



(مقاله کوتاه)

اثر تنش اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور دو گیاه دارویی (*Silybum marianum*) و ماریتیغال (*Nigella sativa*)

حمیدرضا بلوچی^۱، علیرضا یدوی^۲ و محسن موحدی دهنوی^۲

چکیده

ارزیابی تحمل به شوری و کم آبی گیاهان دارویی، به منظور کشت در مناطق خشک و شور، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تنش‌های محیطی، به ویژه خشکی و شوری بیش از عوامل دیگر موجب کاهش تولیدات زراعی در سطح جهان می‌گردند. انتخاب گیاهان مقاوم به خشکی در مراحل جوانه‌زنی، روشی کم هزینه و مطمئن جهت صرفه‌جویی در زمان محسوب می‌شود. به همین منظور آزمایشی جهت بررسی اثر تنش اسمزی، بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور سیاهدانه و ماریتیغال، در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۸۷ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل، سطوح پتانسیل‌های اسمزی صفر (شاهد)، -۲/۴، -۴/۸، -۷/۲، -۹/۷- بار، که با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ تهیه گردید. نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی گیاهان مورد مطالعه با کاهش پتانسیل اسمزی کاهش یافت. تا پتانسیل اسمزی -۴/۸- بار سیاهدانه مقاومت بهتری نسبت به ماریتیغال از خود نشان داد؛ اما از سطح -۴/۸- بار به بالا، با توجه به کاهش شدید مؤلفه‌های رشد و جوانه‌زنی در سیاهدانه، گیاه ماریتیغال مقاومت بهتری نشان داد. در شرایط بسیار خشک، گیاه ماریتیغال دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی پایین‌تری نسبت به سیاهدانه می‌باشد؛ اما به دلیل داشتن ریشه‌چه و ساقه‌چه‌هایی طولی‌تر با وزن خشک بالاتر نسبت به سیاهدانه بقاء و رشد آن در شرایط بسیار خشک بیشتر است.

واژگان کلیدی: تنش اسمزی، جوانه‌زنی، خشکی، پلی‌اتیلن گلیکول، گیاهان دارویی.

balouchi@mail.yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج (نگارنده‌ی مسئول)

۲- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

مقدمه

در طول تاریخ بشر، گیاهان دارویی در معالجه بسیاری از بیماری‌ها و ناراحتی‌های جسمی و روانی، مورد استفاده بشر قرار گرفته‌اند. از جمله این گیاهان دارویی، گیاه ماریتیغال می‌باشد که در گذشته از برگ‌های آن برای مداوای بیماری‌های صفراوی و ناراحتی‌های مربوط به دستگاه گوارش استفاده می‌کردند (Abdali-Mashhadi *et al.*, 2000). مواد مؤثر این گیاه که سیلی‌مارین^۱ نامیده می‌شود، از نوع ترکیبات فلاونوئیدی است، که در دانه‌های گیاه ساخته و ذخیره می‌شوند. سیاهدانه^۲ گیاهی است از خانواده آلاله^۳، دو لپه‌ای، علفی و یک‌ساله (Safarnejad *et al.*, 2007a) که بقراط در آثار خود از این گیاه نام برده و مصرف آن را به صورت چاشنی روی نان و برای مداوای بسیاری از بیماری‌ها توصیه نموده است. دانه آن قاعده‌آور، ضد کرم، مسهل و زیاد کننده ترشحات شیر است. از دانه‌های آن هنوز هم برای مصارف مذکور، دفع گازهای معده و بیماری‌های دستگاه تنفس استفاده می‌شود. سیاهدانه دارای ۳۰-۴۰ درصد روغن، ۱/۵-۰/۵ درصد اسانس، قندهای مختلف، مواد صمغی، آلومینوئیدی، پروتئین (۲۰/۸۵ درصد)، اسیدهای چرب، اسید آمینه و آلکالوئیدها می‌باشد (Faravani and Farsi, 1999).

کشور ایران، به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک و دارا بودن میانگین بارندگی کم (حدود یک سوم میانگین جهانی)، پیوسته دچار تنش کم آبی و خشک‌سالی بوده و حدود ۳۰ درصد از اراضی فاریاب نیز تحت تاثیر شوری می‌باشد. جوانه‌زنی از مهم‌ترین مراحل رشد گیاه است، که می‌تواند با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها، دوام و عملکرد

نهایی گیاهان زراعی را تضمین نماید. با توجه به روند افزایشی توسعه اراضی خشک و شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان دارویی متحمل به خشکی اهمیت زیادی دارد. انتخاب گیاهان متحمل به خشکی در مراحل جوانه‌زنی، روشی کم هزینه و مطمئن جهت صرفه‌جویی در زمان محسوب می‌شود. امروزه گیاهان دارویی، از گیاهان مهم اقتصادی هستند، که به صورت خام یا فرآوری شده، در طب سنتی و نوین صنعتی مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند. جوانه‌زنی بذر، مرحله‌ای بحرانی در زندگی یک گیاه بوده، و تحمل به خشکی در طول جوانه‌زنی برای استقرار گیاهانی که در مناطق گرم و خشک رشد می‌کنند، بحرانی می‌باشد (Khan *et al.*, 2000). همچنین، از آنجا که تعداد گیاه در واحد سطح برای کشاورزان مهم است، بنابراین در شروع کار، باید اطلاع دقیقی از درصد جوانه‌زنی برای محاسبه تعداد بذر در واحد سطح داشت (Lopez *et al.*, 1999).

از جمله عواملی که بر جوانه‌زنی بذر اثر می‌گذارد، تنش اسمزی می‌باشد. این تنش‌ها با کاهش سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی را نیز تغییر می‌دهند. برای مثال، شاه و همکاران (Shah *et al.*, 2002) گزارش کردند که، بذور گیاه اکالیپتوس در فشار اسمزی ۲/۵- بار جوانه نرزه است. کمبود رطوبت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و جذب آب را به تاخیر انداخته و طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه را مهار می‌کند (Rajasekaran *et al.*, 2002). تاثیر تنش کم آبی حاصل از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰، در کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور تریتیکاله (Yagmur and Kaydan, 2008)، پنبه (Soltani *et al.*, 2008)، آفتابگردان (Demirkaya *et al.*, 2006)، سورگوم و ارزن مرواریدی (Khalesro and Aghaalikhani, 2007) نیز معنی‌دار گزارش گردیده است. گالشی و

۱- Silymarin

۲- *Nigella sativa*

۳- *Ranunculaceae*

تاخیر در استقرار گیاه، عملکرد آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد، و این موضوع از نظر مدیریت زراعی از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و نیز وسعت اراضی شور و خشک ایران، هدف از این تحقیق بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی بذور سیاهدانه و ماریتیغال، تحت تاثیر تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین اثر سطوح مختلف تنش اسمزی، بر شاخص‌های جوانه‌زنی دو گیاه دارویی، سیاهدانه (*Nigella sativa*) و ماریتیغال (*Silybum marianum*)، آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار، در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج، در سال ۱۳۸۷ انجام شد.

سطوح مختلف تنش اسمزی در این آزمایش عبارت بودند: سطوح پتانسیل‌های اسمزی صفر (شاهد)، ۲/۴-، ۴/۸-، ۷/۲- و ۹/۷- بار. برای تهیه این پتانسیل‌های اسمزی، از پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ استفاده شد. در این آزمایش‌ها برای هر واحد آزمایشی، ۲۵ عدد بذر یکنواخت از ماریتیغال و سیاهدانه انتخاب و با آب مقطر شسته شده، سپس با هیپوکلرید سدیم ۱ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی گردیدند. بعد از آن، با آب مقطر چندین بار شسته شدند، بذور در ظروف پتری (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر)، روی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار گرفتند. به هر پتری، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر اضافه شد، و درب آنها توسط پارافیلیم بسته شد. سپس پتری‌ها در داخل دستگاه ژرمیناتور، با درجه حرارت 20 ± 2 درجه‌ی سلسیوس منتقل گردید. هر روز بذور از لحاظ جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفتند. بعد از گذشت ۱۲ روز، با ثابت شدن تعداد بذور جوانه زده، درصد و

همکاران (Galeshi *et al.*, 2007) گزارش کردند که، با منفی‌تر شدن پتانسیل آب (از ۱- تا ۸- بار)، مولفه‌های جوانه‌زنی (درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی) کاهش یافت، ولی طول ساقه‌چه و وزن خشک آن نسبت به سایر صفات، کاهش بیشتری نشان داد، در حالی که نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت. تنش آبی بسیاری از جنبه‌های سوخت و ساز و رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (De and Kar, 1995). کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک، باعث کاهش دسترسی بذر به آب می‌گردد، و بنابراین، تاثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و جوانه‌زنی بذر می‌گذارد (Rahimiyan-Mashhadi *et al.*, 1991). توسلی و کاسناو (Toselli and Casenave, 2003) گزارش کردند که، جوانه‌زنی پنبه تحت تاثیر تنش رطوبتی (۸- بار) کاهش یافته؛ در حالی که اگر بذر از قبل، آبنوشی کرده باشد، تحت تاثیر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد. تنش‌های بیشتر از ۳/۸- بار، جذب آب را در بذور ماش و نخود کاهش داده است (De and Kar, 1995). در تنش‌های بیشتر از ۲۰- بار، اکثر بذرها قادر به جذب آب کافی برای آغاز رشد جنینی نیستند (Khan, 1980). دی و کار (De and Kar, 1995) گزارش کردند که در اثر تنش خشکی، کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی، به دلیل کاهش سرعت جذب اولیه آب توسط بذر، کاهش می‌یابد. رامباخ و فندری (Rumbaugh and Pendry, 1990) مشاهده کردند که، جوانه‌زنی بعد از ۷ روز در بذر یونجه به میزان ۵۰ درصد، در محیط‌های ۵/۸- بار کاهش یافت. فالری (Falleri, 1994) در آزمایش تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های نوعی کاج نتیجه گرفت که، حداقل تنش لازم برای کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، ۶- بار می‌باشد.

به طور کلی تنش آب، از مهم‌ترین عوامل ناتوانی بذور برای جوانه‌زنی بوده، که با کاهش یا

سرعت جوانه‌زنی، با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\sum ni}{\sum ni Ti}$$

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = ni / N \times 100$$

که در این روابط ni : تعداد بذر جوانه‌زده تا روز Ti ، N : تعداد روز و N : تعداد کل بذر می‌باشد.

از هر ظرف پتری، ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه آنها اندازه‌گیری شد. سپس برای تعیین وزن خشک آنها، ابتدا نمونه‌ها را با آب مقطر شسته شده و پس از جدا کردن ریشه‌چه و ساقه‌چه، در ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، درون دستگاه آون قرار داده شدند. آنگاه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری داده‌ها، با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید (SAS, Institution Inc., 1996).

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که، بین سطوح مختلف تنش اسمزی از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول و وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، در گیاه ماریتیغال و سیاهدانه، اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) وجود دارد (جدول ۱).

کاهش پتانسیل اسمزی (افزایش شدت خشکی)، سرعت و درصد جوانه‌زنی هر دو بذر سیاهدانه و ماریتیغال را به طور معنی‌داری کاهش داد؛ به طوری که کمترین میزان این دو متغیر برای هر دو گیاه در پتانسیل اسمزی ۹/۷- بار مشاهده شد

(شکل ۱ و ۲). در مقایسه‌ی دو گیاه در سطح شاهد، ماریتیغال دارای درصد جوانه‌زنی کمتری (حدود ۵۰ درصد) نسبت به سیاهدانه می‌باشد. نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی گیاه ماریتیغال تا ۲/۴- بار و سیاهدانه تا ۴/۸- بار، کاهش معنی‌داری نداشت. این در حالی بود که در سیاهدانه با کاهش پتانسیل اسمزی (افزایش شدت خشکی) از ۴/۸- به ۷/۲- بار، درصد جوانه‌زنی با شدت بیشتری، حدود ۴۸ درصد، کاهش نشان داد (شکل ۱). نتایج نشان می‌دهد که سیاهدانه، آستانه تحمل بیشتری به تنش اسمزی نسبت به ماریتیغال دارد، اما شیب واکنش آن بعد از حد آستانه، شدیدتر از ماریتیغال است.

گالشی و همکاران (Galeshi et al., 2007) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی (از پتانسیل ۱- به ۸- بار)، درصد جوانه‌زنی بذور پنبه از ۸۲/۹ به ۳۷/۰۸ درصد کاهش یافت. آذرنیوند و همکاران (Azarnivand et al., 2007)، با مطالعه روی دو گونه‌ی مرتعی *Artemisia*، به این نتیجه رسیدند که با کاهش میزان پتانسیل اسمزی، جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری یافت، زیرا با کاهش پتانسیل اسمزی جذب آب توسط بذر کاهش می‌یابد. همچنین این کاهش جذب مؤثر، به علت برهم خوردن تعادل اسمزی و در نهایت اختلال در جذب عناصر می‌باشد. این موضوع توسط سایر محققان نیز تایید گردیده است (Safarnejad et al., 1996; Shalhevet, 1993; Penuelas et al., 1997). با افزایش تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی نیز به دلیل کند شدن سرعت جذب اولیه آب، کاهش بیشتری خواهد داشت.

ماریتیغال در تیمار شاهد دارای سرعت جوانه‌زنی کمتری (حدود ۴۰ درصد) نسبت به سیاهدانه می‌باشد. با کاهش پتانسیل اسمزی (افزایش شدت خشکی) به ۲/۴- بار، سرعت جوانه‌زنی در گیاه سیاهدانه کاهش معنی‌داری یافت، اما سرعت

گزارش نمود که سرعت جوانه‌زنی بیشتر از درصد جوانه‌زنی، تحت تاثیر تنش قرار گرفته است.

نتایج نشان داد که در تیمار شاهد ماریتیغال دارای طول ریشه‌چه بیشتری (حدود ۵۵ درصد) نسبت به سیاهدانه می‌باشد. با کاهش پتانسیل اسمزی (افزایش شدت خشکی)، طول ریشه‌چه در هر دو گیاه ماریتیغال و سیاهدانه، به طور معنی‌داری کاهش یافت. در سیاهدانه با کاهش پتانسیل اسمزی از ۴/۸- بار، طول ریشه‌چه به میزان ۳۰ درصد کاهش یافت. این در حالی بود که، طول ریشه‌چه در ماریتیغال با افزایش خشکی از ۲/۴- بار، با شدت بیشتری حدود ۲۵ درصد کاهش نشان داد (شکل ۳).

اکبری و همکاران (Akbari et al., 2007) نیز، بیان نمودند که میزان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه و ساقه‌چه‌ی گندم با کاهش پتانسیل اسمزی کاهش یافت. خالص‌رو و آقاعلیخانی (Khalesro and Aghaalikhani, 2007) گزارش کردند که، تنش کم آبی از ۴- بار به بالا، طول ریشه‌چه ارزن و سورگوم را به طور معنی‌داری کاهش داد؛ البته این کاهش در مورد طول ساقه‌چه بیشتر بود.

شکل شماره ۴ نشان می‌دهد که در مقایسه‌ی دو گیاه در تیمار شاهد، ماریتیغال دارای طول ساقه‌چه بیشتری (حدود ۵۵ درصد) نسبت به سیاهدانه می‌باشد. مقایسه‌ی سطوح مختلف تنش اسمزی نشان داد که، طول ساقه‌چه در هر دو گیاه با افزایش میزان خشکی، رابطه‌ی معکوس داشت؛ و هر چه میزان تنش اسمزی در محیط ریشه افزایش یافت، طول ساقه‌چه بیشتر کاهش پیدا کرد. در سیاهدانه با کاهش پتانسیل اسمزی به ۲/۴- بار، طول ساقه‌چه به میزان ۱۵ درصد کاهش یافت. این در حالی بود که طول ساقه‌چه در ماریتیغال، با افزایش تنش اسمزی به ۲/۴- بار، با شدت بیشتری حدود ۲۵ درصد کاهش

جوانه‌زنی در ماریتیغال، با کاهش پتانسیل اسمزی به ۲/۴- بار ابتدا افزایش یافت، اما با کاهش از ۲/۴- به ۴/۸- بار، به میزان ۳۵ درصد کاهش یافت. این در حالی بود که، در سیاهدانه با کاهش پتانسیل اسمزی به ۲/۴- بار، سرعت جوانه‌زنی حدود ۲۵ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲).

سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم ارزیابی تحمل به خشکی است. کاهش سرعت جوانه‌زنی، ممکن است به قابلیت انتشار پوسته بذور در پتانسیل‌های بسیار منفی آب نسبت داده شود. افزایش ابتدایی سرعت جوانه‌زنی در ماریتیغال، به دلیل خاصیت پرایمینگ پلی‌اتیلن گلیکول در جذب کنترل شده آب توسط بذر می‌باشد، معمولاً در این گونه آزمایش‌ها، در مرحله اول، پیش تیمار بذر، آب را به صورت کنترل شده در اختیار بذر قرار داده که منجر به افزایش صفاتی مثل سرعت جوانه‌زنی و وزن گیاهچه می‌گردد، اما با افزایش مدت و غلظت پلی‌اتیلن گلیکول، این ماده تاثیر اسمزی تنش را اعمال کرده و در نتیجه صفات جوانه‌زنی کاهش می‌یابند. گالشی و همکاران (Galeshi et al., 2007) گزارش کردند که با کاهش پتانسیل آب از ۱- به ۴- بار، سرعت جوانه‌زنی به مقدار ۵۰ درصد و تا ۸- بار به مقدار ۶۵/۲۲ درصد کاهش یافت. به طور کلی، با افزایش تنش آب، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت؛ که این نتیجه قبلاً توسط ندلر و هیور (Nedler and Heuer, 1997)، پریسکو و همکاران (Prisco et al., 1992) در پنبه و در گندم توسط بعلبکی و همکاران (Balbaki et al., 1999) گزارش شده است. عندلیبی و همکاران (Andalibi et al., 2005) گزارش کردند که، سرعت جوانه‌زنی حساس‌ترین صفت به تنش خشکی، با کاهش پتانسیل اسمزی از صفر به ۱۵- بار در کلزا بود. فالری (Falleri, 1994) در آزمایش تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های نوعی کاج

کاهش کارایی ریشه برای تأمین عناصر مورد نیاز سایر اندام‌ها می‌گردد و در کل این عوامل می‌توانند موجب کاهش وزن خشک ریشه گردند (Safarnejad *et al.*, 2007b). گالشی و همکاران (Galeshi *et al.*, 2007) گزارش کردند که با کاهش پتانسیل آب از ۱- به ۸- بار، میانگین کل وزن خشک ساقه‌چه حدود ۶۰ درصد کاهش نشان داد. خالص‌رو و آقاعلیخانی (Khalesro and Aghaalikhani, 2007) گزارش کردند که، وزن خشک ریشه‌چه در ارزن و سورگوم از ۳- بار به بالا، کاهش یافت، به طوری که در ۵- بار، ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد، اما در مورد وزن خشک ساقه‌چه، از همان سطوح اولیه تنش کاهش این صفت آغاز گردید به طوری که در سطح تنش ۶- بار نسبت به شاهد، ۹۰ درصد کاهش یافت.

نتایج نشان داد که در مجموع، سیاهدانه دارای نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتری (حدود ۳۰ درصد) نسبت به ماریتیغال می‌باشد. بررسی سطوح مختلف تنش اسمزی نشان داد که نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، در هر دو گیاه با افزایش تنش خشکی رابطه‌ای مستقیم داشت (شکل ۶). افزایش معنی‌دار نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، تحت تأثیر کاهش پتانسیل اسمزی را می‌توان به تأثیر بیشتر خشکی بر رشد ساقه‌چه در مقایسه با رشد ریشه‌چه نسبت داد. بازدارندگی خشکی بر رشد گیاهچه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتر اوقات برای ارزیابی تحمل به خشکی به کار می‌رود، نسبت‌های بالاتر نشان دهنده تحمل بیشتر می‌باشد. گالشی و همکاران (Galeshi *et al.*, 2007) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه به طور قابل توجهی افزایش یافت. اثر منفی کاهش پتانسیل آب بر وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و کل گیاهچه توسط

نشان داد. نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق حاکی از کاهش مؤلفه‌های رشد با کاهش پتانسیل اسمزی بود. تحقیق‌های دیگری نیز حاکی از کاهش طول ساقه و اندام هوایی، در اثر کاهش پتانسیل اسمزی بود (Penuelas *et al.*, 1997).

بررسی سطوح مختلف خشکی نشان داد که، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در گیاه ماریتیغال و سیاهدانه، با افزایش میزان تنش اسمزی رابطه‌ای مستقیم داشت (شکل ۵). افزایش معنی‌دار نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، تحت تأثیر کاهش پتانسیل اسمزی را می‌توان به تأثیر بیشتر خشکی بر طول ساقه‌چه در مقایسه با طول ریشه‌چه نسبت داد.

در مقایسه‌ی دو گیاه، ماریتیغال دارای وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری نسبت به سیاهدانه در تیمار شاهد می‌باشد. ابتدا با کاهش پتانسیل اسمزی به ۲/۴- بار، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو گیاه افزایش یافت، که این افزایش به دلیل خاصیت پرایمینگ پلی‌اتیلن گلیکول بوده، معمولاً در این گونه آزمایش‌ها، در مرحله اول، بذر تحت تأثیر پیش تیمار، آب را به صورت کنترل شده در اختیار بذر قرار داده که منجر به افزایش صفاتی مثل سرعت جوانه‌زنی و وزن گیاهچه می‌گردد، اما با افزایش مدت و غلظت پلی‌اتیلن گلیکول، این ماده تأثیر اسمزی تنش را اعمال کرده و در نتیجه صفات جوانه‌زنی کاهش می‌یابند. با کاهش پتانسیل اسمزی به ۴/۸- بار، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو گیاه ماریتیغال و سیاهدانه کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲).

ریشه اولین اندامی است که با تنش خشکی مواجه می‌شود و مقدار زیادی انرژی دریافتی و ذخیره‌ای گیاه را صرف مقابله با تنش خشکی و سازوکارهای اجتناب از آن می‌کند. این عمل باعث

همچنین با در نظر گرفتن اهمیت جوانه‌زنی و رشد گیاه، سیاهدانه در سطح پتانسیل اسمزی ۴/۸- بار تحمل بهتری نسبت به ماریتیغال از خود نشان داد. اما از سطح ۴/۸- بار به بالا با توجه به کاهش شدید مؤلفه‌های رشد و جوانه‌زنی در سیاهدانه، گیاه ماریتیغال تحمل بهتری نشان داد. در شرایط بسیار خشک گیاه ماریتیغال دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی پایین‌تری نسبت به سیاهدانه می‌باشد، اما به دلیل داشتن ریشه‌چه و ساقه‌چه‌هایی طولی‌تر با وزن خشک بالاتر نسبت به سیاهدانه بقاء و رشد آن در شرایط بسیار خشک بیشتر است. می‌توان گفت که در شرایطی که احتمال تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی وجود دارد، بهتر است از بذور حساس به تنش استفاده نگردد. این تحقیق فقط در مرحله‌ی جوانه‌زنی انجام شده است و ممکن است این دو گیاه در سایر مراحل رشد واکنش‌های متفاوتی به تنش اسمزی نشان بدهند.

سایر محققان نیز تایید شده است (Serinvas and Bhatt, 1990; El-Sharkawi *et al.*, 1989).

کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و کند شدن سرعت جذب اولیه آب و همچنین تاثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم نسبت داد (Misra and Dwivedi, 1995). می‌توان گفت، با افزایش تنش خشکی، قدرت جذب آب توسط بذور کاهش یافته و آغاز فرآیندهای جوانه‌زنی را علاوه بر این که به تاخیر می‌اندازد می‌تواند اختلال در آن حاصل نماید.

نتیجه‌گیری کلی

در کل تحقیق حاضر تاکید می‌شود بر نتایج سایر مطالعات، به طوری که با کاهش پتانسیل اسمزی مؤلفه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافته است که علت آن را می‌توان نتیجه‌ی کاهش جذب آب توسط بذور و همچنین توقف فعالیت‌های طبیعی گیاهچه دانست.

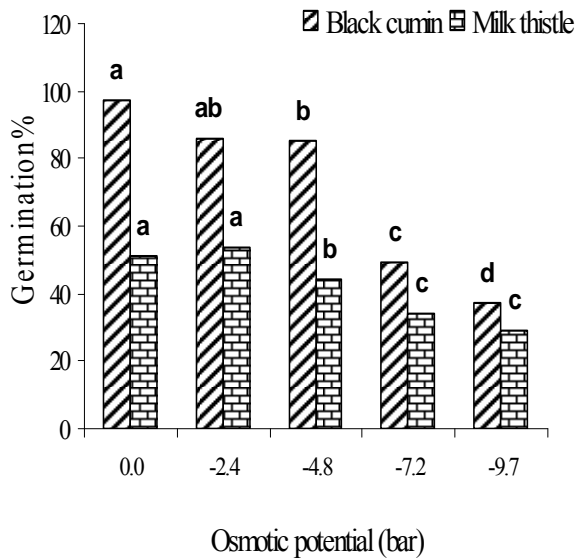
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذور ماریتیغال و سیاهدانه تحت تنش اسمزی

Table 1- Variance analysis of black cumin and milk thistle germination traits under osmotic stress

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات M.S.							
		درصد جوانه‌زنی Germination%	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	طول ریشه‌چه Root Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه R.L/S.L	وزن خشک ریشه‌چه Root Dry Weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot Dry Weight	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه R.D.W/S.D.W
Milk thistle ماریتیغال									
تنش اسمزی osmotic stress	4	461.2**	1.72**	1418.19**	1320.8**	1.28**	0.234**	28.55**	0.026**
خطای آزمایش Error	15	12.26	0.062	38.09	7.93	0.05	0.011	1.25	0.0039
ضریب تغییرات C.V.%		8.2	12.6	10.4	8.3	11.2	5.8	15.6	21.9
Black cumin سیاهدانه									
تنش اسمزی osmotic stress	4	2736.8**	6.56**	247.6**	184.24**	0.734**	0.0062**	0.162**	0.15**
خطای آزمایش Error	15	55.46	0.139	8.89	2.43	0.071	0.0003	0.0005	0.006
ضریب تغییرات C.V.%		10.5	12	10.7	10.6	13	12.8	5.7	18.7

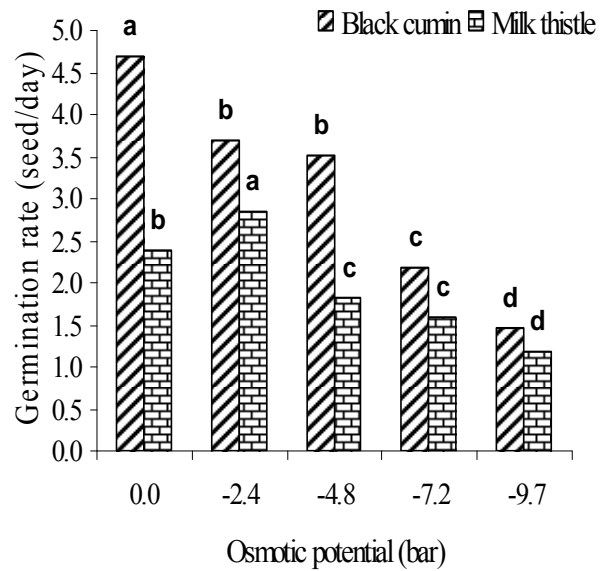
** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**: significant at the 1% probability level.



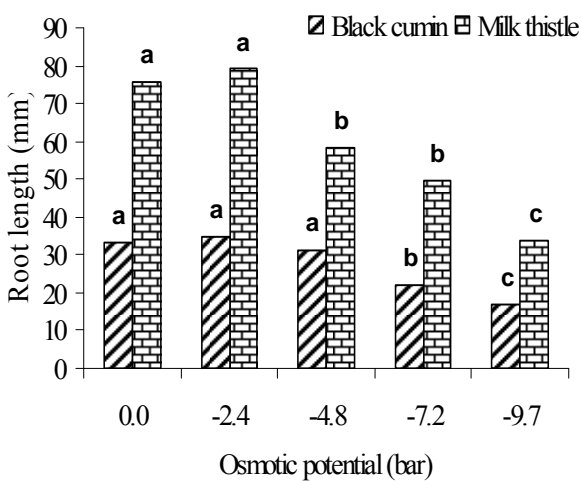
شکل ۱- مقایسه‌ی میانگین درصد جوانه‌زنی بذور ماریتیغال و سیاهدانه تحت پتانسیل‌های مختلف اسمزی

Figure 1- Mean comparison of black cumin and milk thistle germination percent under different osmotic potential



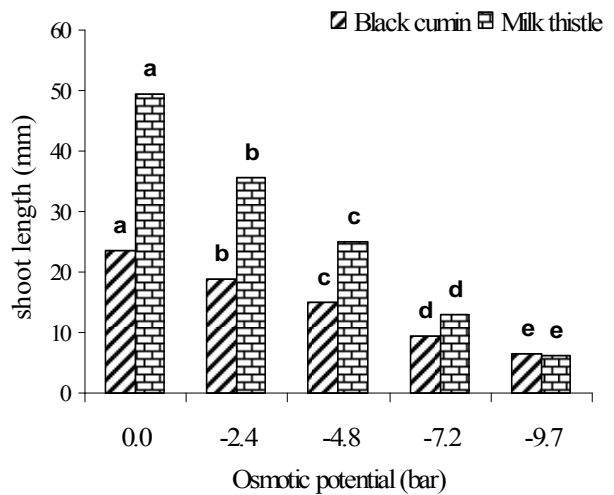
شکل ۲- مقایسه‌ی میانگین سرعت جوانه‌زنی بذور ماریتیغال و سیاهدانه تحت پتانسیل‌های مختلف اسمزی

Figure 2- Mean comparison of black cumin and milk thistle germination rate under different osmotic potential



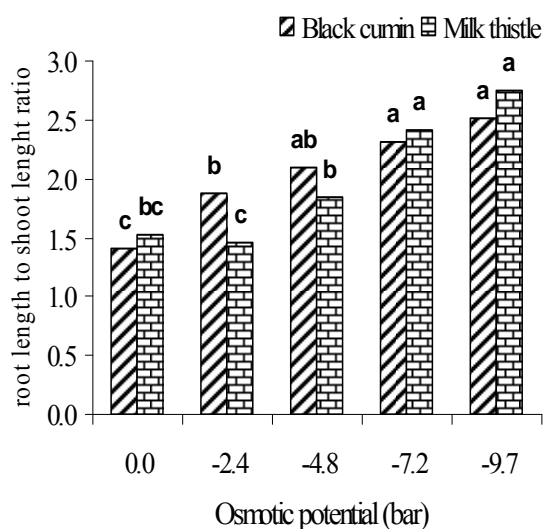
شکل ۳- مقایسه‌ی میانگین طول ریشه‌چه‌ی گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت پتانسیل‌های مختلف اسمزی

Figure 3- Mean comparison of black cumin and milk thistle root length under different osmotic potential



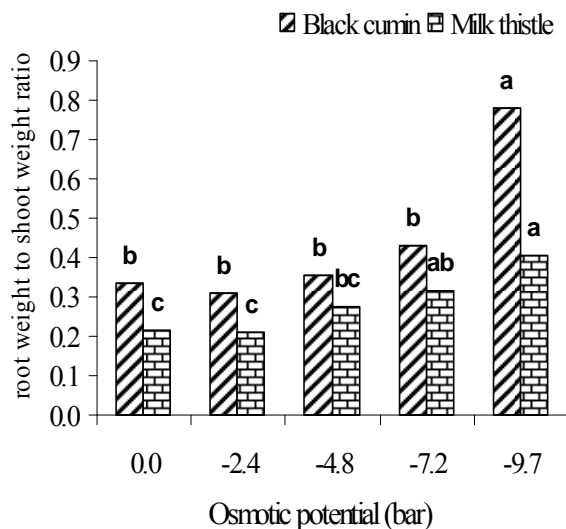
شکل ۴- مقایسه‌ی میانگین طول ساقه‌چه‌ی گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت پتانسیل‌های مختلف اسمزی

Figure 4- Mean comparison of black cumin and milk thistle shoot length under different osmotic potential



شکل ۵- مقایسه‌ی میانگین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه‌ی گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت پتانسیل‌های مختلف اسمزی

Figure 5- Mean comparison of black cumin and milk thistle root length to shoot length ratio under different osmotic potential



شکل ۶- مقایسه‌ی میانگین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه‌ی گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت پتانسیل‌های مختلف اسمزی

Figure 6- Mean comparison of black cumin and milk thistle root weight to shoot weight ratio under different osmotic potential

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور سیاهدانه و ماریتیغال تحت پتانسیل‌های اسمزی مختلف

Table 2- Mean comparison of black cumin and milk thistle shoot and root dry weight under different osmotic potential

پتانسیل اسمزی Osmotic potential (bar)	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight (mg)		وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight (mg)	
	سیاهدانه Black cumin	ماریتیغال Milk thistle	سیاهدانه Black cumin	ماریتیغال Milk thistle
	0	0.175 ab	1.93 b	0.525 b
-2.4	0.200 a	2.17 a	0.650 a	10.56 a
-4.8	0.160 bc	1.88 b	0.450 c	6.86 b
-7.2	0.137 c	1.62 c	0.321 d	5.42 bc
-9.7	0.057 d	1.59 c	0.122 e	3.97 c

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability according to Duncan's Multiple Range Test.

References

منابع مورد استفاده

- Abdali-Mashhadi, A., Gh. Fathi, and Kh. Alami-Said. 2000. Effect of different levels of density on yield and seed oil of Black cumin in Ahvaz region. Abstracts the 6th Iranian Crop Sciences Congress. (In Persian).
- 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* L.). *Pakistan J. Biol. Sci.* 10(15): 2557-2561.
- Andalibi, B., E. Zangani, and A. Haghazari. 2005. Effects of water stress on germination indices in six rapeseed Cultivars. *Iranian J. Agric. Sci.* 36(2): 457-463. (In Persian).
- Azarnivand, H., M. Ghorbani, and H. Joneidi. 2007. The effect of salinity stress on germination of two species of *Artemisia Scoparia*, *Artemisia vulgaris*. *Iranian J. Range and Desert Res.* 14(3): 352-358. (In Persian).
- Balbaki, R., R.A. Zurayk, S.N. Bleik, and B. Talhuk. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed. Sci. Technol.* 27: 291-302.
- De, R. and R.K. Kar. 1995. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG 6000. *Seed Sci. Technol.* 23: 301-308.
- Demirkaya, M., G. Okcu, M. Atak, Y. Cikili, and O. Kolsarici. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower. *European J. Agron.* 24: 291-295.
- El-Sharkawi, H.M., K.A. Farghali, and S.A. Sayed. 1989. Interactive of water stress, temperature and nutrients in seed germination of three deserts plant. Academic Press of Egypt.
- Falleri, E. 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. *Seed Sci. Technol.* 22: 591-599.
- Faravani, M. and M. Farsi. 1999. Study of agronomic characters and some cytogenetic traits and genetic diversity in *Nigella Sativa* accission. Final report. Jahade Agriculture Research and Education Organization Press. (In Persian).
- Galeshi, S., S. Farzaneh, A. Soltani, and J. Rezaei. 2007. Evaluation of drought tolerance in forty cotton genotypes at germination stage. *J. Agric. Sci. Natural Res.* 13(2): 42-57. (In Persian).
- Khalesro, Sh. and M. Aghaalikhani. 2007. Effect of salinity and water deficit stress on seed germination of forage sorghum and pearl millet. *J. Pajouhesh and Sazandegi.* 77: 153-163. (In Persian).
- Khan, A.A. 1980. The physiology and biochemistry of dormancy and germination. North-Holland. Publishing company, Oxford.
- Khan, M.A., L.A. Ungar, and A.M. Showalter. 2000. Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*. *Commune. Soil Sci. Plant Annual.* 31: 2763-2774.

- Lopez, M., J.M. Humara, A. Casares, and J. Majada. 1999. The effect of temperature and water stress on laboratory germination of *Eucalyptus globulus* Labill. Seeds of different sizes. *INRA, EDP Sci.* 57: 245-250.
- Misra, N. and U.N. Dwivedi. 1995. Carbohydrate metabolism during seed germination and seedling growth in green gram under saline stress. *Plant Physiol. Bioch.* 33: 33-40.
- Nedler, A. and B. Heuer. 1997. Soil moisture levels and their relation to water potential of cotton leaves. *Asaian J. Agric. Res.* 48: 923-932.
- Penuelas, J., R. Isla, I. Filella, and J.L. Araus. 1997. Visible and near infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. *Crop Sci.* 37: 198-202.
- Prisco, J.T., C.R. Baptista, and J.L. Pinheiro. 1992. Hydration seed Per-treatment and its effects on seed germination under water stress condition. *Revta. Brasil. Bot.* 15(1): 31-35.
- Rahimiyan-Mashhadi, H., A. Bagheri, and A. Paryab. 1991. Effect of different osmotic potential from PEG and NaCl with temperture on germination in rainfed wheat accission. *J. Sci. Industry of Agric.* 5: 36-45. (In Persian).
- Rajasekaran, L.R., A. Stiles, M.A. Surette, A.V. Sturz, T.J. Blake, C. Caldwell, and J. Nowak. 2002. Stand stablishment technologies for processing carrots: Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. *Canadian J. Plant Sci.* 82: 443-450.
- Rumbaugh, M.D. and B.M. Pendry. 1990. Germination salt resistance of alfalfa (*Medicago sativa* L.) germplasm in relation to subspecies and centers of diversity. *Plant Soil.* 124: 47-51.
- Safarnejad, A., H.A. Collin, K.D. Bruce, and T.Mc. Neilly. 1996. Characterization of alfalfa (*Medicago sativa* L.) following in vitro selection for salt tolerance. *Euphytica.* 92: 55-61.
- Safarnejad, A., S.V.A. Sadr, and H. Hamidi. 2007a. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella Sativa*. *Iranian J. Rangelds and Forests Plant Breeding and Genetic Res.* 15(1): 75-84. (In Persian).
- Safarnejad, A., M.R. Salami, and H. Hamidi. 2007b. Morphological characterization of medical plants *Plantago* in response to salt stress. *J. Pajouhesh and Sazandeg.* 75: 152-160. (In Persian).
- SAS. Institution. 1996. SAS/STAT user's guide. Second edition. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- Serinvase, R., and R.M. Bhatt. 1990. Differential sensitivity to water stress of seed germination and seedling radical growth in egg plant (*Solanum melongena*, L.) *Gartenbauwissen Schaft* 55: 41-44.
- Shah, F.S., C.E. Watson, and E.R. Cabera. 2002. Seed vigor testing of subtropical corn hybrids. *Res. report.* 23(2): 56-68.

- Shalhevet, J. 1993. Plant under salt and water stress. In: Plant adaptation to environmental stress (Eds: L. Fowden, T. Mansfield, and J. Stoddard). 133-1554.
- Soltani E., A. Ghaderi, and H. Memar. 2008. The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. *J. Agric. Sci. Natural Res.* 14(5): 9-16. (In Persian).
- Toselli, M.E. and E.C. Casenave. 2003. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed Sci. Technol.* 31(3): 272-735.
- Yagmur, M. and D. Kaydan. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African J. Biotech.* 7(13): 2156-2162.

Archive of SID