، ۴۸۰ میلی‌مولار) بودند. برای ایجاد سطح تنش صفر (شاهد) در آزمایش از آب مقطر استفاده شد. همچنین برای تهیه محلول‌های با پتانسیل مختلف از کلرید سدیم استفاده شد و از معادله وانت هوف میزان کلرید سدیم مورد نیاز محاسبه گردید. بذرهای مارتیغال از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. سطوح مختلف شوری طبق معادله (۱) و با استفاده از نمک کلرید سدیم ایجاد شد (Michel and Kaufman, 1973).

$$Q = IRCST \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن: Q پتانسیل اسمزی محلول بر حسب بار؛ CS غلظت محلول به صورت مولالیت؛ I ثابت یونیزاسیون؛ R ثابت عمومی گازها ($8,314 \times 10^{-3} \text{ kg.MPa.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) و T دما بر حسب درجه کلوین می‌باشد. شمارش بذرهای جوانه‌زده ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش و به صورت روزانه انجام گرفته و بذرهای جوانه‌زده (دارای طول ریشه‌چه ۲-۱ میلی‌متر یا بیشتر) ثبت شدند (Brändel & Jensen, 2005; Adam et al., 2007). عمل شمارش بذرها تا روز ۲۱ام (ISTA, 2008) به صورت منظم ادامه یافت. برای محاسبه‌ی سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور از برنامه Germin (Soltani and Maddah, 2010) استفاده شد که این برنامه خصوصیات جوانه‌زنی از قبیل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی و زمان لازم برای رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی را محاسبه می‌کند. برای یکنواختی جوانه‌زنی (Germination Uniformity) از فرمول زیر استفاده شد (Akram-Ghaderi et al., 2008):

$$GU = D90 - D10 \quad \text{معادله (۲)}$$

در یکنواختی سبز شدن هر چه عدد به دست آمده (صرف نظر از علامت منفی آن) کم‌تر باشد، نشان دهنده یکنواختی بیش‌تر سبز شدن بذرهای می‌باشد (Soltani et al., 2001) و همچنین سرعت جوانه‌زنی (Germination Rate) بذرها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (Van de ventre and Grobbelaar, 1985).

$$GR = \sum \frac{ni}{ti} \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن، ni : تعداد بذرهایی که در شمارش جدید در زمان t جوانه زده اند و ti : روزها (یا ساعات) بعد از کاشت

می‌باشد.

تجزیه آماری داده‌ها به وسیله نرم افزارهای SAS و Sigma Plot, ver. 11 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس حداقل اختلاف معنی‌دار آزمون (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت و نمودارها در نرم‌افزار Sigma Plot, ver. 11 رسم شدند.

نتایج و بحث

به‌طورکلی نتایج تجزیه واریانس آزمایش تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر ماریغال نشان داد که تاثیر دما، تنش شوری و اثر متقابل تنش شوری و دما بر کلیه خصوصیات جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی دار است (جدول ۱). از بین خصوصیات جوانه‌زنی بذر ماریغال، سرعت جوانه‌زنی در غلظت شوری بالا و دماهای پایین بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت.

جدول ۱: تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی بذر ماریغال تحت شرایط تنش شوری و دماهای مختلف

| میانگین مربعات (MS) | | | درجه آزادی | منابع تغییر |
|---------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|
| D90 | D50 | R50 | درصد جوانه‌زنی | |
| ۲۳۲۲/۵۸۷** | ۱۱۰۱۵۶/۸۳۶** | ۷۶۶۳۵/۳۵۱** | ۸۳۲۷/۵۷۴۶۰** | دما |
| ۲۸۷۶۷/۸۸۳** | ۸۸۸۷/۵۴۳** | ۶۶۳۵/۲۸۳** | ۱۱۳۷۹/۹۵۷۶۷** | شوری |
| ۵۹۶۱۴/۳۸۰** | ۴۶۳۰/۸۷۳** | ۳۲۵۶/۳۵۷** | ۶۷۷/۱۸۹۴۲** | دما × شوری |
| ۱۵۰/۳۳۶ | ۶۱۰/۸۶۵ | ۵۱/۲۰۳۵ | ۴۳/۹۰۴۸ | خطای آزمایشی |
| ۱۹/۳۹ | ۱۶/۷۲ | ۲ | ۲۰/۴۱ | ضریب تغییرات |

پایین ترین سطح دمای مورد بررسی در این آزمایش ۵ درجه سانتی‌گراد بود. بذرها در این دما تنها در پتانسیل‌های ۰ و ۸۰ میلی‌مولار شوری به ترتیب ۶۶ و ۱۸ درصد جوانه زدند و با افزایش تنش شوری در کلیه دماها سرعت جوانه‌زنی و شاخص‌های دیگر جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد (جدول ۲). با افزایش دما از ۵ به ۱۰ درجه سانتی‌گراد مقاومت به شوری بهبود یافت و کلیه خصوصیات جوانه‌زنی به خصوص سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و یا به عبارت دیگر زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و در دمای ۱۰ درجه با افزایش تنش شوری سرعت جوانه‌زنی و دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده کاهش یافته، و در آخرین سطح تنش شوری درصد جوانه‌زنی به صفر رسید همچنین در دماهای نزدیک به دمای بهینه، مقدار پارامترهای جوانه‌زنی در شوری‌های بالا کاهش کمتری را نسبت دماهای پایین و بالاتر از آن داشت که این نشان می‌دهد که با افزایش دما و نزدیک شدن به دمای بهینه، تحمل بذر به تنش شوری افزایش پیدا می‌کند (جدول ۲). در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مقاومت به تنش شوری بهتر از ۵ و ۱۰ درجه بود و تمام خصوصیات جوانه‌زنی افزایش یافته است سرعت جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سطوح شاهد (عدم تنش) و ۸۰ میلی‌مولار تفاوت معنی داری نداشتند در دمای ۱۵ درجه با افزایش شوری میزان سرعت و درصد جوانه‌زنی نسبت به دمای ۱۰ درجه کمتر کاهش یافت. سرعت جوانه‌زنی در این دما از ۰,۰۰۹۸ (۱/ ساعت) در شاهد (عدم تنش) به ۰/۰۰۲ (۱/ ساعت) در پتانسیل ۴۸۰ میلی‌مولار کاهش یافت و اختلاف آنها نیز با شاهد معنی دار بود، ولی زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی با افزایش غلظت شوری افزایش یافت که این همان طور که گفته شد، بیانگر کاهش سرعت جوانه‌زنی در اثر افزایش غلظت شوری می‌باشد.

در دمای ۲۰ درجه درصد جوانه‌زنی با دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه چندان تفاوتی نداشتند ولی سرعت جوانه‌زنی در این دما نسبت به سه دمای قبلی در سطوح مختلف شوری بهبود یافت. به طوری که سرعت جوانه‌زنی از ۰,۰۱۰ در سطح شاهد (عدم تنش) به ۰/۰۰۳ در پتانسیل ۴۸۰ میلی‌مولار کاهش یافت. بهترین پاسخ به تنش شوری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در سطوح عدم تنش و ۸۰ میلی‌مولار مشاهده شد و شاخص‌های جوانه‌زنی در این دما در این دو سطح نسبت به سایر دماها پاسخ بهتری نشان دادند. سرعت جوانه‌زنی در این دما از ۰/۰۱۲ در تیمار شاهد به ۰/۰۰۴ در پتانسیل ۳۲۰ میلی‌مولار و ۰,۰۰ در پتانسیل ۴۸۰ میلی‌مولار کاهش یافت. با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ۳۰ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که تنها در شاهد (عدم تنش)، ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی مشاهده شد. سرعت جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در شاهد (عدم تنش) ۰,۰۰۸ به ۰,۰۰۵ در سطح ۱۶۰ میلی‌مولار کاهش یافت و در سطوح بعدی تنش به ۰,۰۰ رسید. در نتیجه می‌توان گفت که بیشترین محدوده دمایی مجاز برای جوانه‌زنی بذر در سطوح شوری صفر بود به طوری که با افزایش غلظت شوری محدوده دمایی مجاز برای جوانه‌زنی، محدودتر می‌شود. در مجموع نتایج نشان داد با افزایش غلظت شوری در دماهای مختلف، همه ی پارامترهای جوانه‌زنی کاهش یافتند. با کاهش دما و افزایش پتانسیل شوری سرعت جوانه‌زنی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. به طوری که با افزایش دما در پتانسیل شوری بالاتر سرعت جوانه‌زنی نسبت به دماهای پایین کمتر کاهش یافت و این نتایج با نتایج (Chilo et al., 2009) مطابقت دارد.

پژوهش‌های دیگر محققان از جمله نتایج بدست آمده با تحقیقات توکل افشاری و همکاران (Tavakkol Afshari et al., 2014) که اظهار داشته‌اند، شوری سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و با افزایش تنش شوری بر میزان این کاهش افزوده می‌شود، همخوانی دارد (Cerboncini et al., 2004) نیز اعلام کرده اند که شوری باعث افزایش زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر کلزا می‌شود. بنابراین کاهش سرعت جوانه‌زنی در شوری نسبت به شاهد در دماهای مختلف می‌تواند به اثرات سمی یونی نمک، نسبت داد (Alem et al., 2001). Puppala et al., (1999) نیز موارد فوق را تأیید و اعلام کرده‌اند که با افزایش غلظت شوری در محیط اطراف بذر، بذر مدت زمان بیشتری نیاز دارد تا بتواند آب مورد نیاز خود را جذب کرده و فرایندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی مرتبط با جوانه‌زنی را انجام دهند. Mehra & Powell (2003) در آزمایشی روی بذرهای کلزا دریافتند که شوری، منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی ولی در شرایط کنترل با آبیگری مجدد بذرها، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی می‌گردد. درصد جوانه‌زنی تجمعی بذرهای مارتیغال در همه دماهای مورد مطالعه نشان داد که در دمای (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) نسبت به دماهای پایین و بالا، در همه سطوح تنش درصد جوانه‌زنی بیش‌تر بود (شکل ۱).

کم‌ترین تغییر درصد و سرعت جوانه‌زنی در روند کاهشی شوری از شاهد تا ۴۸۰ میلی‌مولار، مربوط به دمای ۲۰ درجه بود به طوری که سرعت جوانه‌زنی از ۰/۰۱۰ به ۰/۰۳۶ بذر در ساعت و درصد جوانه‌زنی از ۸۲/۶۶ به ۵/۳۳ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۲)، به عبارتی کم‌ترین شیب کاهشی را در قبال روند افزایشی تنش، در این دما دیده شد (شکل ۲).

در دماهای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی با افزایش تنش شوری با شیب بیشتری در حال کاهش است (شکل ۲). در تنش‌های بالاتر از ۱۶۰ میلی‌مولار دمای ۳۰ درجه و تنش‌های بالاتر از ۸۰ میلی‌مولار دمای ۵ درجه و همچنین در تمام سطوح تنش در دمای ۳۵ درجه، هیچ‌گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد (شکل ۲). پرمون و همکاران (Parmoon et al., 2013) در آزمایشی با بررسی چهار سطح

شوری (، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بر جوانه‌زنی بایبونه نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و... این گیاه داشت.

افزایش دما از حد بهینه از درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه کاسته می‌شود. در واقع دمای بالا، علاوه بر کاهش استحکام پیوندهای هیدروژنی و روابط الکترواستاتیکی بین گروه‌های قطبی پروتئین‌ها در فاز مایع غشاء که سبب تغییر ساختار غشای سلولی و نشت یون‌ها از سلول می‌گردد با ممانعت از فرآیند تنفس می‌تواند بر فرآیند جوانه‌زنی اثر منفی بر جای بگذارد که البته افزایش توأم دما و شوری، اثرات منفی شدیدتری بر فرآیند جوانه‌زنی نسبت به اثرات جداگانه هر یک از تیمارهای شوری و دما خواهد داشت (Taize and Zeiger., 1998).

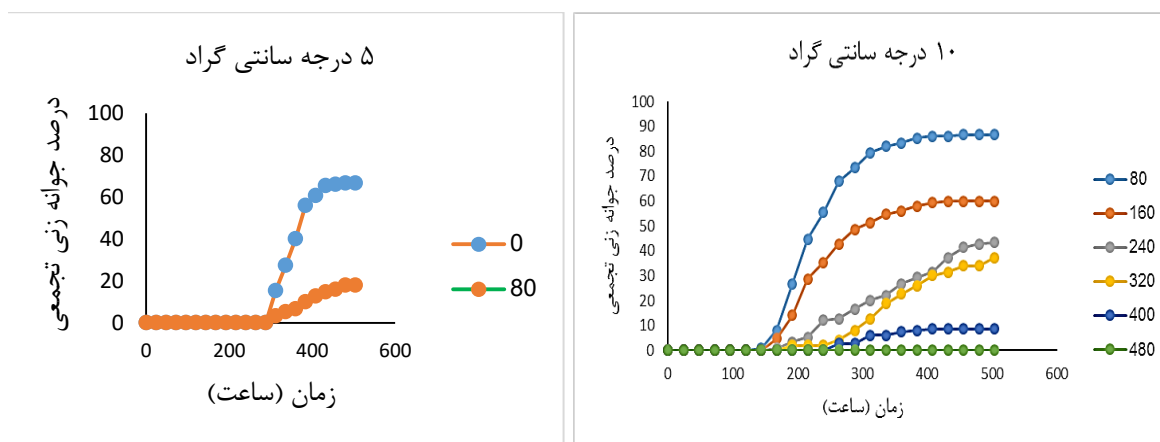
جدول ۲: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دما و تنش شوری بر صفات اندازه‌گیری شده در مرحله جوانه‌زنی بذر مارتیغال

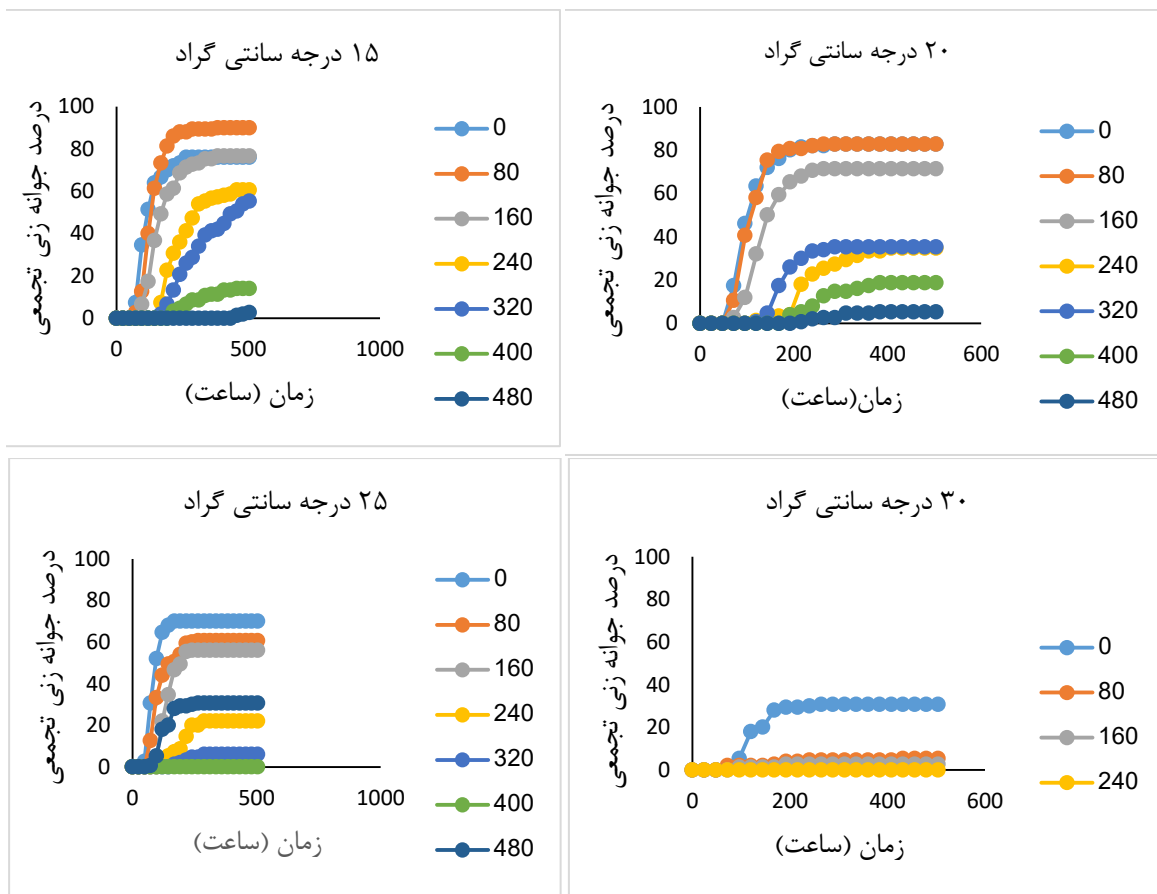
| دما | شوری (میلی‌مولار) | درصد جوانه‌زنی | زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد سرعت جوانه‌زنی (ساعت) | زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) | زمان رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) |
|-----|----------------------|-------------------|--|--|--|
| ۵ | ۰ | ۶۷/۶۶def | ۰/۰۰۲۸۶۷jk | ۳۴۴/۳۴c | ۴۰۱/۱۶bc |
| | ۸۰ | ۱۸/۰۰jk | ۰/۰۰۲۵۶۷jkl | ۳۹۰/۰۰b | ۴۴۴/۸۰ab |
| | ۱۶۰ | ۰/۰۰m | ۰/۰۰l | ۰/۰۰n | ۰/۰۰k |
| | ۲۴۰ | ۰/۰۰m | ۰/۰۰l | ۰/۰۰n | ۰/۰۰k |
| | ۳۲۰ | ۰/۰۰m | ۰/۰۰l | ۰/۰۰n | ۰/۰۰k |
| | ۴۰۰ | ۰/۰۰m | ۰/۰۰l | ۰/۰۰n | ۰/۰۰k |
| | ۴۸۰ | ۰/۰۰m | ۰/۰۰l | ۰/۰۰n | ۰/۰۰k |
| ۱۰ | ۰ | ۸۳/۳۳abc | ۰/۰۰۷۴۰ defg | ۱۳۴/۹۱igk | ۲۲۷/۲۰fg |
| | ۸۰ | ۸۶/۶۶vab | ۰/۰۰۴۶۳۳ hijk | ۲۱۵/۲۹fg | ۰/۰۰k |
| | ۱۶۰ | ۶۰/۰۰ef | ۰/۰۰۴۵۰۰ hijk | ۲۲۴/۴۳fg | ۳۳۰/۶vd |
| | ۲۴۰ | ۴۳/۳۳g | ۰/۰۰۳۱۰۰ljk | ۳۲۴/۴۰c | ۴۴۲/۵۳ab |
| | ۳۲۰ | ۳۳/۳۷gh | ۰/۰۰۲۹۳۳ jk | ۳۳۸/۶vc | ۴۷۰/۹۳ab |
| | ۴۰۰ | ۸/۶۶vklm | ۰/۰۰۳۱۶۷ ijk | ۳۱۸/۶ved | ۳۵۳/۷۳cd |
| | ۴۸۰ | ۰/۰۰m | ۰/۰۰l | ۰/۰۰n | ۳۰۵/۰۷de |
| ۱۵ | ۰ | ۷۶/۰۰bcd | ۰/۰۰۹۸۶۷ bcd | ۱۰۱/۷klm | ۱۸۲/۴۰fghi |
| | ۸۰ | ۹۰/۰۰a | ۰/۰۰۷۸۳۳ cdef | ۱۲۸/۱۱ijkl | ۱۹۰/۱۶fgh |
| | ۱۶۰ | ۷۶/۶۷bcd | ۰/۰۰۶۸۳efg | ۱۴۶/۸۷ijk | ۲۴۵/۸۰ef |
| | ۲۴۰ | ۶۰/۶۶vef | ۰/۰۰۴۵۶۷ hijk | ۲۱۸/۴۰fg | ۳۲۹/۸۷d |
| | ۳۲۰ | ۵۵/۳۳f | ۰/۰۰۳۵۶۷ ijk | ۲۷۹/۶۷de | ۴۴۰/۲۷ab |
| | ۴۰۰ | ۱۴/۰۰jkl | ۰/۰۰۳۷۳۳ ijk | ۲۶۷/۳۳e | ۴۱۰/۴۰abc |
| | ۴۸۰ | ۲/۶۶vlm | ۰/۰۰۲۱۶۷ kl | ۴۶۴/۰۰a | ۴۶۷/۸۰a |
| ۲۰ | ۰ | ۸۲/۶۷abc | ۰/۰۰۷۳۳ab | ۹۳/۵۲lm | ۱۵۳/۰۷ghij |
| | ۸۰ | ۸۲/۶۷abc | ۰/۰۰۱۰۲۶۷ bc | ۹۷/۳۵lm | ۱۴۳/۵۳hij |
| | ۱۶۰ | ۷۱/۳۳cde | ۰/۰۰۸۰۳ cdef | ۱۲۸/۱۱ijkl | ۱۸۵/۲۰fghi |
| | ۲۴۰ | ۳۴/۶۶vgf | ۰/۰۰۴۵۶۷hijk | ۲۱۹/۸۸fg | ۳۲۷/۶۰d |

| | | | | | |
|------------|------------|---------------|----------|-----|----|
| ۲۲۳/۶۰fg | ۱۶۹/۴۴hi | ۰/۰۰۵۸۷ fghi | ۳۵/۳۳gh | ۳۲۰ | |
| ۳۳۳/۲۰d | ۲۶۷/۳۳ef | ۰/۰۰۳۹۶۷ ijkl | ۱۸/۶۶۷jk | ۴۰۰ | |
| ۳۱۴/۴۰d | ۲۷۹/۶۷e | ۰/۰۰۳۶۶۷ijkl | ۵/۳۳lm | ۴۸۰ | |
| ۱۱۶/۴۰ij | ۷۷/۶۵m | ۰/۰۱۲۹۳۳ a | ۷۰/۰۰de | ۰ | |
| ۱۹۵/۰۷fgh | ۹۲/۳۱lm | ۰/۰۱۰۸۳۳ ab | ۶۰/۶۶۷ef | ۸۰ | |
| ۱۹۳/۶۰fgh | ۱۳۳/۰۰ijkl | ۰/۰۰۷۵۳ defg | ۵۶/۰۰f | ۱۶۰ | |
| ۲۴۶/۸۰ef | ۱۹۹/۰۰gh | ۰/۰۰۵۰۳۳ ghij | ۲۲/۰۰ij | ۲۴۰ | ۲۵ |
| ۲۳۴/۴۰f | ۲۱۲/۰۰fg | ۰/۰۰۴۹ ghijkl | ۶/۰۰lm | ۳۲۰ | |
| ۰/۰۰k | ۰/۰۰n | ۰/۰۰l | ۰/۰۰m | ۴۰۰ | |
| ۰/۰۰k | ۰/۰۰n | ۰/۰۰l | ۰/۰۰m | ۴۸۰ | |
| ۱۵۵/۲۰ghij | ۱۲۱/۱jklm | ۰/۰۰۸۴۰ bcde | ۳۰/۶۶۷hi | ۰ | |
| ۲۲۷/۲۰fg | ۱۵۲/۰۰ij | ۰/۰۰۹۰۳bcde | ۵/۳۳lm | ۸۰ | |
| ۹۴/۴۰j | ۸۸/۰۰lm | ۰/۰۰۵۸۳fghi | ۲/۶۶۷lm | ۱۶۰ | |
| ۰/۰۰k | ۰/۰۰n | ۰/۰۰l | ۰/۰۰m | ۲۴۰ | ۳۰ |
| ۰/۰۰k | ۰/۰۰n | ۰/۰۰l | ۰/۰۰m | ۳۲۰ | |
| ۰/۰۰k | ۰/۰۰n | ۰/۰۰l | ۰/۰۰m | ۴۰۰ | |
| ۰/۰۰k | ۰/۰۰n | ۰/۰۰l | ۰/۰۰m | ۴۸۰ | |

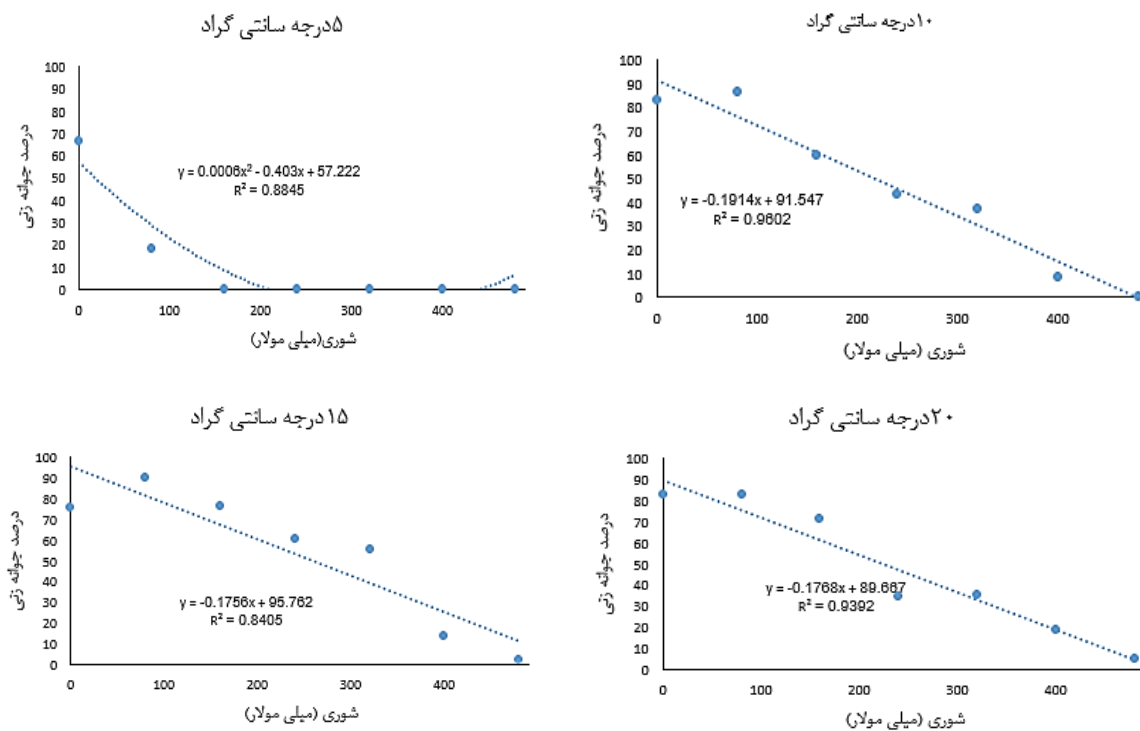
نتیجه گیری نهایی

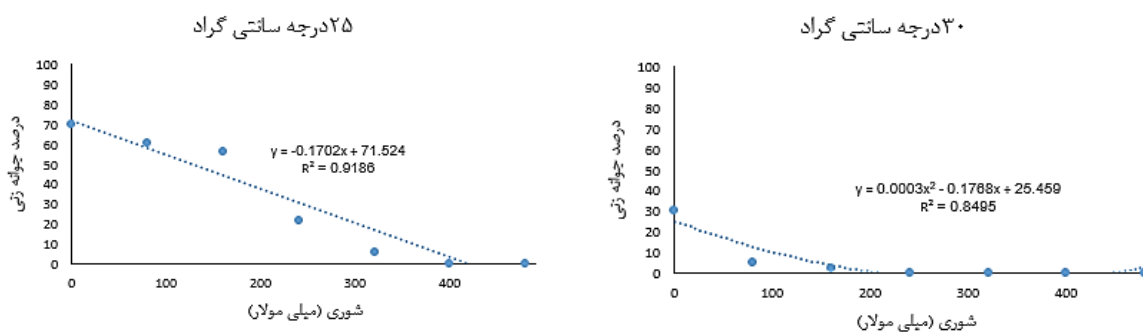
با توجه به نتایج بدست آمده معلوم شد که گیاه مارتیغال تحمل نسبتاً خوبی به تنش شوری در دماهای اپتیمم و نزدیک به بهینه در مرحله جوانه زنی دارد، از طرف دیگر این گیاه به دماهای بالا حساسیت دارد و بر شاخص‌های جوانه زنی بذر گیاه تاثیر منفی می‌گذارد، بنابراین کشت این گیاه در مناطق با دماهای بالا توصیه نمی‌شود. اثرات تنش شوری همراه با افزایش دما به بالاتر از دمای بهینه، تاثیر شوری بر پارامترهای جوانه زنی بذرهای مارتیغال را افزایش داد.





شکل ۱: روند تغییرات درصد جوانه‌زنی تجمعی بذر مارتیغال در دماهای مختلف و سطوح متفاوت شوری





شکل ۲: مدل رگرسیونی درصد جوانه‌زنی مارتیغال در دماهای مختلف و سطوح متفاوت شوری

References

- Adam, N., Dierig, D., Coffelt, T., Wintermeyer, M., Mackey, B. and Wall, G. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. *Industrial crops and products*, 25(1): 24-33.
- Akram-Ghaderi, F., Soltani, E., Soltani, A. and Miri, A.A. 2008. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 15(3): 44-51. (In Persian).
- Alam, M.Z. (2001). The effects of salinity on germination, growth and mineral composition of modern rice cultivars. Ph. D. Thesis. Department of Agriculture and Forestry. University of Aberdeen, UK.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1982. *Physiology and Biochemistry of seeds in Relation to Germination*, Springer-Verlag, Berlin.
- Bewley, J. D. & Black, M. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. (2nd Ed.). Plenum Press, New York and London.
- Ceylan A. 1996. *Medicinal Plants II: Essential Oil Plants*. ph.D. İzmir, Turkey, Ege University Agriculture Faculty Press (in Turkish).
- Chilo, G., Molina, M.V., Carabajal, R. and Ochoa, M. 2009. Temperature and salinity effects on germination and seedling growth on two varieties of *Chenopodium quinoa*. *Agri. Scientia* 26(1): 15-22.
- Davazdahemami, S., Jahansooz, M.R., Mazaheri, D. and Sefidkon, F. 2010. Effects of Irrigation Water Salinity on Germination, Emergency, Biological Yield, Essence Quality and Quantity of Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *Plant Production technology*. 2(1): 25-34. (In Persian).
- Delaram, M. 2011. The effect of *Echinophora-platyloba* on primary dysmenorrhea. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences, J. Kermanshah Univ. Med. Sci.*, 15(3): 35-42.
- Garg, G. 2010. Response in germination and seedling growth in *Phaseolus mungo* under salt and drought stress. *Journal of environmental biology*. Academy of Environmental Biology, India, 31(3): 261-264.
- Karavani, B., Tavakkol Afshari, R., Majnoon Hosseini, N. and Moosavi, S.A. 2014. Evaluation of germination parameters of *Scrophularia striata* under water and salinity stresses at different temperatures. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45(2): 265-275. (In Persian)
- Kubo I. and Himejima M. 1991. Anethole, a synergist of polygodial against filamentous microorganisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 39: 2290-2292.
- Mehra, V.T.R. and Powell, A.A. 2003. Aerated hydration treatment improves the response of *Brassica campestris* seeds to stress during germination. *Seed Science and Technology*, 31(1): 57-70.
- Michel, B.E. and Kaufman, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant physiology*. 51: 914-916.
- Minakhmetov, R.A., Onuchak, L.A., Kurkin, V.A., Avdeeva, E.V. and Volotsueva, A.V. 2001. Analysis of flavonoids in *Silybum marianum* fruit by HPLC. *Chemistry of Natural Compounds*, 37: 318-321.
- Fakhari, A.R. and Sonboli, A. 2006. Essential oil composition of *Pimpinella barbata* (DC.) Boiss. From Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 18(6): 679-681.
- Orav, A., Raal, A. and Arak, E. 2008. Essential oil composition of *Silybum marianum* L. fruits from various European countries. *Natural product research*, 22(3): 227-232.
- Parmoon, Gh., Ebadi, A., Ghaviazam, A. and Miri, M. 2013. Effect of seed priming on germination and

- seedling growth of Chamomile under salinity. *Electronic Journal Crop Production*. Vol. 6 (3), 145-164 (In Farsi).
- Puppala, N., Fowler, J. L., Poindexter, L. and Bhardwaj, H. L. 1999.** Evaluation of salinity tolerance of canola germination. *Perspectives on new crops and new uses*, 2, 251-253.
- El Haliem, N.G. and Mohamed, D.S. 2011.** The effect of aspartame on the histological structure of the liver and renal cortex of adult male albino rat and the possible protective effect of *Silybum marianum* oil. *Egyptian Journal of Histology*, 34(4): 715-726.
- Rauf, M., Munir, M., ul Hassan, M., Ahmad, M. and Afzal, M. 2007.** Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African Journal of Biotechnology*, 6(8): 252-262.
- Rodziewicz, P., Swarczewicz, B., Chmielewska, K., Wojakowska, A. and Stobiecki, M. 2014.** Influence of abiotic stresses on plant proteome and metabolome changes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(1): 1-19.
- Schippmann, U., Leaman, D.J. and Cunningham, A.B. 2002.** Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues. *Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries*, 7: 220-232.
- Soltani, A. and Maddah, V. 2010.** Simple applied programs for education and research in agronomy. *Iranian Society of Ecological Agriculture*. Tehran. Iran. 6(3): 80-92. (In Persian).
- Soltani, A., Galashi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2001.** Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*. 30: 51-60.
- Tabanca, N., Demirci, B., Ozek, T., Kirimer, N., Baser, K.H.C., Bedir, E. and Wedge, D.E. 2006.** Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of essential oils from *Pimpinella* species gathered from Central and Northern Turkey. *Journal of Chromatography A*, 1117(2):194-205.
- Taize, L. and Zeiger, E. 1998.** *Plant Physiology*. Second edition Sinauar Associates, Inc. Pub. Massachusetts, 675(2): 226-273.
- Tepe, B., Akpulat, H.A., Sokmen, M., Daferera, D., Yumrutas, O., Aydin, E. and Sokmen, A. 2006.** Screening of the -antioxidative and antimicrobial properties of the essential oils of *Pimpinella anisetum* and *Pimpinella flabellifolia* from Turkey. *Food Chemistry*, 97(4): 719-724.
- Tuncturk, M. and Yildirim, B. 2006.** Effect of seed rates on yield and yield components of *aniseed* (*Pimpinella anisurn*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 76(11): 616-650.
- Van de Venter, H.A. and Grobbelaar, N. 1985.** Influence of sub-optimal imbibition temperatures on seed vigour and respiration in maize (*Zea mays* L.). *South African Journal of Plant and Soil*, 2(4): 203-206.