نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، ص ۱۵۸-۱۵۱

Journal of Plant Protection
Vol. 24, No. 2, Summer 2010, p. 151-158

بررسی اثرات تنش شوری و خشکی ناشی از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌هرز اُزمک (*Cardaria draba*)

مهدی مجاب[۱] – غلامرضا زمانی [۲*]

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۳
تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۲

چکیده

تنش‌های شوری و خشکی از تنش‌های محیطی رایج در کشور است که بر مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارند. به منظور بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی، بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌هرز اُزمک *(Cardaria draba)* آزمایشی در محیط پتری‌دیش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۸۷ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و ماتریک ناشی از تنش شوری و خشکی در چهار سطح ۰/۳-، ۵-، ۱۰- و ۱۵- بار به همراه تیمار شاهد (آب مقطر) بودند. نتایج نشان داد که با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی و ماتریک درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت ($P \leq ۰/۰۵$) و این کاهش در تنش خشکی به طور معنی‌داری در اکثر صفات نسبت به تنش شوری بیشتر بود. کاهش طول ساقه‌چه در هر دو تنش بیشتر از ریشه‌چه بود که نشان‌دهنده‌ی حساسیت بیشتر این صفت می‌باشد. زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی در هنگام مواجه با سطوح تنش به طور معنی‌داری افزایش یافت. برازش مدل لجستیک سه پارامتری رابطه بین سطوح مختلف تنش و درصد جوانه‌زنی را به خوبی توجیه نمود. پارامتر X_{50} مدل مذکور حاکی از کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی اُزمک در پتانسیل‌های اسمزی ۲۳/۹۹۷ بار و ماتریک ۶/۲۲ بار می‌باشد که این امر حساسیت بیشتر اُزمک را به تنش خشکی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، پتانسیل اسمزی، بیولوژی، علف‌هرز

مقدمه

جوانه‌زنی یکی از مهمترین مراحل بحرانی در نمو گیاهان می‌باشد. هر گونه گیاهی برای جوانه‌زنی نیاز مبرم به دامنه‌ای خاص از شرایط محیطی دارد (۲۰). پی بردن به الگوی جوانه‌زنی و سبز شدن گونه‌های علف‌هرز می‌تواند اطلاعات جامعی برای توسعه استراتژی‌های مدیریت علف‌هرز در آینده فراهم کند (۱۱). جوانه‌زنی یک علف‌هرز نقش مهمی در تعیین استقرار موفقیت‌آمیز آن در یک اکوسیستم کشاورزی دارد و این فرایند به وسیله چندین عامل محیطی مانند نور، شوری، PH و رطوبت خاک تنظیم می‌شود (۹ و ۱۹). هاداس (۱۴) پتانسیل آب در محیط را از اساسی‌ترین یا مؤثرترین پارامتر در جذب آب و آماس بذر دانسته و نشان داده است که بذر هر گیاه برای جوانه‌زنی نیاز به یک حداقل آبگیری و آماس دارد و برای رسیدن به آن لازم است پتانسیل آب محیط از حد معینی که وی آن را پتانسیل بحرانی نامید تنزل نکند. بررسی‌های متعدد نیز نشان می‌دهند که با کاهش پتانسیل آب در خاک، جذب آب به وسیله بذر کاهش یافته و قابلیت جوانه‌زنی پایین می‌آید (۲۱). شوری خاک یکی از مهمترین عوامل محدودیت در سیستم‌های کاشت گیاه زراعی می‌باشد که می‌تواند فرایندهای فیزیولوژیکی مهمی را در گیاه تحت تأثیر قرار بدهد (۱۲). تنش خشکی ممکن است جوانه‌زنی را به تأخیر بیندازد، کاهش دهد و یا بطور کامل از آن جلوگیری کند (۲۳)، همچنین منفی تر شدن پتانسیل اسمزی رطوبت خاک با توجه به خصوصیت گونه علف‌هرز می‌تواند زمان سبز شدن و تعداد گیاهچه‌های سبز شده آن را تحت تأثیر قرار دهد (۸). اُزمک از علف‌های‌هرز چندساله، مسئله‌ساز و از خانواده‌ی شب‌بوییان یا چلیپاییان[۳] است. این علف‌هرز ویژه‌ی مناطق گرم و نواحی آفتاب‌گیر است و خاک‌های با بافت سنگین و حاصلخیز را ترجیح می‌دهد. این گیاه از علف‌های‌هرز مزارع غلات، چغندر قند، سیزیجات، زعفران و باغها می‌باشد. هر چند این گیاه تعداد زیادی بذر تولید می‌کند اما

۱و۲- دانشجوی کارشناس ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: grz1343@yahoo.com)

3 - Brassicaceae

مهمترین راه پراکنش آن قطعات بریده ریشه و انتقال آنها توسط ادوات کشاورزی و یا بقایای گیاهی به نقاط دیگر است (۵). توسعه سیستم ریشه‌ای و همچنین توانایی ترشح مواد آللوکمیکال[1] از اندام زیرزمینی که عمدتاً ترکیبات گلوکزاینولات‌ها[2] می‌باشند، باعث شده است که رقابت‌کننده‌ی قوی برای جذب آب و مواد غذایی در مناطق خشک باشد (۱۸).

چوهان و همکاران (۱۱)، نتیجه گرفتند که مقدار کلریدسدیم لازم جهت ۵۰ درصد حداکثر بازدارندگی گونه‌ای از خاکشیر[3] ۶۷/۵ میلی-مولار می‌باشد و در پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگاپاسکال جوانه‌زنی آن به طور کامل متوقف شد. در آزمایش ری و همکاران (۲۴) خاکشیر تلخ[4] تا پتانسیل اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال جوانه‌زنی داشت. بوید و آکر در سال ۲۰۰۴ پتانسیل‌های اسمزی ۰/۰۱-، ۰/۵- و ۱- مگاپاسکال را بر روی جوانه‌زنی کلزا و خردل وحشی مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که، در هر دو گیاه با کاهش پتانسیل آب جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و این کاهش برای خردل وحشی بیشتر بود. چوهان و همکاران (۱۲) در آزمایش خود بر روی شلمی[5] تأثیر پتانسیل اسمزی و تنش ماتریک بر روی جوانه‌زنی این علف‌هرز موردآزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که با منفی‌تر شدن سطوح تنش به ویژه در پتانسیل‌های اسمزی منفی‌تر، جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش یافت. کوگر و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش کردند که، بذر گیاه *Caperonia palustris* در غلظت ۱۶۰ میلی-مولار کلریدسدیم، ۲۷ درصد جوانه‌زنی داشت (۱۹). جوانه زنی بذور شیرتیغی[6] در غلظت ۴۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم به ترتیب بیش از ۹۰ و ۷/۵ درصد جوانه‌زنی داشت ولی در غلظت ۳۲۰ میلی-مولار جوانه‌زنی آنها به طور کامل متوقف شد. همچنین در پتانسیل اسمزی ۰/۶- مگاپاسکال ۱۰ درصد جوانه زنی و در ۰/۸- مگاپاسکال جوانه‌زنی مشاهده نشد (۱۰). اُلیوریا و نورس‌ورتی (۲۳) نتیجه گرفتند که جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه + هیپوکوتیل علف‌هرز نیلوفر[7] در درجه‌حرارت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد با افزایش تنش خشکی کاهش پیدا کرد و در پتانسیل ۱- مگاپاسکال کمتر از ۳ درصد جوانه-زنی داشت. حسینی و همکاران در سال ۱۳۸۶ با بررسی سطوح پتانسیل اسمزی و ماتریک ناشی از تنش شوری و خشکی بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌هرز جودره[8] دریافتند که، با منفی‌تر شدن سطوح تنش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه-چه، وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به کاهش کاهش معنی‌داری یافت و این کاهش در تنش خشکی به مراتب بیشتر از تنش شوری بود. همچنین در هر دو تنش کاهش طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه بود (۴).

با وجود اینکه اُزمک یکی از مشکل‌سازترین علف‌های‌هرز مزارع بیرجند می‌باشد (۶)، اطلاعات جامع بیولوژیکی و اکولوژیکی در مورد جوانه‌زنی این گیاه برای تأثیرگذاری بیشتر برنامه‌های مدیریتی مناسب ضروری می‌باشد و هدف این تحقیق بررسی واکنش جوانه‌زنی این گیاه در برابر تنش‌های خشکی و شوری در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۷در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. هر یک از آزمایش‌ها دارای ۵ تیمار با ۴ تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و ماتریک ناشی از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ درچهار سطح ۰/۳-، ۵-، ۱۰- و ۱۵- بار به همراه تیمار شاهد (آب مقطر) بودند. آزمایش جوانه‌زنی بذور حاکی از نداشتن خواب بذر در این علف‌هرز بود (داده‌ها نشان داده نشده است). به منظور تهیه پتانسیل‌های مختلف شوری از کلرید سدیم (Nacl) و از طریق قانون وانت‌هوف (رابطه ۱) و همچنین برای اعمال تنش خشکی از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG_{6000}) با روش میشل (رابطه ۲) استفاده شد (۲۲).

$$\Psi_S = -miRT \qquad (1)$$

در این فرمول Ψ_S پتانسیل اسمزی بر حسب بار، m مولاریته محلول، i ضریب یونیزاسیون، R ثابت عمومی گازها (bar. Lit. $k^{-1}. mol^{-1}$ ۰/۰۸۳۲) و T دما برحسب درجه کلوین می‌باشد.

$$\Psi = -(۱/۱۸ \times ۱۰^{-۲})\, C - (۱/۱۸ \times ۱۰^{-۴})\, C^{۲} + (۲/۶۷ \times ۱۰^{-۴})\, CT + (۸/۳۹ \times ۱۰^{-۷})\, C^{۲}\, T \qquad (2)$$

در این رابطه Ψ پتانسیل اسمزی بر حسب بار، C مقدار پلی‌اتیلن گلایکول بر حسب گرم بر لیتر و T دما بر حسب درجه سانتیگراد می‌باشد. هر واحد آزمایشی شامل یک عدد پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی‌متر بود که جهت ضدعفونی نمودن، ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در هیپوکلرید سدیم ۵ درصد قرار داده، سپس با آب معمولی شسته و پس از خشک شدن و قرار دادن کاغذ صافی در کف آن‌ها به مدت ۲۴

1 - Allelochemical
2 - Glucosinolate
3 - *Sisymbrium orientale*
4 - *Sisymbrium irio*
5 - *Rapistrum rugosum*
6 - *Sanchus oleraceus*
7 - *Ipomoea lalacunosa*
8 -*Hordeum spontaneum*

ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. جهت ضدعفونی بذور از قارچ‌کش مانکوزب به نسبت ۲ در هزار استفاده شد. برای هر سطح تیمار ۲۰ عدد بذر سالم اُزمک ضدعفونی شده شمارش و در هر یک از پتری‌دیش‌ها بطور یکنواخت بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند و به هر یک از آنها ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر اضافه شد به گونه‌ای که کاغذ صافی کاملاً آغشته به محلول گردید. سپس با خارج کردن حباب‌های هوا در زیر کاغذ صافی در پتری‌دیش‌ها توسط پارافیلم بسته و در اطاقک رشد با شرایط دمایی ۱۵/ ۲۵ درجه سانتیگراد و شرایط نوری ۱۲/۱۲ ساعت (شب/ روز) قرار گرفتند. شمارش روزانه بذور جوانه‌زده اُزمک به منظور تعیین سرعت جوانه‌زنی پس از گذشت ۲۴ ساعت از شروع آزمایش در ساعات یکسانی از روز تا انتهای آزمایش بدون باز کردن درب پتری-دیش‌ها انجام شد. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه در حدود ۲ میلی-متری از بذر بود. شمارش تا زمانی که تعداد بذور جوانه‌زده تا سه روز متوالی در هر نمونه ثابت بود ادامه یافت. به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور از روش ماگویر (۱۵) و از رابطه ۳ استفاده شد:

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i} \qquad (۳)$$

که درآن Rs سرعت جوانه‌زنی ماگویر (تعداد بذر در روز)، S_i تعداد بذور جوانه‌زده در شمارش i ام و D_i تعداد روز تا شمارش i ام می باشد. همچنین به منظور ارزیابی پتانسیل‌های مختلف شوری و خشکی در کاهش درصد جوانه‌زنی اُزمک، از مدل لجستیک سه پارامتری استفاده شد (رابطه ۴):

$$Y = a/[1+(x/x_{50})^b] \qquad (۴)$$

که در آن Y درصد جوانه‌زنی در سطح شوری یا خشکی x، a حداکثر درصد جوانه‌زنی، X_{50} سطح شوری یا خشکی لازم جهت ۵۰ درصد حداکثر بازدارندگی جوانه‌زنی و b نشانگر شیب کاهش جوانه-زنی در اثر افزایش سطوح شوری یا خشکی می‌باشد (۹، ۱۰ و ۱۱).

در پایان آزمایش با استفاده از پنج نمونه تصادفی از هر تیمار، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها وضعیت نرمال بودن تمامی داده‌ها بررسی گردید و در صورت نیاز تبدیل مناسب بر روی آنها انجام شد (برای صفات درصد جوانه‌زنی در هر دو تنش و همچنین در تنش خشکی برای صفات وزن‌تر ساقه‌چه و طول ساقه‌چه از تبدیل $Arc\sin\sqrt{x}$ استفاده شد). زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی بذور توسط برنامه Germin در محیط نرم افزار Excel محاسبه شد[1]. تجزیه آماری داده‌ها به وسیله نرم افزارهای SAS و Sigma Plot و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون FLSD (LSD محافظت شده) و در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت و اشکال با استفاده از نرم افزار Sigma Plot ترسیم گردید.

نتایج و بحث

۱- تنش شوری

مجموع مربعات حاصل از سطوح مختلف شوری در کلیه صفات اندازه‌گیری شده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطوح مختلف شوری درصد جوانه‌زنی تا پتانسیل ۵- بار نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و پتانسیل-های ۱۰- و ۱۵- بار به ترتیب باعث کاهش ۲۰/۵ و ۲۹/۴ درصد جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۲). سرعت جوانه‌زنی با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و پتانسیل‌های ۰/۳-، ۵-، ۱۰- و ۱۵- به ترتیب باعث کاهش ۰/۷۴، ۰/۸۲، ۱/۹۱ و ۳/۱۹ بذر در روز (۱۴/۲، ۱۵/۷، ۳۶/۶۶ و ۶۱/۲۲ درصد) نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۲). زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی اُزمک در هنگام مواجهه با سطوح مختلف شوری افزایش یافت و این موضوع در پتانسیل‌های منفی‌تر مشهودتر بود. نتایج حاصل از این شاخص که با سرعت جوانه زنی بذر نسبت عکس دارد، حاکی از کمتر بودن سرعت جوانه زنی بذور اُزمک در هنگام مواجهه با پتانسیل‌های منفی‌تر شوری می‌باشد (جدول ۲). افغانی و همکاران (۱) گزارش کردند که علف‌هرز اُزمک تحت شرایط شوری بالای خاک (غلظت ۱۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) توانایی ۶۳ درصد جوانه‌زنی و در غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در حدود ۹۰ درصد جوانه‌زنی را دارد. با وجود این، غلظت ۳۲۰ میلی‌مولار کاملاً از جوانه‌زنی این علف‌هرز جلوگیری کرد. چنین به‌نظر می‌رسد که کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش شوری به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا تخریب مراحل متابولیکی جوانه‌زنی و افزایش ترکیبات فنولی می‌باشد. افزایش این ترکیبات باعث کاهش جذب آب در طی مرحله آب‌نوشی[2] شده و در نهایت باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (۱۳).

وزن تر گیاهچه در پتانسیل‌های ۰/۳-، ۵-، ۱۰- و ۱۵- به ترتیب ۱/۲۵، ۱/۴۵، ۲/۸۵ و ۷/۵۲ میلی‌گرم (۴/۵، ۵/۲۶، ۱۰/۳۴ و ۲۷/۲۹ درصد) در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (جدول ۳).

۱- این برنامه (که توسط دکتر سلطانی، استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده است) زمانی که طول می‌کشد تا بذور به ۵۰ درصد حداکثر جوانه زنی خود برسند را از طریق درون یابی (Interpolation) منحنی افزایش جوانه زنی در مقابل تیمارهای آزمایش محاسبه می کند.

2 -Imbibation

جدول ۱- مجموع مربعات (ss) حاصل از تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای علف‌هرز اُزمک

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (ss)							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	زمان رسیدن به ۵۰٪ حداکثر جوانه‌زنی (ساعت)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر گیاهچه (میلی‌گرم)
شوری	۴	۲۴۱۷/۵**	۲۴/۶۴**	۱۹۸۰۹/۹**	۶۶۰/۸۱**	۳۱۳/۵**	۲۲/۴۴**	۳۳/۶۸**	۱۳۶/ ۵۹**
خطا	۱۵	۲۶۲/۵	۲/۱۹	۱۳۷۱/۶۵	۸/۷۸	۲۳/۰۲	۶/۴۸	۱/۳۷	۱۲/۰۸

** معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد

جدول ۲- اثر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای علف‌هرز اُزمک

سطوح مختلف شوری (بار)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	زمان رسیدن به ۵۰٪ حداکثرجوانه‌زنی (ساعت)	وزن‌تر گیاهچه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)
شاهد	۹۷/۵[a]	۵/۲۱[a]	۸۲/۶۶[d]	۱۵/۶۵[a]	۴/۳[a]	۱۱/۳۵[a]	۲۹/۸۵[a]	۲۳/۰۵[a]
-۰/۳	۹۳/۷۵[a]	۴/۴۷[b]	۹۲/۷۸[cd]	۱۳/۸[ab]	۳/۳[b]	۱۰/۵[ab]	۲۱/۵۵[b]	۲۲/۸۹[a]
-۵	۹۲/۵[a]	۴/۳۹[b]	۹۷/۲۱[c]	۱۳/۴۷[b]	۳/۱۷[b]	۱۰/۳[b]	۲۱/۳۲[b]	۲۲/۲[a]
-۱۰	۷۷/۵[b]	۳/۳۰[c]	۱۱۳/۵۸[b]	۱۱/۴[c]	۱/۲۵[c]	۱۰/۱۵[b]	۲۰/۹۵[b]	۱۵/۸[b]
-۱۵	۶۸/۷۵[c]	۲/۰۲[d]	۱۷۱/۱۸[a]	۹/۰۵[d]	/۹[c]	۸/۱۵[c]	۱۸/۰۵[c]	۸/۲۵[c]

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD محافظت‌شده در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

وزن تر ریشه‌چه در پتانسیل‌های مذکور به ترتیب ۱، ۱/۱۳، ۳/۰۵ و ۳/۴ میلی‌گرم (۲۳/۲، ۲۶/۲، ۷۰/۹ و ۷۹/۰۶ درصد) و وزن تر ساقه‌چه ۰/۸، ۱/۰۵، ۱/۲ و ۳/۲ میلی‌گرم (۷/۰۴، ۹/۲۵، ۱۰/۵۷ و ۲۸/۱ درصد) نسبت به شاهد کاهش نشان دادند (جدول ۲). همچنین طول ریشه‌چه با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی روند کاهشی طی نمود و با شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. هر چند که بین پتانسیل‌های ۰/۳- تا ۱۰- از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما پتانسیل ۱۵- بار باعث کاهش ۱۱/۸ میلی‌متر (۳۹/۵ درصد) طول ریشه‌چه نسبت به شاهد گردید. در مورد صفت طول ساقه‌چه بین تیمار شاهد و پتانسیل‌های اسمزی ۰/۳- و ۵- تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشد و پتانسیل‌های ۱۰- و ۱۵- بار به ترتیب باعث کاهش ۷/۲۵ و ۱۴/۸ میلی‌متر (۳۱/۴ و ۶۴/۲ درصد) ساقه‌چه در مقایسه با شاهد شدند و این صفت با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی حساسیت بیشتری نسبت به ریشه‌چه نشان داد (جدول ۲). برومند رضازاده و کوچکی (۲) نیز در طی تحقیق خود بر روی جوانه‌زنی زنیان، رازیانه و شوید مشاهده کردند که با کاهش پتانسیل اسمزی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه به طور معنی‌داری نسبت به شاهد در هر سه گیاه کاهش پیدا کرد و طول ساقه‌چه بیشتر از ریشه‌چه تحت تأثیر تنش قرار گرفت. نتیجه مشابهی نیز توسط حسینی و همکاران (۴) گزارش شده است. با توجه به نقش هورمون آبسیزیک اسید (ABA) به‌عنوان تنظیم کننده رشد در سازگاری گیاه به شرایط نامطلوب محیطی نظیر شوری و همچنین پاسخ بافت و اندام‌های گیاه به تأثیر متقابل هورمون‌ها، احتمال دارد که سطح بالای آبسیزیک اسید سبب کاهش هورمون اکسین (IAA) و در نتیجه سبب کاهش رشد و تقسیم سلولی اندام‌های گیاه گردد (۳).

۲- تنش خشکی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که سطوح مختلف خشکی برکلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در مورد کلیه صفات، از پتانسیل ۵- بار کاهش آغاز شد و در پتانسیل ۱۵- بار به اوج کاهش خود رسیدند.

درصد جوانه‌زنی در بین تیمار شاهد و پتانسیل ۰/۳- بار مشابه بود و تفاوت معنی‌داری دیده نشد اما با منفی‌تر شدن پتانسیل این صفت روند کاهشی شدیدی طی نمود به طوری که پتانسیل‌های ۵- و ۱۰- بار به ترتیب سبب کاهش ۲۳/۰۵ و ۷۶/۹ درصد نسبت به شاهد شدند و در پتانسیل ۱۵- بار جوانه‌زنی صورت نگرفت (جدول ۴). روند سرعت جوانه‌زنی مشابه با درصد جوانه‌زنی بود و پتانسیل‌های ۵- و ۱۰- بار به ترتیب باعث کاهش ۲/۷۶ و ۴/۵۳ بذر در روز (۵۲/۹ و ۸۶/۹ درصد) در مقایسه با شاهد گردید. زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی اُزمک در تیمارهای ۵- و ۱۰- بار نسبت به شاهد افزایش معناداری داشت و بین شاهد و ۰/۳- بار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

وزن‌تر گیاهچه با منفی‌تر شدن پتانسیل آب روند کاهشی طی نمود و پتانسیل‌های ۵- و ۱۰- به ترتیب سبب کاهش ۶/۶ و ۲۱/۱۵ میلی‌گرم (۲۳/۹ و ۷۶/۷ درصد) و وزن‌تر ریشه‌چه ۳/۵۵ و ۳/۹

میلی‌گرم (۸۲/۵ و ۹۰/۶ درصد) در مقایسه با شاهد شدند. وزن تر ساقه‌چه در پتانسیل‌های ۵- و ۱۰- بار به ترتیب ۲/۵۵ و ۱۰/۸۹ میلی‌گرم (۲۲/۴ و ۹۵/۹ درصد)، طول ریشه‌چه ۴/۴ و ۱۶/۴۵ میلی‌متر (۱۴/۷ و ۵۵/۱ درصد) و طول ساقه‌چه ۴/۰۵ و ۱۷/۶ میلی‌متر (۱۷/۵ و ۷۶/ درصد) نسبت به شاهد کاهش نشان دادند (جدول ۴). این موضوع نشان می‌دهد که با منفی‌تر شدن پتانسیل آب صفت طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد. عباسی (۷) طی آزمایشی خود بر روی خصوصیات جوانه‌زنی بذرگیاه ریحان مشاهده کردند که با کاهش پتانسیل آب جوانه‌زنی به طور معناداری کاهش یافت و در پتانسیل ۱/۳۵- مگاپاسکال جوانه‌زنی دیده نشد. همچنین طول ریشه‌چه و ساقه چه، وزن تر ریشه چه و ساقه‌چه نیز کاهش پیدا کرد و این کاهش برای طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه بیشتر بود. علت کاهش رشد طولی ساقه‌چه و ریشه‌چه در اثر تنش خشکی ممکن است مربوط به تحت تأثیر قرار گرفتن سلول‌های مریستمی این دو اندام و اختلال در فرایند تقسیم و طویل شدن سلولی باشد. به‌نظر می‌رسد که طویل شدن سلول بیشتر از تقسیم سلولی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد زیرا در شرایط پتانسیل منفی جذب آب توسط سلول‌ها کاهش یافته و در نتیجه فشار تورژسانس لازم جهت بزرگ شدن سلول‌ها کاهش یافته و توقف و کند شدن رشد را سبب می‌شود.

۳- ارزیابی اثر بازدارندگی تنش شوری و خشکی

به منظور ارزیابی اثر بازدارندگی تنش شوری و خشکی، یک مقایسه گروهی مستقل بین تنش شوری و خشکی برای صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه انجام شد (جدول ۵). نتایج این مقایسه نشان داد که تنش خشکی به طور معنی‌داری اثر بازدارندگی بیشتری نسبت به تنش شوری در مورد صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه داشت و در سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری دیده نشد هر چند که در تنش خشکی کمتر بود. نتیجه مشابهی توسط کایا و همکاران (۱۶) گزارش شده است. در این رابطه، خواجه‌حسینی در سال ۲۰۰۳ دریافت که جوانه‌زنی سویا در محلول کلرید سدیم نسبت به پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ بیشتر است و علت این موضوع را جذب سریع‌تر آب توسط بذر و رسیدن به رطوبت لازم برای جوانه‌زنی در محلول کلرید سدیم نسبت دادند. ممکن است بذور در محلول نمک، بخشی از یون‌های سدیم و کلرید را جذب کرده و پتانسیل اسمزی سلول‌های خود را پایین‌تر از محلول نگه داشته و در نتیجه در پتانسیل‌های منفی جذب آب ادامه داشته است.

جدول ۳- مجموع مربعات (ss) حاصل از تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای علف‌هرز اُزمک

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	زمان رسیدن به ۵۰٪ حداکثر جوانه‌زنی (ساعت)[1]	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر گیاهچه (میلی‌گرم)
خشکی	۴	۲۴۱۷/۵**	۲۴/۶۴**	۱۹۸۰۹/۹**	۱۷۹۹/۸**	۲۵۸۵/۹**	۴۹۷/۶**	۴۸/۱۷**	۲۲۲۵/ ۷۰**
خطا	۱۵	۲۶۲/۵	۲/۱۹	۱۳۷۱/۶۵	۷/۹۰	۱۵/۴۲	۳/۴۴	۱/۵۷	۱۰/۷۳

** معنی‌دار بودن در سطح ۱درصد

جدول ٤- اثر سطوح مختلف خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای علف‌هرز اُزمک

سطوح مختلف خشکی (بار)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	زمان رسیدن به ۵۰٪ حداکثرجوانه‌زنی (ساعت)	وزن‌تر گیاهچه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن‌تر ساقه‌چه (میلی‌گرم)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)
شاهد	۹۷/۵^{a}	۵/۲۱^{a}	۸۲/۶۶^{d}	۱۵/۶۵^{a}	۴/۳^{a}	۱۱/۳۵^{a}	۲۹/۸۵^{a}	۲۳/۰۵^{a}
-۰/۳	۹۷/۵^{a}	۴/۹۳^{a}	۸۸/۴۶^{c}	۱۴/۶۳^{a}	۳/۹۸^{a}	۱۰/۶۵^{a}	۲۸/۸^{a}	۲۲/۶^{a}
-۵	۶۶/۲۵^{b}	۲/۴۵^{b}	۱۱۸/۲^{b}	۹/۵۵^{b}	/۷۵^{b}	۸/۸^{b}	۲۵/۴۵^{b}	۱۹^{b}
-۱۰	۲۲/۵^{c}	/۶۸^{c}	۱۶۵^{a}	۶/۸^{c}	/۴^{bc}	/۴۶^{c}	۱۳/۴^{c}	۵/۴۵^{c}
-۱۵	۰^{d}	۰^{c}	_	۰^{d}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{d}	۰^{d}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD محافظت‌شده در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

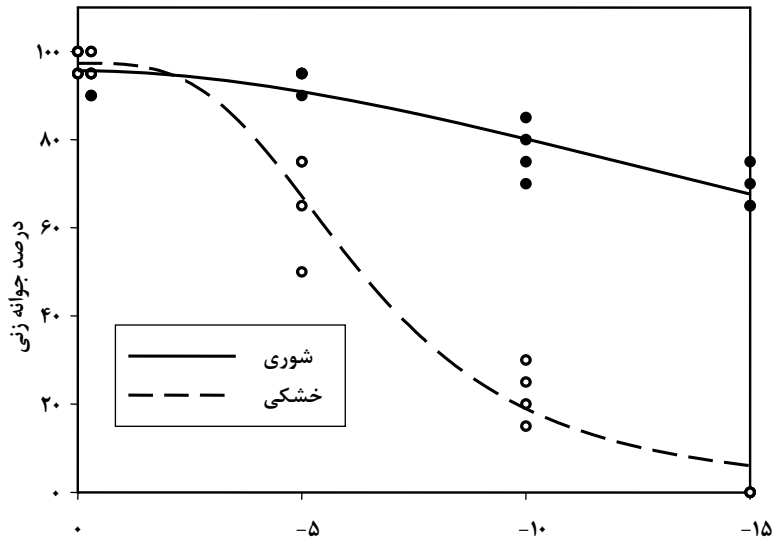
۱- زمان رسیدن به ۵۰٪ حداکثر جوانه‌زنی (ساعت): در محاسبه این شاخص به علت اینکه در تیمار ۱۵- بار جوانه‌زنی صورت نگرفت و با توجه به اینکه با سرعت جوانه زنی بذر نسبت عکس دارد در تجزیه داده‌ها این تیمار خذف شد. بنابراین درجه آزادی خشکی و خطا به ترتیب ۳ و ۱۲ می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه گروهی بین تنش شوری و خشکی بر کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اُزمک

مقایسه گروهی	ضرایب مقایسه	میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	میانگین طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	میانگین طول ساقه‌چه (میلی‌متر)
شوری	+۱	۸۳/۱	۳/۵	۲۰/۵	۱۷/۳
خشکی	−۱	۴۶/۶	۲	۱۶/۹	۱۱/۸
سطح معنی‌داری بین دو گروه		۰/۰۱۶۸	۰/۰۷۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

۴- بررسی خصوصیات جوانه زنی اُزمک از طریق مطالعات وایازی

با توجه به اهمیت درصد نهایی جوانه زنی در مطالعات جوانه زنی بذر، تأثیر پذیری این شاخص از طریق مدل لجستیک سه پارامتری مورد مطالعه قرار گرفت (۹، ۱۰ و ۱۱). این مدل رابطه بین سطوح مختلف تنش و درصد جوانه‌زنی را به خوبی توجیه نمود به طوری که کلیه پارامترها و همچنین ضریب تبیین (R^2) مدل برای تنش شوری و خشکی معنی‌دار بودند (شکل ۱ و جدول ۶). پارامتر X_{50} مدل نشان داد که تنش شوری و خشکی به ترتیب در پتانسیل‌های اسمزی ۲۳/۹۹۷ و ۶/۲۲ بار باعث شدند تا حداکثر درصد جوانه‌زنی اُزمک ۵۰ درصد کاهش یافته است که این امر حساسیت بیشتر اُزمک را به تنش خشکی نشان می‌دهد. پارامتر b مدل (که نمایانگر شیب کاهش جوانه‌زنی در اثر منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی می‌باشد) بیشترین شیب کاهش درصد جوانه زنی را در تنش خشکی نشان داد. بیشتر بودن این شیب نشانگر پاسخ شدیدتر جوانه‌زنی به سطوح مختلف پلی‌اتیلن گلایکول بوده و به نوعی نمایانگر حساسیت بیشتر به تنش خشکی است. با توجه به این اطلاعات مشخص می‌کند که که اُزمک در خاکهای بسیار شور می‌تواند به راحتی جوانه و استقرار پیدا کند. همچنین، در شرایطهایی که موقتاً برای دوره‌ای خشکی شدیدی اتفاق می‌افتد جوانه‌زنی متوقف و بعد از فراهم شدن رطوبت از طریق آبیاری یا بارندگی مجدداً جوانه‌زنی آن شروع می‌شود.



شکل۱- درصد نهایی جوانه‌زنی اُزمک تحت تأثیر سطوح مختلف پتانسیل شوری و خشکی حاصل از کلرید سدیم (Nacl) و پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG_{6000}). نقاط نمایانگر داده‌های مشاهده شده و خطوط، حاصل برازش داده‌ها با معادله لجستیک می‌باشند.

جدول٦- پارامترها و ضریب تبیین مدل رگرسیونی لجستیک برای تعیین درصد جوانه‌زنی بذور اُزمک در سطوح مختلف پتانسیل شوری و خشکی حاصل از کلرید سدیم (Nacl) و پلی‌اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ (PEG_{6000})

پارامترهای مدل	شوری			خشکی		
	مقدار	خطای استاندارد	سطح احتمال	مقدار	خطای استاندارد	سطح احتمال
a	۹۵/۶۴۸	۱/۶۴۸	۰/۰۰۰۱	۹۷/۳۲۹	۲/۴۱۳	۰/۰۰۰۱
b	۱/۸۷۸	۰/۴۳۲	۰/۰۰۰۴	۳/۲۰۴	/۳۵۶	۰/۰۰۰۱
X_{50}	۲۳/۹۹۷	۳/۳۵۴	۰/۰۰۰۱	۶/۴۲۲	/۲۸۹	۰/۰۰۰۱
R^2	۰/۸۴۰۹	–	۰/۰۰۰۱	/۹۷۲۱	–	۰/۰۰۰۱

منابع

۱- افغانی ف.، اسلامی س.و.، محمودی س.، و حسینی‌بجد م.س. ۱۳۸۶. اُزمک (*Cardaria draba* L.) گیاهی پایا با قابلیت جوانه‌زنی بالا. دومین همایش ملی علف‌های‌هرز ایران. ۹ و ۱۰ بهمن ماه، مشهد مقدس، جلد ۲: بیولوژی و اکوفیزیولوژی علف‌های‌هرز. ص.ص. ۳۳-۳۷.

۲- برومندرضازاده ز.، و کوچکی ع. ۱۳۸۴. بررسی واکنش بذر زنیان، رازیانه و شوید به پتانسیل‌های اسمزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی-اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف. مجله پژوهشهای زراعی ایران. ج ۳. ش. ۱: ۲۱۶-۲۰۷.

۳- سعیدی‌پور س.، مرادی ف.، نبی‌پور م.، و رحیمی‌فرد م. ۱۳۸۵. بررسی اثر تنش شوری ناشی از Nacl بر میزان تغییرات و توزیع ABA و IAA در گیاهچه‌های دو ژنوتیپ متحمل (IR651) و حساس (IR29) برنج. مجله علوم زراعی ایران. ج. ۸. ش. ۳. ص. ص. ۲۱۵-۲۳۱.

۴- حسینی م.، زمانی غ.ر.، و براتی‌محمودی ح. ۱۳۸۶. بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر جودره به تنش شوری و خشکی ناشی از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰. دومین همایش ملی علف‌های‌هرز ایران. ۹ و ۱۰ بهمن ماه، مشهد مقدس، جلد ۲: بیولوژی و اکوفیزیولوژی علف‌های‌هرز. ص.ص. ۱۶۰-۱۶۵.

۵- راشدمحصل م.ح.، نجفی ح.، و اکبرزاده م.د. ۱۳۸۰. بیولوژی و کنترل علف‌های‌هرز. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۴ صفحه.

۶- طارقیان م.ر. ۱۳۸۲. علف‌های‌هرز رایج شهرستان بیرجند. طرح پژوهشی دانشگاه بیرجند.

۷- عباسی ح.۱۳۸۴. اثر تنش آبی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L) . مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ج ۳۰. ص. ص. ۵۴۳-۵۳۵.

8- Boyd N., and Acker R.V. 2004. Seed germination of common weed species as affected by Oxygen concentration, light, and osmotic potential. Weed Science. 52:589–596.

9- Chachalis D., and Reddy K.N. 2000. Factors affecting *Campsis radicans* Seed germination and seedling emergence. Weed Science.48:212–216.

10-Chauhan B., S., G. gill. and Preston C. 2006**.** Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. Weed Science. 54: 854-860.

11-Chauhan B., S., G. gill. and Preston C. 2006. Influence of environmental factors on seed germination And seedling emergence of Oriental mustard (*Sisymbrium orientale*). Weed Science. 54: 1025–1031.

12-Chauhan B., S., G. gill. and Preston C. 2006. Factors affecting turnipweed (*Rapistrum rugosum*) seed Germination in southern Australia. Weed Science. 54:1032–1036.

13-Gholam C., fares K. 2001. Effect of salinity on seed germination and seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science & Technology. 29:357-364.

14-Hadas A. 1977. A simple laboratory approach to test and estimate seed Gerrnination performance under field conditions. Agronomy journal. 69:582-588.

15-Hartman H., Kester D., and Davis F. 1990. Plant propagation, principle and practices. Prentice Hall Imitational Editions. 647pp.

16-Kaya M., Okcu D.G., Atak M., Cikili Y., and Kolsarici O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal Agronomy. 24:291-295.

17-Khajeh-Hosseini M., Powell A.A., and Bingham I.J. 2003**.** The interaction between salinity stress and seed vigoure during germination of soybean seeds. Seed Science & Technology.31:715-725.

18-Kiemnec G.L., and Mcinnis M. L. 2002. White top (*Cardaria draba*) Root Extract Reduce Germination and Root Growth of five Plant Species. Weed Technology. 16: 231- 234.

19-Koger C.H., Reddy K. N., and Poston D.H. 2004. Factors affecting seed germination, seedling gemergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). Weed Science.52:989–995.
20-Lu P., Sang W., and Ma K. 2006. Effects of environmental factors on germination and Emerge nce of Croftonweed (*Eupatorium adenophorum*). Weed Science. 54:452–457.
21-Mayer A., and Mayber A.P. 1989. The germination of seeds. Pergamon press.pp. 44– 50.
22-Michel B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of poly-Ethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes.Plant Physiology. 72:66–70.
23-Oliveria M.J., and Norsworthy J.K. 2006. Pitted morningglory (*Ipomoe lalacunosa*) germination and Emergence as affected by environmental factors and Seeding depth. Weed Scienc. 54:910–916.
24-Ray J., Creamer R., Schroeder J ., and Murray L . 2005. Moisture and Temperature equirements for London rocket (*Sisymbrium irio*) emergence . Weed Science. 53:187–192.