

## بررسی خصوصیات جوانه زنی گل ختمی (*Althea officinalis* L.)

### تحت تأثیر تنش خشکی و شوری

رستم یزدانی بیوکی<sup>۱</sup> - پرویز رضوانی مقدم<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۶/۳۱

### چکیده

خشکی و شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدود کننده بهره برداری اقتصادی از زمین‌ها برای تولید گیاهان هستند. در این راستا به منظور مطالعه تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر جوانه‌زنی گیاه گل ختمی دو آزمایش جداگانه در شرایط کنترل شده بصورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. در آزمایش اول از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ برای ایجاد سطوح تنش خشکی (۰، -۲، -۴، -۶، -۸، -۱۰ بار) استفاده شد. نتایج نشان داد که با کاهش پتانسیل اسمزی در دو تنش خشکی و شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. بطور کلی بذور گل ختمی شرایط تنش شوری را بهتر از تنش خشکی تحمل کردند، به طوری که تا ۱۰- بار تنش شوری و تن‌ها تا ۸- بار تنش خشکی قادر به جوانه‌زنی بودند. در پتانسیل‌های اسمزی ۲- و ۴- بار درصد جوانه‌زنی در تنش شوری در مقایسه با تنش خشکی بیشتر کاهش یافت، در حالی که در سطوح بالاتر تنش (۶- و ۸- بار) کاهش درصد جوانه‌زنی در تنش خشکی بیشتر بود به نحوی که در پتانسیل اسمزی ۶- بار درصد جوانه‌زنی در تنش خشکی ۶۳ درصد و در تنش شوری ۸۰ درصد کاهش یافت. طول ریشه‌چه در سطوح اولیه تنش (۲-، ۴- و ۶- بار) در واکنش به تنش شوری نسبت به تنش خشکی بیشتر کاهش نشان داد، اما طول ساقه‌چه بر خلاف طول ریشه‌چه بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و نسبت به سایر خصوصیات اندازه گیری شده نیز از حساسیت بیشتری برخوردار بود.

**واژه‌های کلیدی:** ختمی، تنش شوری، جوانه‌زنی، پلی اتیلن گلایکول، کلرید سدیم

### مقدمه

شور و نواحی مرطوب می‌روید و خاک سبک، عمیق و حاوی ترکیبات هوموس برای کشت آن مناسب است. این گیاه در تمام مناطق اروپا به صورت وحشی و در ایران در کناره چشمه‌ها و نهرها دیده می‌شود (۲)

ختمی هم از طریق بذر و هم از طریق رویشی تکثیر می‌شود و البته تکثیر با بذر مناسبتر است. بذر تازه‌ی این گیاه قوه رویشی نامناسبی دارد، از این رو باید از بذره‌های ۲ تا ۳ ساله استفاده کرد. بذر ختمی ۱۰ تا ۱۵ روز پس از کاشت در دمای مناسب و رطوبت کافی سبز می‌شود (۱۰).

خشکی و شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدود کننده رشد محصولات زراعی محسوب می‌شوند، مشکلی که هم در اقلیم‌های مرطوب و هم در اقلیم‌های خشک وجود داشته و با افزایش سطح زیر کشت آبی بر اهمیت آن افزوده می‌شود (۳۷). کمبود آب در ایران همواره به عنوان یک عامل محدود کننده کشت و پرورش گیاهان زراعی و دارویی مطرح بوده است (۱۶). تنش خشکی بر

گل ختمی با نام علمی *Althaea officinalis* از خانواده پنیرک (Malvaceae) گیاهی است علفی، چند ساله، به ارتفاع ۰/۷ تا دو متر، دارای ریشه‌هایی بلند، دوکی شکل به ضخامت ۲-۱ سانتیمتر که به رنگ خاکستری مایل به زرد است (۱۱). ختمی یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی دارای لعاب (گل آن تا ۲۰ درصد و ریشه آن تا ۳۰ درصد)، قندها، نشاسته، آسپارژین، پکتین و مواد دیگر است. از جمله خواص درمانی این گیاه می‌توان به ضد سرفه بودن، خلط آور بودن، نرم کننده پوست و مجاری تنفسی اشاره کرد. در طب سنتی از ریشه این گیاه علیه بیماری‌های معده و روده استفاده می‌شود. ختمی در نواحی مختلف مخصوصاً در سواحل ماسه‌ای زمین‌های کم و بیش

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: rezvani@um.ac.ir

\*) نویسنده مسئول:

جوانه زدند و بین سرعت جوانه‌زنی بذور در تیمار ۵- بار تنش خشکی و شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت. در حالی که درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی داری با شاهد در سطح تنش ۵- بار نداشت. درصد جوانه‌زنی تا غلظت ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم با شاهد در سطح یک درصد تفاوت معنی داری را نشان نداد، اما با افزایش شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی اختلاف معنی داری را در سطح یک درصد نشان دادند.

حسینی و رضوانی مقدم (۴) با بررسی بذر اسفرزه و برومندرضازاده و کوچکی (۱) با مطالعه بذر زنیان، رازیانه و شوید و گواهی و همکاران (۱۵) نیز با مطالعه بذور سیاهدانه تحت تأثیر تنش خشکی و شوری نشان دادند که با افزایش این دو تنش به طور معنی داری از سرعت و درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه‌چه کاسته شد. علاوه بر این حسینی (۳) با مطالعه تأثیر تنش خشکی بر بذور ریحان و خمیری و همکاران (۵) در مورد چای ترش، سنای هندی، زوفا، ریحان و کنگر فرنگی و رضایی و علی نژاد (۹) در مورد زیره سبز با مطالعه تأثیر تنش شوری گزارش کردند که درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور کاهش یافت.

باتوجه به اینکه خشکی و شوری از مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان می‌باشند. این تحقیق با هدف بررسی اثرات تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات گیاهچه‌های گل ختمی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر جوانه‌زنی گیاه گل ختمی دو آزمایش جداگانه در شرایط کنترل شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. بذر مورد استفاده از باغ گیاهان دارویی وابسته به قطب علمی گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی تهیه شد. در آزمایش اول از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ مطابق با روش میچل و کافمن (۲۸) برای ایجاد سطوح تنش خشکی (۰، -۲، -۴، -۶، -۸، -۱۰ بار) استفاده شد. در آزمایش دوم از مقادیر معینی نمک کلرور سدیم به ترتیب به میزان (۰، ۳/۲۸، ۶/۵۶، ۹/۸۴، ۱۳/۱۲ و ۱۶/۴) گرم در یک لیتر آب مقطر به منظور ایجاد سطوح تنش شوری (۰، -۲، -۴، -۶، -۸ و -۱۰ بار) استفاده شد (۳۳). سطوح مختلف خشکی و شوری بر اساس تحقیقات انجام شده (۶) تعیین شد. قبل از شروع آزمایش بذرها با استفاده از هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت دو دقیقه ضد عفونی شدند و سپس به منظور حذف مواد ضد عفونی کننده سه مرتبه با آب مقطر شستشو شدند. پتری دیش‌ها نیز به منظور ضد عفونی کردن به مدت دو ساعت در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد درون آون قرار داده شد. سپس از محلول‌های پلی اتیلن گلیکول و کلرید سدیم تهیه شده هر کدام به میزان پنج میلی لیتر به طور جداگانه به هر پتری دیش اضافه

جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش و به تاخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌گردد و از آنجائیکه رشد و نمو گیاهان از جوانه‌زنی شروع می‌شود و برای ادامه حیات باید بذور جوانه بزنند تا بتواند خود را با شرایط محیطی تطبیق دهند و در خاک مستقر گردند و با توجه به این که حساس‌ترین مرحله زندگی یک گیاه مرحله جوانه‌زنی است، موفقیت گذراندن این دوره نقش مهمی در مراحل دیگر استقرار گیاه خواهد داشت (۱۲).

تنش شوری پس از خشکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش‌های محیطی تولید محصولات زراعی است و بیش از حدود ۱۰۰ سال است که موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است. از کل زمین‌های قابل کشت در ایران تنها حدود ۸/۱ میلیون هکتار فاریاب هستند. سیستم اصلی تولید محصول در ایران بر اساس کشاورزی فاریاب است، و حدود ۵۰ درصد از زمین‌ها تحت تأثیر انواع اثرات شوری خاک‌ها قرار دارند. اکثر مناطق زراعی ایران مستعد شوری هستند. منابع خاکی و آبی مستعد شوری از موانع اصلی در تولیدات کشاورزی هستند. تخمین زده شده که در مناطق شور موجود میانگین کاهش عملکرد ممکن است به بیشتر از ۵۰ درصد برسد (۳۵). از آنجا که تحمل به شوری در گیاهان یک فرآیند پیچیده است که در آن تغییرات مورفولوژیکی، فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی درگیر هستند، زنده ماندن و رشد در محیط‌های شور نیز نتیجه فرآیندهای سازگاری مانند انتقال یون و جایگزینی آن‌ها، سنتز محلول‌های اسمزی و تجمع آن‌ها در جهت تنظیم اسمزی و تغییر و تبدیل پروتئین‌ها برای تعمیر سلول‌ها است (۳۳). معمولاً بیشترین حد حساسیت به شوری در چرخه زندگی گیاهان به هنگام جوانه زدن و در ابتدای رشد دانه مشاهده می‌گردد (۲۶). تنش شوری از طریق کاهش سرعت جذب آب و یا افزایش خروج یون‌ها که ممکن است فعالیت‌های هورمونی و آنزیمی را تغییر دهد باعث تحت تأثیر قرار دادن فرآیند جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی می‌شود (۲۵). در بیشتر گیاهان مرحله جوانه‌زنی حساس‌ترین مرحله به شوری تلقی می‌شود (۲۱).

بررسی اثر خشکی و شوری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بسیاری از گیاهان نشان داده است که تنش خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است، به طوری که خشکی و شوری باعث کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (۲۴).

در رابطه با تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی انواع گیاهان دارویی آزمایش‌های متعددی انجام شده است. در این زمینه دشتی و همکاران (۶) با مطالعه تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر روی گیاه دارویی گل ختمی نشان دادند که بذور گل ختمی نسبت به خشکی حساس بود، به طوری که بذور تن‌ها در ۵- بار

درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل اسمزی روند کاهشی و مشابهی را نشان دادند. سطح عدم تنش بیشترین جوانه‌زنی (۶۲ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۴/۳۲ در روز) را دارا بود. سرعت و درصد جوانه‌زنی در سطوح ۰، ۲- و ۴- بار تفاوت معنی داری با هم نداشتند و از سطح تنش ۶- بار به بعد کاهش معنی داری در درصد و سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد به طوری که سطح ۶- بار نسبت به تیمار شاهد ۸۰ درصد کاهش جوانه‌زنی و ۸۸ درصد کاهش سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند (جدول ۲).

دستی و همکاران (۶) با مطالعه تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر روی بذور گل ختمی به کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی با افزایش سطوح خشکی اشاره کردند. علاوه بر این سایر محققان (۱)، ۳، ۱۳ و ۱۵) نیز با بررسی تأثیر سطوح مختلف خشکی به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی اشاره کردند. با توجه به اینکه آب یکی از عوامل اصلی فعال کننده جوانه‌زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی کاهش می‌یابد، پتانسیل آب محیط تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی گیاه دارد (۱۴). در مطالعاتی که توسط کرامر و همکاران (۲۲) انجام گرفت کاهش جوانه‌زنی تحت تأثیر تنش خشکی به کاهش رطوبت سلول و تأثیر آن بر ساخت پروتئین‌ها و ترشح هورمون‌ها نسبت داده شد. بطور کلی بدلیل کاهش پتانسیل آب سلول‌های در حال رشد درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز با افزایش سطح تنش خشکی کاهش یافتند، بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و ۸- بار بود. تیمارهای ۰، ۲- و ۴- بار از لحاظ طول ریشه‌چه و تیمارهای ۰ و ۲- بار از لحاظ طول ساقه‌چه تفاوت معنی داری با هم نداشتند. میزان کاهش طول ریشه‌چه از پتانسیل اسمزی صفر به ۸- بار برابر ۲۲/۲۸ میلی متر بود، در حالی که طول ساقه‌چه در تیمار ۸- بار نسبت به تیمار شاهد ۱۰۰ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). طول ساقه‌چه در عکس العمل به تنش خشکی نسبت به سایر خصوصیات اندازه گیری شده از حساسیت بیشتری برخوردار بود.

شد. در نهایت ۲۵ عدد بذر با قوه نامیه ۷۰ درصد جوانه‌زنی به داخل هر پتری دیش اضافه شد و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد (با توجه به مطلوب بودن دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برای اکثر بذور) در داخل ژرمیناتور در شرایط روشنائی قرار داده شد. بذره‌های جوانه زده بصورت روزانه به مدت ۱۴ روز از شروع کشت شمارش و ثبت گردید. به سبب تبخیر آب در مواقع لازم به پتری دیش‌ها آب مقطر اضافه شد.

درصد جوانه‌زنی از تقسیم تعداد نهایی بذور جوانه زده بر تعداد بذور کشت شده به دست آمد. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی نیز تعداد بذور جوانه زده شده در هر روز تا پایان دوره جوانه‌زنی شمارش گردید و سرعت جوانه بر حسب جوانه‌زنی نسبی بذور از طریق معادله زیر بدست آمد (۱۸).

$$\text{معادله (۱)}$$

$$Y_n = X_1.Y_1 + (X_2 - X_1).Y_2 + \dots + (X_n - X_{n-1}).Y_n$$

که در آن  $X_n$  درصد بذور جوانه زده در شمارش  $n$  ام و  $Y_n$  تعداد روز از ابتدای کشت تا زمان شمارش  $n$  ام است.

پس از گذشت ۱۴ روز از شروع کشت طول ریشه‌چه و ساقه‌چه‌های کلیه بذور جوانه زده با خط کش اندازه گیری و سپس توسط ترازو وزن تر آن‌ها بطور جداگانه محاسبه شد. سپس ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد و در نهایت وزن آن‌ها اندازه گیری و به عنوان وزن خشک ثبت گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۳۶) و مقایسه میانگین‌ها داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### تنش خشکی

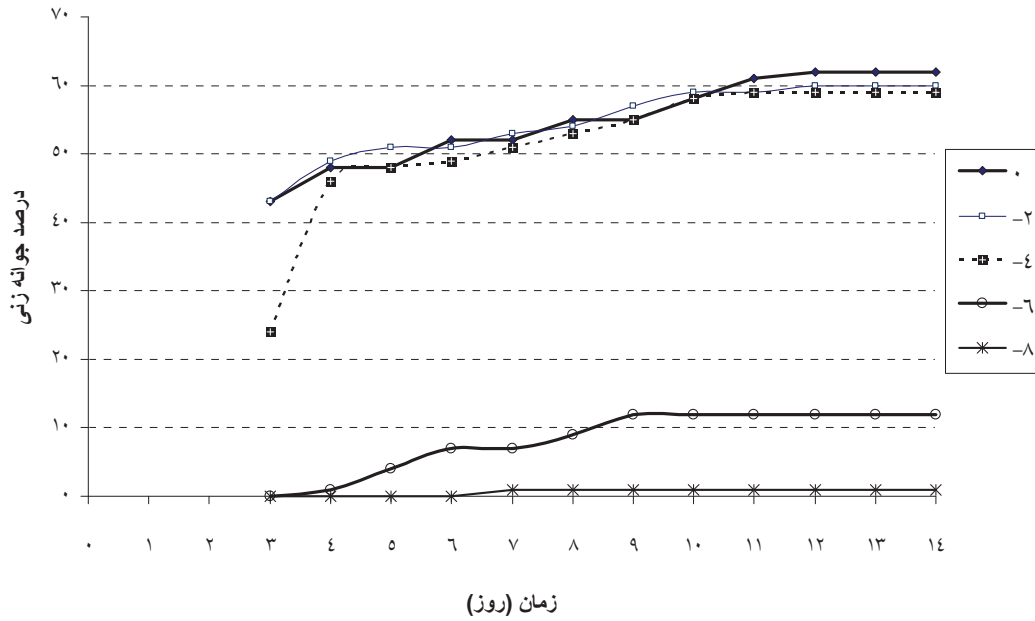
نتایج نشان داد که تیمارهای خشکی از نظر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با هم اختلاف معنی داری داشتند ( $p < 0.05$ ) (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه‌زنی مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی در گیاه گل ختمی

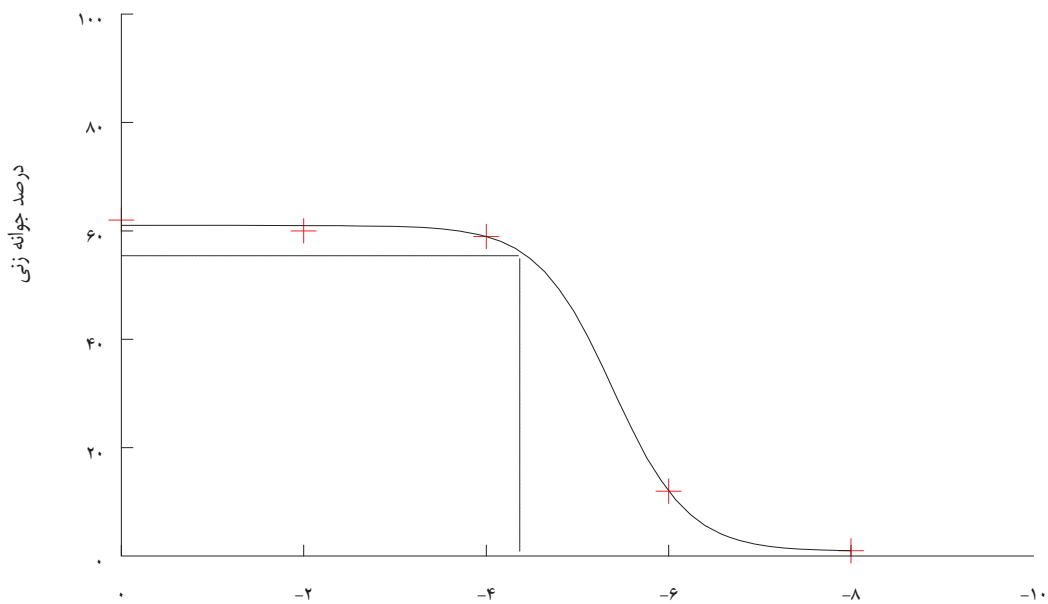
| منابع تغییرات | درجه آزادی | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن تر ریشه‌چه | وزن تر ساقه‌چه | وزن خشک ریشه‌چه | وزن خشک ساقه‌چه |
|---------------|------------|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| تیمار         | ۴          | ۳۲۷/۶۴**       | ۱۵/۲۳**        | ۲۹۰/۷۷**    | ۶۱۲/۴۷**    | ۰/۱۵**         | ۲۱/۳۳**        | ۱/۷۱**          | ۰/۰۵*           |
| خطا           | ۱۵         | ۳۴/۴۳          | ۰/۱۳           | ۱۶/۷۰       | ۶/۰۰        | ۰/۰۲۵          | ۱/۱۰           | ۰/۰۰۳           | ۰/۰۰۱           |

\*\* معنی دار در سطح احتمال یک درصد

\* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی گیاه گل ختمی در تیمارهای مختلف خشکی با گذشت زمان



$$Y_{10\%} = 6.5 \quad X_{10\%} = -6.15$$

$$a_1 = 0.000335$$

$$a_0 = -0.004181$$

تیمارهای خشکی (بار)

شکل ۲- درصد جوانه‌زنی گیاه گل ختمی در تیمارهای مختلف خشکی با گذشت زمان

حسینی و رضوانی مقدم (۴) و گواهی و همکاران (۱۵) با بررسی اثر سطوح تنش خشکی و شوری به کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اشاره کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. در واقع با

مطابق با نتایج این آزمایش حسنی (۳) نیز با مطالعه سطوح تنش آبی بر گیاه دارویی ریحان عنوان داشت که ریشه‌چه‌ها نسبت به شرایط تنش خشکی کمتر از ساقه‌چه‌ها تحت تأثیر قرار گرفتند.

شرایط تنش خشکی امری طبیعی بوده و عدم انتقال یا کاهش مواد غذایی از بافت‌های ذخیره ای بذر به جنین می‌تواند یکی از علل آن باشد.

افزایش تنش خشکی، آب قابل دسترس بذور جهت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و در نتیجه با کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی طول ریشه‌چه کاهش می‌یابد (۲۷). کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در

جدول ۲- مقایسات میانگین خصوصیات جوانه‌زنی گیاه گل ختمی تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی

| تیمارهای خشکی (بار) | سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) | طول ریشه‌چه (میلی متر) | طول ساقه‌چه (میلی متر) | وزن تر ریشه‌چه (میلی گرم در گیاهچه) | وزن تر ساقه‌چه (میلی گرم در گیاهچه) | وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم در گیاهچه) | وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم در گیاهچه) |
|---------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ۰                   | ۴/۳۳ <sup>a</sup>             | ۲۲/۷۸ <sup>a</sup>     | ۲۹/۸۳ <sup>a</sup>     | ۰/۵۱ <sup>a</sup>                   | ۵/۱۷ <sup>a</sup>                   | ۰/۰۵ <sup>a</sup>                    | ۰/۳۳ <sup>a</sup>                    |
| -۲                  | ۴/۳۱ <sup>a</sup>             | ۱۷/۷۲ <sup>ab</sup>    | ۲۸/۰۶ <sup>a</sup>     | ۰/۴۵ <sup>a</sup>                   | ۵/۸۱ <sup>a</sup>                   | ۰/۰۴ <sup>a</sup>                    | ۰/۲۲ <sup>a</sup>                    |
| -۴                  | ۳/۸۰ <sup>a</sup>             | ۱۸/۴۷ <sup>ab</sup>    | ۲۱/۲۰ <sup>b</sup>     | ۰/۴۳ <sup>a</sup>                   | ۳/۳۷ <sup>b</sup>                   | ۰/۰۳ <sup>a</sup>                    | ۰/۱۸ <sup>a</sup>                    |
| -۶                  | ۰/۴۸ <sup>b</sup>             | ۱۵/۶۷ <sup>b</sup>     | ۱۱/۹۰ <sup>c</sup>     | ۰/۲۵ <sup>b</sup>                   | ۲/۵ <sup>b</sup>                    | ۰/۰۳ <sup>a</sup>                    | ۰/۲۵ <sup>a</sup>                    |
| -۸                  | ۰/۰۳ <sup>c</sup>             | ۰/۵۰ <sup>c</sup>      | ۰/۰۰ <sup>d</sup>      | ۰/۰۲ <sup>c</sup>                   | ۰/۰۰ <sup>c</sup>                   | ۰/۰۰ <sup>b</sup>                    | ۰/۰۰ <sup>b</sup>                    |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

۲-، ۴- و ۶- از اختلاف معنی داری برخوردار نبود. همچنین کمترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به پتانسیل اسمزی ۸- بار (صفر میلی گرم در گیاهچه) مربوط بود (جدول ۲). گواهی و همکاران (۱۵) نیز با بررسی تأثیر شوری و خشکی بر روی جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاه دانه گزارش کردند که افزایش تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد.

نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که تمامی خصوصیات جوانه‌زنی مورد مطالعه تحت تأثیر تنش خشکی از همبستگی مثبت و معنی داری با یکدیگر برخوردار بودند، بیشترین همبستگی بین سرعت جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی ( $r^{**} = 0.98$ ) بود (جدول ۳). با افزایش سرعت جوانه‌زنی تعداد بذور جوانه زده در یک زمان مشخص افزایش یافت، بنابراین اگر در تیماری سرعت جوانه‌زنی افزایش یابد می‌توان عنوان داشت که بذور بیشتری جوانه زده و در نهایت درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد.

از لحاظ وزن تر ریشه‌چه سطوح ۰، ۲- و ۴- بار اختلاف معنی داری با هم نداشتند. میزان کاهش وزن تر ریشه‌چه از شاهد تا سطوح تنش ۶- و ۸- بار به ترتیب برابر ۰/۲۶ و ۰/۴۹ میلی گرم در گیاهچه بود. بیشترین وزن تر ساقه‌چه به سطح تنش ۲- بار برابر با ۵/۸۱ میلی گرم در گیاهچه مربوط بود که نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشت. دو سطح تنش ۴- و ۶- بار با اختلاف ۰/۸۷ میلی گرم در گیاهچه اختلاف معنی داری با هم داشتند. همچنین با توجه به اینکه در پتانسیل اسمزی ۸- بار ساقه‌چه ای تولید نشد وزن تر آن کمترین میزان را داشت (صفر میلی گرم در گیاهچه) (جدول ۲). حسنی (۳) نشان داد که با کاهش پتانسیل آب از صفر تا ۰/۴۱- مگاپاسکال وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت.

وزن خشک ریشه و ساقه‌چه نیز با کاهش پتانسیل آب کاهش یافتند. تیمار شاهد به ترتیب با ۰/۰۵ و ۰/۳۲ میلی گرم در گیاهچه بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را داشت که با سطوح تنش

جدول ۳- مقادیر ضرایب همبستگی بین صفات مرتبط با سطوح مختلف خشکی در گیاه گل ختمی

| خصوصیات جوانه‌زنی | درصد جوانه‌زنی     | سرعت جوانه‌زنی     | طول ریشه‌چه        | طول ساقه‌چه        | وزن تر ریشه‌چه     | وزن تر ساقه‌چه     | وزن خشک ریشه‌چه    | وزن خشک ساقه‌چه |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| درصد جوانه زنی    | ۱                  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |
| سرعت جوانه زنی    | ۰/۹۸ <sup>**</sup> | ۱                  |                    |                    |                    |                    |                    |                 |
| طول ریشه‌چه       | ۰/۶۹ <sup>**</sup> | ۰/۶۸ <sup>**</sup> | ۱                  |                    |                    |                    |                    |                 |
| طول ساقه‌چه       | ۰/۹۱ <sup>**</sup> | ۰/۹۲ <sup>**</sup> | ۰/۸۵ <sup>**</sup> | ۱                  |                    |                    |                    |                 |
| وزن تر ریشه‌چه    | ۰/۵۳ <sup>**</sup> | ۰/۵۱ <sup>**</sup> | ۰/۷۹ <sup>**</sup> | ۰/۷۳ <sup>**</sup> | ۱                  |                    |                    |                 |
| وزن تر ساقه‌چه    | ۰/۸۱ <sup>**</sup> | ۰/۸۳ <sup>**</sup> | ۰/۸۰ <sup>**</sup> | ۰/۹۳ <sup>**</sup> | ۰/۶۸ <sup>**</sup> | ۱                  |                    |                 |
| وزن خشک ریشه‌چه   | ۰/۵۱ <sup>*</sup>  | ۰/۵۳ <sup>**</sup> | ۰/۷۸ <sup>**</sup> | ۰/۷۳ <sup>**</sup> | ۰/۷۲ <sup>**</sup> | ۰/۷۲ <sup>**</sup> | ۱                  |                 |
| وزن خشک ساقه‌چه   | ۰/۴۹ <sup>*</sup>  | ۰/۵۵ <sup>**</sup> | ۰/۷۰ <sup>**</sup> | ۰/۷۱ <sup>**</sup> | ۰/۷۴ <sup>**</sup> | ۰/۶۶ <sup>**</sup> | ۰/۶۹ <sup>**</sup> | ۱               |

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

### تنش شوری

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف شوری همانند سطوح مختلف خشکی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر گل ختمی معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) (جدول ۴).

درصد جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب روند کاهشی نشان داد به طوری که با کاهش پتانسیل اسمزی درصد جوانه‌زنی از ۵۸ درصد در تیمار شاهد به شش درصد در تیمار شوری ۱۰- بار رسید. میزان کاهش درصد جوانه‌زنی از پتانسیل اسمزی صفر به ۱۰- بار برابر با ۵۲ درصد بود. سطوح تنش ۰ و ۲- بار تفاوت معنی داری ( $p < 0.05$ ) از نظر درصد جوانه‌زنی نداشتند. همچنین سطوح تنش ۴-، ۶- و ۸- بار به ترتیب نسبت به تیمار شاهد ۳۹، ۶۳ و ۸۲ درصد کاهش جوانه‌زنی نشان دادند (جدول ۴). قنواتی و همکاران (۱۳) و گواهی و

همکاران (۱۵) نیز کاهش درصد جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش شوری را گزارش کرده اند که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت داشت. همچنین پولجاکوف و همکاران (۳۳) کاهش جوانه‌زنی بذر تحت تنش شوری را به دلیل تأثیر مستقیم کلرور سدیم بر روی رشد جنین گزارش کردند. شوری با کاهش پتانسیل آب از طریق اثرات سمی یون‌هایی مثل سدیم و کلر جوانه‌زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۴، ۳۸ و ۳۹).

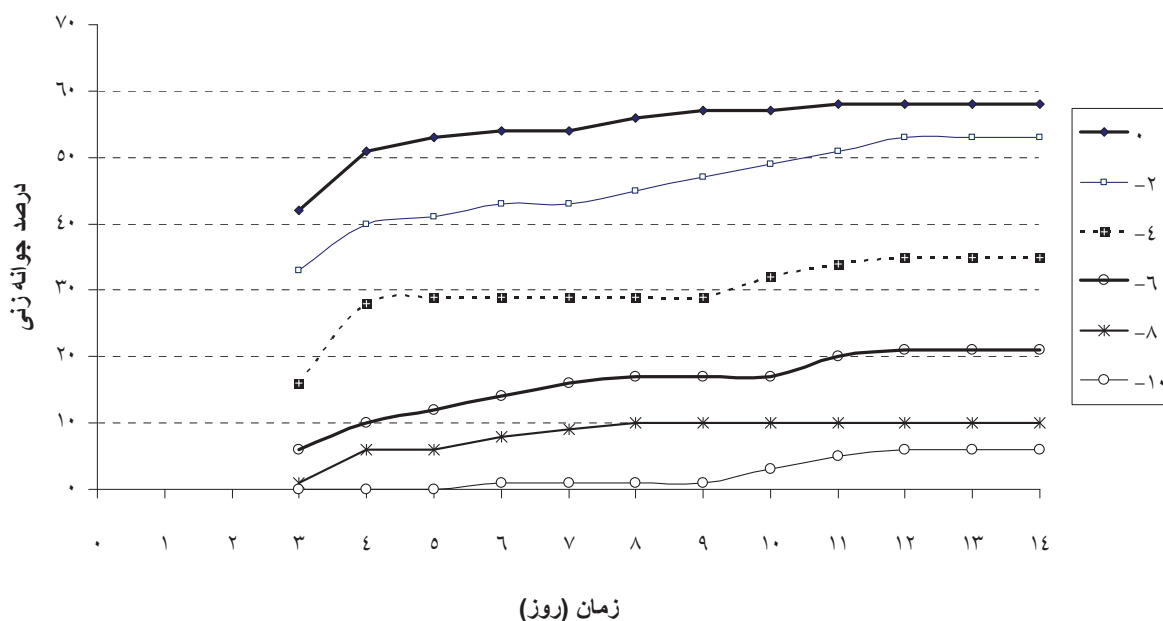
سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل شوری نسبت به درصد جوانه‌زنی از روند تغییرات شدیدتری برخوردار بود. به طوری که تیمار شاهد با بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۴/۳۱ در روز) با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان داد. کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به سطح تنش ۱۰- بار بود که نسبت به تیمار شاهد ۹۶ درصد کاهش داشت (جدول ۵).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه‌زنی مربوط به تأثیر سطوح مختلف شوری در گیاه گل ختمی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن تر ریشه‌چه | وزن تر ساقه‌چه | وزن خشک ریشه‌چه | وزن خشک ساقه‌چه |
|---------------|------------|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| تیمار         | ۵          | ۱۹۱۴/۸۰**      | ۱۱/۳۶**        | ۳۲۴/۰۰**    | ۶۵۶/۸۰**    | ۰/۰۷**         | ۶۵/۸۴**        | ۲/۰۹**          | ۰/۱۳**          |
| خطا           | ۱۸         | ۴۵/۵۵          | ۰/۱۷           | ۲/۲۰        | ۸/۷۹        | ۰/۰۰۰۲         | ۵/۳۱           | ۰/۰۱            | ۰/۰۲            |

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

\* معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد



شکل ۳- درصد جوانه‌زنی گیاه گل ختمی در تیمارهای مختلف شوری با گذشت زمان

جدول ۵- مقایسات میانگین خصوصیات جوانه زنی گیاه گل ختمی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

| تیمارهای شوری (بار) | درصد جوانه زنی  | سرعت جوانه زنی (تعداد در روز) | طول ریشه چه (میلی متر) | طول ساقه چه (میلی متر) | وزن تر ریشه چه (میلی گرم در گیاهچه) | وزن تر ساقه چه (میلی گرم در گیاهچه) | وزن خشک ریشه چه (میلی گرم در گیاهچه) | وزن خشک ساقه چه (میلی گرم در گیاهچه) |
|---------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ۰                   | ۵۸ <sup>a</sup> | ۴/۳۱ <sup>a</sup>             | ۲۵/۴۷ <sup>a</sup>     | ۳۱/۷۵ <sup>a</sup>     | ۰/۴۹ <sup>a</sup>                   | ۶/۴۴ <sup>a</sup>                   | ۰/۰۴ <sup>a</sup>                    | ۰/۳۷ <sup>a</sup>                    |
| ۲                   | ۵۳ <sup>a</sup> | ۳/۵۷ <sup>b</sup>             | ۱۹/۶۳ <sup>b</sup>     | ۳۳/۸۴ <sup>a</sup>     | ۰/۴۶ <sup>a</sup>                   | ۷/۰۵ <sup>a</sup>                   | ۰/۰۴ <sup>a</sup>                    | ۰/۴۵ <sup>a</sup>                    |
| ۴                   | ۳۵ <sup>b</sup> | ۲/۲۷ <sup>c</sup>             | ۱۶/۲۸ <sup>c</sup>     | ۳۲/۲۰ <sup>a</sup>     | ۰/۲۴ <sup>b</sup>                   | ۶/۰۰ <sup>a</sup>                   | ۰/۰۳ <sup>a</sup>                    | ۰/۳۸ <sup>a</sup>                    |
| ۶                   | ۲۱ <sup>c</sup> | ۱/۱۲ <sup>d</sup>             | ۱۰/۸۳ <sup>d</sup>     | ۲۱/۹۷ <sup>b</sup>     | ۰/۲۰ <sup>b</sup>                   | ۴/۷۵ <sup>b</sup>                   | ۰/۰۳ <sup>a</sup>                    | ۰/۲۶ <sup>a</sup>                    |
| ۸                   | ۱۰ <sup>d</sup> | ۰/۵۴ <sup>de</sup>            | ۴/۴۱ <sup>e</sup>      | ۱۷/۴۳ <sup>c</sup>     | ۰/۱۵ <sup>c</sup>                   | ۴/۲۷ <sup>b</sup>                   | ۰/۰۲ <sup>a</sup>                    | ۰/۳۱ <sup>a</sup>                    |
| ۱۰                  | ۶ <sup>d</sup>  | ۰/۱۵ <sup>e</sup>             | ۲/۲۰ <sup>f</sup>      | ۰/۴۱ <sup>d</sup>      | ۰/۰۵ <sup>d</sup>                   | ۰/۰۸ <sup>c</sup>                   | ۰/۰۰ <sup>b</sup>                    | ۰/۰۰ <sup>b</sup>                    |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند ( $p < 0.05$ ).

انرژی لازم جهت خروج ریشه چه و ساقه چه ها و رشد آن‌ها فراهم نمی‌شود (۳۱).

وزن تر ریشه چه و ساقه چه نیز تحت تأثیر افزایش تنش شوری قرار گرفتند و کاهش معنی داری نشان دادند ( $p < 0.05$ ). وزن تر ریشه چه در سطوح ۰ و ۲- بار و وزن تر ساقه چه در سطوح تنش ۰، ۲- و ۴- بار اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. بیشترین وزن تر ریشه چه و ساقه چه به ترتیب مربوط به تیمارهای صفر و ۲- بار بودند. میزان کاهش وزن تر ریشه چه و ساقه چه از شاهد تا پتانسیل ۱۰- بار به ترتیب برابر ۰/۴۴ و ۶/۳۶ میلی گرم در گیاهچه بود (جدول ۵). مطابق با نتایج این آزمایش رضایی و علی نژاد (۹) نیز با بررسی اثر سطوح شوری صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نمک طعام بر جوانه زنی زیره سبز نشان دادند که وزن تر گیاهچه با افزایش سطوح مختلف شوری کاهش یافت.

با افزایش تنش شوری از وزن خشک ریشه چه و ساقه چه نیز کاسته شد. بجز سطح تنش ۱۰- بار که کمترین وزن خشک ریشه چه (صفر میلی گرم در گیاهچه) را داشت، سایر سطوح تنش اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. از لحاظ وزن خشک ساقه چه نیز تا سطح ۶- بار اختلاف معنی داری مشاهده نشد. سطوح تنش ۲- و ۱۰- بار به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه چه را داشتند (جدول ۵). کاهش وزن خشک ریشه چه و ساقه چه با افزایش تنش خشکی امر طبیعی بوده که توسط رضایی و علی نژاد (۹) و گواهی و همکاران (۱۵) نیز گزارش شد.

نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که بین خصوصیات اندازه گیری شده همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). بین سرعت جوانه زنی با درصد جوانه زنی بیشترین همبستگی وجود داشت (\*\*۰/۹۹) (جدول ۶). به طوری که با افزایش سرعت جوانه زنی، درصد بذور جوانه زده در طی یک زمان مشخص، افزایش یافت.

دشتی و همکاران (۶) با بررسی تأثیر تنش آبی و شوری بر جوانه زنی گل ختمی به نتایج مشابهی دست یافتند، به طوری که با افزایش شوری درصد و سرعت جوانه زنی کاهش پیدا کردند. دوازده امامی (۷) با بررسی تأثیر شوری بر روی بابونه، اسفزه، روناس، مریم گلی، بادرنجبویه، رازیانه، انیسون، زنیان، گاوزبان و زوفا گزارش کرد که افزایش شوری آب درصد و سرعت جوانه زنی بذور را کاهش داد و روند کاهشی سرعت جوانه زنی در اثر افزایش شوری شدیدتر از کاهش درصد جوانه زنی بود، به طوری که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. همچنین خمیری و همکاران (۵) در مورد چای ترش، سنای هندی، زوفا، ریحان و کنگر فرنگی و حسینی و رضوانی مقدم (۴) در بررسی اسفزه گزارش کردند که سطوح مختلف شوری، سرعت جوانه زنی را کاهش داد. تنش شوری از طریق کاهش سرعت جذب آب در نتیجه ی اثر اسمزی و یا افزایش خروج یون ها با تغییر فعالیت‌های هورمونی و آنزیمی، سرعت جوانه زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۵).

با افزایش شدت تنش شوری طول ریشه چه و ساقه چه کاهش یافتند، به طوری که این روند کاهشی در مورد طول ریشه چه نسبت به طول ساقه چه بیشتر محسوس بود. تمام سطوح تنش از لحاظ طول ریشه چه با هم اختلاف معنی داری داشتند ( $p < 0.05$ ). بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰- بار بود که نسبت به شاهد ۹۱ درصد کاهش نشان داد. از لحاظ طول ساقه چه بین سطوح ۰، ۲- و ۴- بار اختلاف معنی داری مشاهده نشد و سطح تنش ۲- بار بیشترین طول ساقه چه را داشت (۳۳/۸۴ میلی متر) (جدول ۵). کاهش طول ریشه چه و ساقه چه در اثر افزایش تنش شوری توسط سایر محققان (۴، ۱۵ و ۱۹) نیز گزارش شد. بطور معمول کاهش طول ریشه چه و ساقه چه در محلول کلرور سدیم بدلیل سمیت یون ها و اثر منفی آن‌ها بر غشای سلول است (۸). تنش شوری با کاهش جذب آب و با ایجاد اختلال در ترشح آنزیم‌هایی از جمله آمیلاز و لیپاز مانع از تجزیه مواد اندوخته بذر شده و در نتیجه

جدول ۶- مقادیر ضرایب همبستگی بین صفات مرتبط با سطوح مختلف شوری در گیاه گل ختمی

| خصوصیات جوانه‌زنی | درصد جوانه زنی | سرعت جوانه‌زنی | طول ریشه چه | طول ساقه‌چه | وزن تر ریشه چه | وزن تر ساقه‌چه | وزن خشک ریشه چه | وزن خشک ساقه‌چه |
|-------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| درصد جوانه زنی    | ۱              |                |             |             |                |                |                 |                 |
| سرعت جوانه زنی    | ۰/۹۹**         | ۱              |             |             |                |                |                 |                 |
| طول ریشه چه       | ۰/۹۴**         | ۰/۹۵**         | ۱           |             |                |                |                 |                 |
| طول ساقه‌چه       | ۰/۷۸**         | ۰/۷۷**         | ۰/۸۵**      | ۱           |                |                |                 |                 |
| وزن تر ریشه چه    | ۰/۷۷**         | ۰/۷۳**         | ۰/۸۲**      | ۰/۷۸**      | ۱              |                |                 |                 |
| وزن تر ساقه‌چه    | ۰/۶۴**         | ۰/۵۹**         | ۰/۷۸**      | ۰/۶۶**      | ۰/۴۹*          | ۱              |                 |                 |
| وزن خشک ریشه چه   | ۰/۵۰*          | ۰/۵۹**         | ۰/۵۷**      | ۰/۷۲**      | ۰/۷۱**         | ۰/۶۶**         | ۱               |                 |
| وزن خشک ساقه‌چه   | ۰/۵۷**         | ۰/۵۵**         | ۰/۶۲**      | ۰/۶۱**      | ۰/۵۱**         | ۰/۶۷**         | ۰/۵۰*           | ۱               |

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

سرعت جوانه زنی بذور در شرایط تنش خشکی در سطوح اولیه تنش (۰، ۲- و ۴- بار) نسبت به تنش شوری بیشتر کاهش داشت، در حالی که در پتانسیل‌های اسمزی (۶- و ۸- بار) تنش شوری کاهش بیشتری در سرعت جوانه‌زنی نشان داد. تاثیر بیشتر تنش خشکی در کاهش درصد و سرعت جوانه زنی بذور نسبت به تنش شوری در پتانسیل‌های مشابه توسط اکچو و همکاران (۳۲) با بررسی بذور نخود فرنگی و اشرف و ابوشاکرا (۲۰) با بررسی بذور گندم نیز گزارش شد که با نتیجه حاصل از این آزمایش مطابقت داشت.

طول ریشه‌چه در شرایط تنش شوری نسبت به تنش خشکی از شاهد تا سطح ۶- بار بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت، در حالی که در پتانسیل اسمزی ۸- بار کاهش طول ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی بیشتر از تنش شوری بود. در پتانسیل اسمزی ۶- بار طول ریشه‌چه به ترتیب در تنش خشکی و شوری ۱۸ و ۵۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافتند (جدول ۳ و ۴). که علت آن می‌تواند دلیل ایجاد تنش یونی علاوه بر تنش اسمزی در تیمار شوری باشد (۸).

طول ساقه‌چه بر خلاف طول ریشه‌چه در تنش خشکی نسبت به تنش شوری بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت، به طوری که در پتانسیل اسمزی ۸- بار در تیمار خشکی ساقه‌چه ای ایجاد نشد، در حالی که در مورد تنش شوری بذور تا ۱۰- بار تولید ساقه‌چه داشتند (جدول ۳ و ۴). برومند رضا زاده و کوچکی (۱) گزارش کردند که طول ریشه چه و طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری کاهش بیشتری از خود نشان دادند، به طوری که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. کاهش اجزای جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش سرعت و میزان جذب اولیه آب و نیز اثرات منفی پتانسیل‌های اسمزی پایین و سمیت یون‌های  $Na^+$  و  $Cl^-$  بر فرایندهای بیوشیمیایی مراحل کاتوبولیک و آنابولیک جوانه زنی نسبت داد (۲۹ و ۳۰).

با توجه به نتایج حاصل از دو آزمایش و عدم جوانه‌زنی بذور در پتانسیل‌های ۱۰- بار تنش خشکی و ۱۲- بار تنش شوری، بذور گل ختمی نسبت به سطوح تنش خشکی و شوری از مقاومت پایینی برخوردار بودند. همچنین بذور گل ختمی تا حدودی نسبت به تنش شوری مقاومت بالاتری نشان داد، به طوری که بذور تا ۱۰- بار تنش شوری قادر به جوانه‌زنی بودند، ولی در مورد تنش خشکی بذرها تن‌ها تا سطح ۸- بار جوانه زدند. دشتی و همکاران (۶) نیز مطابق با نتایج این آزمایش با بررسی سطوح خشکی و شوری بر روی جوانه‌زنی بذور گل ختمی گزارش کردند که تن‌ها تا پتانسیل اسمزی ۵- بار تنش خشکی بذور جوانه زدند و همچنین درصد جوانه‌زنی تا غلظت ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم با شاهد در سطح یک درصد تفاوت معنی داری را نشان نداد و به عدم جوانه‌زنی بذور در ۳۵۰ میلی مولار کلرور سدیم اشاره کردند که نشان از مقاومت پایین گل ختمی به خشکی و شوری بود. درصد جوانه‌زنی در پتانسیل‌های اسمزی ۲- و ۴- بار در تنش شوری در مقایسه با تنش خشکی بیشتر کاهش یافت، در حالی که در سطوح بالاتر تنش (۶- و ۸- بار) کاهش درصد جوانه‌زنی بیشتر در تنش خشکی محسوس بود، به طوری که در سطح تنش ۶- بار پتانسیل اسمزی درصد جوانه‌زنی در تنش خشکی ۶۳ درصد و در تنش شوری ۸۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳ و ۴). با توجه به گزارش موجود (۶) و نتایج این تحقیق که حاکی از کاهش ۹۸ و ۸۰ درصدی جوانه‌زنی به ترتیب در پتانسیل‌های اسمزی ۸- و ۶- بار تنش خشکی بود و همچنین مقاومت پایین بذور به تنش شوری، پتانسیل اسمزی صفر تا ۵- بار می‌تواند به عنوان مطلوب ترین شرایط به منظور جوانه‌زنی بذور گل ختمی باشد. مطابق با یافته‌های فوق برومند رضا زاده و کوچکی (۱) و حسینی و رضوانی مقدم (۴) نیز با مطالعه تاثیر تنش خشکی و شوری اظهار داشتند که تنش خشکی نسبت به تنش شوری تاثیر منفی شدیدتری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی داشت.



## منابع

- ۱- برومندرضازاده، ز. و ع. کوچکی. ۱۳۸۴. بررسی واکنش جوانه زنی بذر زنبان، رازیانه و شوید به پتانسیل های اسمزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلايکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف، مجله پژوهش های زراعی ایران، ج ۳، ص ۲۱۷-۲۰۷.
- ۲- توکلی صابری، م. و م. صداقت. ۱۳۶۶. گیاهان دارویی. ترجمه. نشر روز بهان تهران. ص ۹۴.
- ۳- حسینی، ع. ۱۳۸۴. اثر تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلايکول بر خصوصیات جوانه زنی بذر گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ش ۲۱، ص ۵۴۳-۵۳۵.
- ۴- حسینی، ح. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه (*Plantago ovata*). مجله پژوهش های زراعی ایران، ج ۴، ص ۲۲-۱۵.
- ۵- خمیری، ع. ش. ا. سارانی، و م. دهمرده. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر شوری بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه در شش گونه گیاه دارویی. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ج ۲۳، ص ۳۳۹-۳۳۱.
- ۶- دشتی، م. م. شیردل. ح. ظریف کتابی. ۱۳۸۶. تأثیر تنش آبی و شوری بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه گیاه دارویی گل ختمی. سومین همایش گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، ص ۲۰۶.
- ۷- دوازده امامی، س. ۱۳۸۱. اثر تنش شوری و سرما بر خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی بابونه، خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۵۷۲.
- ۸- رحیمیان مشهدی، ح. ع. باقری کاظم آباد، و ا. پاریاب. ۱۳۷۰. اثر پتانسیل های مختلف حاصل از پلی اتیلن گلايکول و کلرور سدیم توام با درجه حرارت بر جوانه زنی توده های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ج ۵، ص ۴۲-۳۷.
- ۹- رضایی، م. و علی نژاد، ط. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر شوری بر جوانه زنی زیره سبز. مجموعه چکیده مقالات اولین همایش ملی زیره سبز. ص ۸۵-۸۴.
- ۱۰- زرگری، ع. ۱۳۷۵. گیاهان دارویی. جلد سوم. چاپ پنجم. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ص ۵۰۱-۵۰۰.
- ۱۱- زمان، س. ۱۳۷۹. گیاهان دارویی: روش های کشت، برداشت و شرح مصور رنگی ۲۵۶ گیاه. ترجمه. انتشارات ققنوس. تهران. ص ۱۰۲.
- ۱۲- سعیدیان، ف. ۱۳۷۵. بررسی مقاومت به خشکی و کارایی مصرف آب در دو گونه مرتعی. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
- ۱۳- قنوتی، م. س. هوشمند، و ح. زینعلی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی دو گیاه بابونه، خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۵۹۷.
- ۱۴- کوچکی، ع. م. راشد محصل، م. نصیری، و م. صدر آبادی. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ص ۱۲۱-۷۵.
- ۱۵- گواهی، م. م. صفاری، غ. صفاری. و ا. شجاع. ۱۳۸۵. بررسی تنش خشکی و شوری بر روی جوانه زنی بذر گیاه دارویی سیاه دانه، خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۵۹۸.
- ۱۶- لباسچی، م. و ا. شریفی عاشورآبادی. ۱۳۸۳. شاخص های رشد برخی گونه های گیاهان دارویی در شرایط تنش خشکی. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ج ۲۰، ص ۲۶۱-۲۴۹.
- ۱۷- مقتولی، م. م. ر. و چایی چی، ۱۳۷۸. بررسی اثر شوری و نوع نمک بر جوانه زنی و رشد اولیه سورگوم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ج ۶، ص ۴۰-۳۳.
- ۱۸- هاشمی دزفولی، ا. و م. آقاعلیخانی. ۱۳۷۸. خفتگی و رویش بذر. (ترجمه). دانشگاه شهید چمران اهواز
- 19- Akbari, G., S.A.M. Modarres Sanavy, and S. Yousefzadeh. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum*). Pakistan Journal of Biological Sciences. 10: 2557- 2561.
- 20- Ashraf, C. M, and S. Abu-Shakra. 1978. Wheat seed germination under low temperature and moisture stress. Agronomy Journal. 70: 135-139.
- 21- Catalan, I., Z. Balzarini, E. Talesnik, R. Sereno, and U. Karlin. 1994. Effect of salinity on germination and seedling growth of *Prosopis flexuosa*. Forest Ecology and Management. 63: 347-357.
- 22- Cramer, G.R., E. Epstein, and A. Lauchli. 1991. Effect of sodium, potassium and calcium on salt – stressed barley. II. Element analysis. Physiology. Plantarum. 81:187-292.
- 23- Fougere, F., D.L. Rudulier, and J.G. Streeter. 1991. Effects of salt stress on amino acid, organic acid, and carbohydrate composition of roots bacteroids, and cytosol of alfalfa (*Medicago sativa*). Plant Physiology. 96: 1228-

- 1236.
- 24- Ghoulam, C, and K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris*). *Seed Science and Technology*. 29: 357-364.
- 25- Huang, J. and R.E. Redmann. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. *Canadian Journal of Plant Science* 75: 815-9.
- 26- Kermoder, R. 1990. Regulatory mechanisms involved in the transition from seed development to germination. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 9: 155- 188.
- 27- Krishnamurthy, L., O. Ito, C. Johansen, and N.P. Saxsena. 1998. Length to weight ratio of chickpea roots under progressively reducing soil moisture conditions in a vertisol. *Field Crops Research*. 58: 177-185.
- 28- Michel, B.E, and M.R. Kaufman, 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 51: 914-916.
- 29- Misra, N, and U.N. Dwivedi. 1995. Carbohydrate metabolism during seed germination and seedling growth in green gram under saline stress. *Plant Physiology*. 33: 33-40.
- 30- Neto, N.B.M., S.M. Saturnino, D.C. Bomfim, and C.C. Custodio. 2004. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. *Brazilian Biology and Technology*. 47: 521-529.
- 31- Niu, X., R.A. Bressan, P.M. Hasegawa, and J.M. Pardo. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environment. *Plant Physiology*. 109: 735- 742.
- 32- Okcu, G., M.D. Kaya, and M. Atak. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum*). *Turkian Journal of Agriculture and Forestry*. 29: 237-242.
- 33- Poljakoff-mayber, A., G. F. Somers, E. Werker, and J. I. Gallagher. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae), their structure, germination and salt tolerance. *American Journal of Botany*. 81: 54-59.
- 34- Pujol, J.A., J.F. Calvo, and L. Ramyrez-Dyaz. 2000. Recovery of germination in different osmotic conditions by four halophytes in Southeastern Spain. *Annals of Botany*. 85: 279-286.
- 35- Qureshi, A.S., M. Qadir, N. Heydari, H. Turrall, and A. Javadi. 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. (IWMI Working Paper 125). pp: 30.
- 36- SAS Institute, 2000. The SAS System for Windows, Release 8.0. Statistical Analysis Systems Institute, Carry, NC.
- 37- Szaboles, I. 1994. Soils and salinization. In *Handbook of plant and crop stress*. CRC Press. Edition 2nd. pp: 1-12.
- 38- Tobe, K., X.M. Li, and K. Omasa. 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae). *Seed Science Research*. 14: 345-353.
- 39- Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*. 6: 66-71.