

## بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شلغم علوفه‌ای (*Brassica rapa* L.)

رضا کشاورز افشار<sup>۱\*</sup>، مسعود کیخواه<sup>۲</sup>، محمدرضا چائی‌چی<sup>۳</sup> و محیا انصاری جوینی<sup>۴</sup>  
بترتیب دانشجوی دکتری، کارشناس ارشد، دانشیار و دانشجوی دکتری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی  
دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۲ - تاریخ تصویب: ۹۱/۸/۲۴)

### چکیده

شوری و خشکی، به عنوان تنش‌های غیرزنده بسیاری از ناملايمات را برای بذرها در دوره جوانه‌زنی ایجاد کرده و بر رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارند. این پژوهش به منظور ارزیابی تحمل به تنش شوری و خشکی شلغم علوفه‌ای در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در سال ۱۳۸۹ در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. در این بررسی القای تنش شرایط شوری و خشکی در محیط آزمایشگاه با استفاده از محلول‌های کلرور سدیم و پلی اتیلن گلیکول و از طریق ایجاد پتانسیل‌های اسمزی صفر (شاهد)، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار صورت گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه. نتایج این تحقیق نشان داد اثرات تنش شوری و خشکی بر تمام صفات مطالعه شده بذر شلغم معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش شوری و خشکی از درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای شلغم به صورت خطی کاسته شد. با افزایش شدت تنش خشکی از پتانسیل صفر به ۳- بار طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری افزایش یافتند و در این سطح تنش تا حدودی رشد آنها تحریک شد ولی زمانی که شدت تنش افزایش بیشتری پیدا کرد، هر سه صفت به صورت خطی کاهش یافتند. این در حالی بود که در شرایط تنش شوری با افزایش شدت تنش رشد اندام‌های گیاهچه به طور خطی کاهش یافتند. در سطح تنش شوری و خشکی شدید (۱۲- بار) عملاً هیچ ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ای تشکیل نشد. نتایج تحقیق نشان داد شلغم علوفه‌ای در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه حساس به تنش شوری و خشکی بوده و حساسیت آن به تنش شوری تا حدودی بیشتر از خشکی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** شلغم علوفه‌ای، جوانه‌زنی، پتانسیل اسمزی، تنش شوری و خشکی.

### مقدمه

بارندگی کافی و مناسب (تنش خشکی) و وجود زمین‌ها و آب‌های شور (تنش شوری) در سطح وسیعی از اراضی جهان، محدودیت‌هایی را برای گسترش فعالیت‌های زراعی ایجاد می‌نماید. مهمترین عوامل کاهش تولیدات

از مهمترین عوامل محدود کننده گسترش کشت گیاهان زراعی وجود شرایط آب و هوایی و زمین‌های نامساعد است. وجود شرایط نامطلوب از قبیل عدم

برای گیاهان مختلف در هر مرحله از جوانه‌زنی متفاوت است. با افزایش میزان شوری و خشکی، درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و بیوماس کل کاهش می‌یابد. این مسأله توسط محققین زیادی گزارش شده است (Greenwood & Macfarlen, 2009).

شلغم علوفه‌ای از جمله گیاهان علوفه‌ای است که به دلیل خصوصیات منحصر بفردی همچون تولید علوفه انبوه در زمانی که بسیاری از گیاهان علوفه‌ای دیگر محصولی تولید نمی‌کنند، عملکرد بالا همراه با انرژی و پروتئین زیاد در مقایسه با غلات و علف‌های چمنی چندساله، قابلیت چرای مستقیم و در نتیجه هزینه برداشت پایین، تولید ماده خشک بالا در واحد سطح و قدرت سازگاری بالا با بسیاری از شرایط اقلیمی و خاکی (Rao & Horn, 1986) می‌تواند در زمینه حل مشکلات مربوط به کمبود تولید علوفه در کشور راهگشا باشد. در برخی از منابع شلغم به عنوان گیاهی حساس به شوری (Mass, 1986) و خشکی (Koch & Karakaya, 1998) معرفی شده است. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که شلغم در زمان استقرار به خشکی حساس است و علاوه بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی آن نیز تحت تاثیر پتانسیل آبی خاک قرار می‌گیرد و با کاهش رطوبت خاک، کاهش می‌یابد (Rao & Dao, 1987). با این وجود تاکنون تحقیقات چندانی در رابطه با تاثیر تنش شوری و خشکی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه شلغم علوفه‌ای به ویژه در ایران صورت نگرفته است.

هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر درجات مختلف تنش خشکی حاصل از پلی اتیلن گلیکول (PEG) و تنش شوری ناشی از کلرید سدیم (NaCl) بر جوانه زنی و رشد گیاهچه شلغم علوفه‌ای بود.

### مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تحمل شلغم علوفه‌ای نسبت به تنش شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، دو آزمایش جداگانه با ۵ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در آزمایشگاه بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-کرج در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. سطوح مختلف تنش خشکی از طریق حل کردن مقادیر مشخصی پلی اتیلن گلیکول

کشاورزی در سطح جهان نیز وجود همین محدودیت‌ها می‌باشد. شوری تقریباً ۷٪ از زمین‌های دنیا یعنی حدود ۹۳۰ میلیون هکتار را تحت تاثیر قرار داده (FAO, 2005) و این میزان در دو دهه گذشته دو برابر شده است (Madidi et al. 2004). شوری خاک یکی از عوامل اصلی خسارت‌زا در کشاورزی است (Ghasemi et al., 1995) و حدود ۱۵٪ از کل زمین‌های ایران نیز با مشکل شوری مواجه هستند (Garg & Gupta, 1997). از مهمترین آثار شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون‌های سمی، فعالیت کم عناصر غذایی ضروری، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای، کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (Grattan & Grieve, 1992). از سوی دیگر خشکی نیز عامل دیگری در کاهش عملکرد گیاهان زراعی است و تنش خشکی، شدیدترین تهدید برای امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود (Farooq et al., 2008). در حقیقت مهمترین چالش پیش روی کشاورزی امروز، تأمین آب کافی برای تولید غذا به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (Diouf, 2003).

جوانه‌زنی و سبز شدن بذر به شدت تحت تاثیر تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که استقرار ضعیف گیاه یکی از مشکلات اصلی در مناطق خشک و شور می‌باشد (Afzal, 2005). فاصله زمانی کاشت تا سبز شدن یکی از فاکتورهای مهم و موثر در رشد و متعاقباً عملکرد گیاه زراعی به حساب می‌آید (Wurr & Fellows 1985). به نظر می‌رسد بذر به وقوع تنش شوری و خشکی در طول این دوره به شدت حساس می‌باشد حال آنکه معمولاً تحمل گیاه در برابر شوری و خشکی با گذشت زمان و سیر مراحل نمو افزایش می‌یابد (Ashraf & Rauf, 2001). تحقیقات نسبتاً زیادی که بر روی جوانه‌زنی گیاهان زراعی مختلف انجام شده بیانگر این واقعیت است که با افزایش شوری و خشکی رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و در نهایت وزن خشک گیاهچه بطور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (Kaya et al., 2006; Alebrahim, et al., 2004). پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که در اغلب گیاهان افزایش میزان شوری و خشکی خاک در مرحله جوانه‌زنی، مانع جوانه‌زنی می‌شود و درجه تحمل به شوری و خشکی

در روز هفتم متوقف شد و در روز هشتم دیگر هیچ افزایشی در تعداد بذور جوانه‌زنده مشاهده نشد. برای محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی از فرمول‌های زیر استفاده گردید:

#### متوسط زمان جوانه‌زنی (MTG)

شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی می‌باشد که با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Ellis & Roberts, 1981):

$$MTG = \sum NiDi / N$$

در این فرمول Ni تعداد بذورهای جوانه زده در روز i ام و Di تعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش i (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذورهای جوانه‌زده می‌باشند.

#### ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)

که مشخصه سرعت روند جوانه‌زنی می‌باشد از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$CVG = G1 + G2 + \dots + Gn / (1 \times G1) + (2 \times G2) + \dots + (n \times Gn)$$

که در آن G1 - Gn تعداد بذورهای جوانه‌زده از روز یکم تا پایان آزمون می‌باشد.

#### متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG)

که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$MDG = FGP / D$$

که در آن FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و D تعداد روز تا پایان دوره اجرای آزمون است.

#### سرعت جوانه‌زنی روزانه (DGS)

نیز که عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد (Maguire, 1962):

$$DGS = 1 / MDG$$

#### ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه

شاخص بنیه گیاهچه (SVI) از طریق رابطه زیر تعیین می‌گردد (Abdul Baki & Anderson, 1973).

$$SVI = (\text{میانگین طول ریشه اولیه} + \text{میانگین طول ساقه اولیه}) \times \text{درصد جوانه‌زنی نهایی}$$

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین با آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم شکل‌ها نیز با استفاده از Excel صورت گرفت.

در آب مقطر برای ایجاد پتانسیل‌های -۳، -۶، -۹ و -۱۲ (به ترتیب ۱۴۹، ۲۱۸، ۲۷۱ و ۳۱۶ گرم پلی اتیلن گلیکول در هزار میلی‌لیتر آب مقطر استریل شده، بر اساس فرمول ارائه شده توسط (Michel & Kaufman, 1973) ایجاد شدند.

سطوح مختلف تنش شوری نیز به‌طور مصنوعی از طریق حل کردن مقادیر مشخصی کلرید سدیم (NaCl)، در آب مقطر برای ایجاد پتانسیل‌های -۳، -۶، -۹ و -۱۲ (به ترتیب ۳/۵۴۷، ۷/۰۹۵، ۱۰/۶۴۳ و ۱۴/۱۹۰ گرم NaCl در هزار میلی‌لیتر آب مقطر استریل تهیه گردید (Poljakoff-Mayber et al., 1994). در هر دو آزمایش از آب مقطر برای ایجاد شرایط بدون تنش (شاهد) استفاده شد.

پیش از شروع آزمایش بذور با استفاده از هیپوکلرید سدیم ۵٪ به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی شده و سپس شستشوی بذور به مدت ۵ دقیقه انجام گردید. ۵۰ عدد بذر ضدعفونی شده در پتری‌دیش‌های ۱۰ سانتی‌متری روی دو لایه کاغذ صافی گذاشته شده و مقدار ۷ میلی‌متر آب مقطر یا محلول با سطح شوری و خشکی مورد نظر به آن اضافه گردید و به دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد منتقل شد. شمارش بذورها هر ۲۴ ساعت به مدت ۷ روز انجام شد.

پس از گذشت ۱ هفته، صفاتی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، بنیه بذر و گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (به وسیله خط کش و برحسب سانتی‌متر)، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (به وسیله ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ بر حسب میلی‌گرم) در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری گردید.

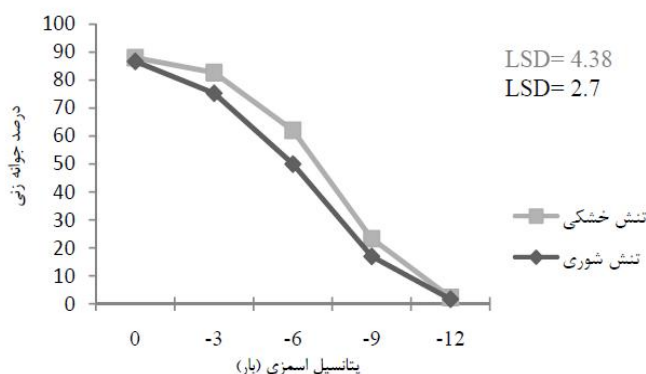
برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، در پایان روز هفتم جوانه‌های عادی (جوانه‌هایی که دارای ریشه‌چه‌ای حداقل به طول ۲ میلی‌متر بودند) در هر پتری‌دیش جدا و ریشه‌چه و ساقه‌چه آنها به صورت جداگانه به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵-۸۰ قرار داده شدند سپس وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. در هنگام شمارش، بذوری جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها ۲ میلی‌متر و یا بیشتر از آن بود. شمارش

## نتایج و بحث

## تنش خشکی

اثر تنش خشکی بر تمام صفات مطالعه شده بذر شلغم شامل سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه و بنیه گیاهچه معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ) (جدول ۱). با

افزایش شدت تنش خشکی از درصد جوانه‌زنی بذرهای شلغم به صورت خطی کاسته شد به گونه‌ای که بیشترین درصد زنی (۸۸ درصد) در تیمار بدون تنش و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۱۲- بار ( $2/3$  درصد) مشاهده شد که نسبت به شاهد بدون تنش کاهش ۹۷ درصدی را نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱- روند تغییرات درصد جوانه زنی بذرهای شلغم علوفه‌ای در سطوح مختلف تنش خشکی و شوری

می‌رسد کاهش جذب آب توسط بذور در اثر تنش خشکی باعث کاهش فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی بذر گردیده و لذا وفور مواد در دسترس برای ادامه حیات گیاهچه تا رسیدن به مرحله استقرار کامل را با مشکل روبرو می‌سازد (De Kar, 1994).

نتایج مشابهی در کلزا (Andalibi et al., 2005)، گندم (Majnon Hoseini et al., 2002)، آفتابگردان (Kaya et al., 2006) و نخود (Okcu et al., 2005) گزارش شده است. در شرایط تنش خشکی، جذب آب توسط بذرها دچار اختلال می‌شود و این امر ممکن است سبب کاهش جوانه‌زنی بذور در این شرایط شود. به نظر

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در شلغم علوفه‌ای تحت تأثیر تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی نهایی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	متوسط زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	بنیه گیاهچه
تکرار	۲	۵/۲۶	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۲۷	۱/۲۶	۰/۰۶۲	۸۵۵/۴۵
تیمار	۴	۴۲۱۸/۳۲**	۱۲/۸۵**	۶/۶۸**	۳۷/۴۹**	۰/۰۰۰۰۰۰۴۸۹**	۰/۱۹**	۱۰۴۸/۴۳**	۱۶۹/۸۷**	۳۲۳۰۵۷/۸۸**
خطا	۸	۵/۴۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۲۲	۱/۴۳	۰/۰۱	۴۱۶/۳۸
ضریب تغییرات	-	۴/۵	۲/۵	۸/۷	۲/۹۱	۹/۰۷	۴/۳	۴/۶	۴/۸	۶/۲

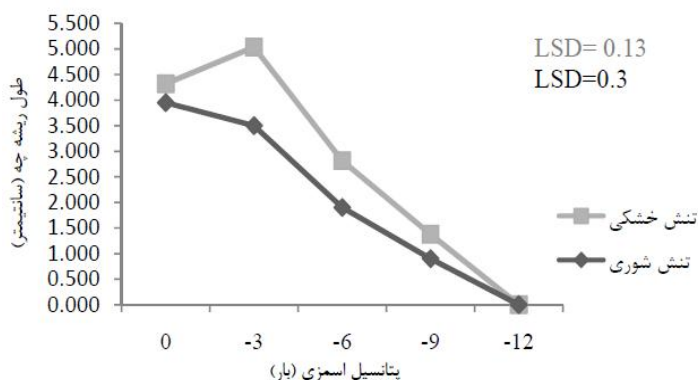
\*\* نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱۰ درصد است.

ارزیابی تحمل به خشکی گونه‌ها و ارقام گیاهی، بررسی سرعت جوانه‌زنی آنها در شرایط تنش است، زیرا گونه‌ها و ارقام گیاهی با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش خشکی امکان سبز شدن سریعتری را نسبت به سایر گونه‌ها و ارقام دارند (Kafi et al., 2005). نتایج مشابهی

بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد بدون تنش (۴۴) مشاهده شد ولی با افزایش شدت تنش، این ضریب نیز به صورت خطی کاهش پیدا کرد به نحوی که کمترین مقدار آن در تیمار ۱۲- بار ( $1/3$ ) مشاهده گردید (شکل ۷). یکی از شاخصه‌های مهم در

دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و لذا سرعت جوانه‌زنی کاهش خواهد یافت (Marchner, 1995).

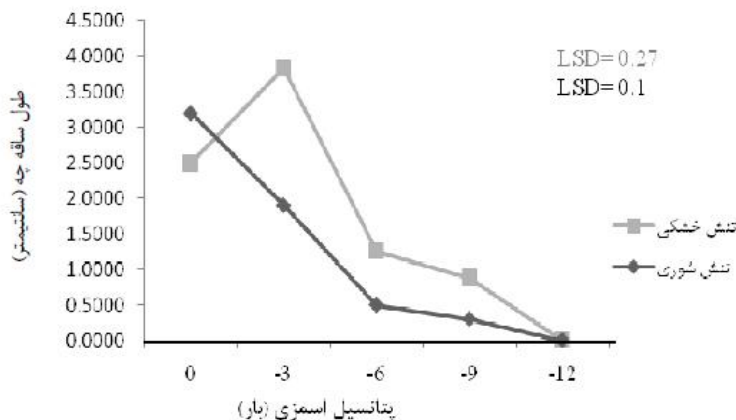
در رابطه با کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی در اثر کاهش پتانسیل آبی توسط سایر محققان برای گیاهانی همچون ارزن هندی (Manga, 1998)، نخود (Karan et al., 1985)، لوبیا (Hucl, 1993) و گندم (Baalbaki et al., 1999) گزارش شده است. اگر جذب آب توسط بذر



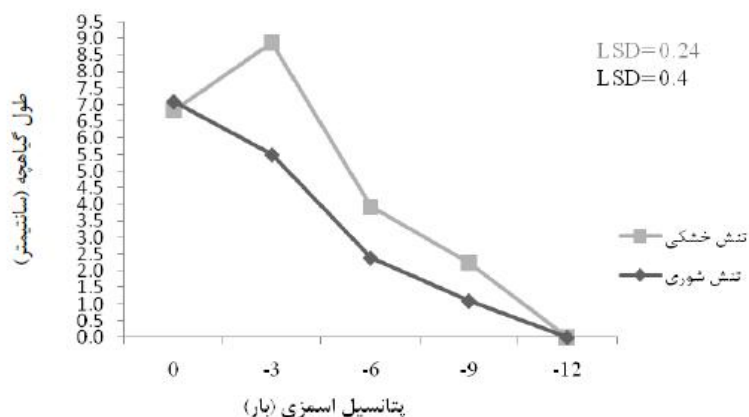
شکل ۲- روند تغییرات طول ریشه‌چه شلغم علوفه ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری

(شکل ۲ و ۳). به طور کلی کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌گردد (Asghari, 1992). اما چنانچه شدت تنش به حدی نباشد که برای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه محدودیت چندانی ایجاد کند، ممکن است سبب تحریک رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه شود. آزمایشات مختلف نشان داده‌اند که طول ریشه‌چه در تنش‌های ملایم افزایش می‌یابد.

واکنش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و به تبع آنها طول گیاهچه و همچنین وزن خشک گیاهچه به افزایش سطح تنش خشکی مشابه یکدیگر بود (شکل ۲، ۳ و ۴). با افزایش شدت تنش خشکی از پتانسیل صفر به -۳ بار طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری افزایش یافتند ولی زمانی که شدت تنش افزایش بیشتری پیدا کرد، هر سه صفت به صورت خطی کاهش یافتند. در سطح تنش -۱۲ بار نیز هیچ ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ای تشکیل نشد



شکل ۳- روند تغییرات طول ساقه‌چه شلغم علوفه ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری



شکل ۴- روند تغییرات طول ساقه چه شلغم علوفه ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری

همچنین اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه چه به منظور جذب حداکثر رطوبت گزارش شده است (Marchner, 1995). عکس العمل ساقه چه به افزایش شدت تنش خشکی شدید تر از ریشه چه بود به گونه ای که با افزایش سطح تنش، کاهش طول ساقه چه شدید تر از طول ریشه چه مشاهده شد. نتایج مشابهی توسط الشرکاوای و همکاران (۱۹۸۹) در این زمینه گزارش شده است.

با توجه به نتایج مقایسات میانگین می توان بیان کرد که کمترین میزان متوسط زمان جوانه زنی (شکل ۶) و کمترین جوانه زنی روزانه (شکل ۸) مربوط به پتانسیل اسمزی ۱۲- بار بود. نتایج مشابهی در این زمینه توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (El-Sharkawi et al., 1989; Kafi & Goldani, 2001; Andalibi et al., 2005). افزایش شدت تنش خشکی به طور معنی داری سبب کاهش بنیه گیاهچه شلغم گردید به طوری که بیشترین بنیه گیاهچه در تیمار شاهد بدون تنش و کمترین بنیه گیاهچه در بالاترین سطح تنش خشکی ملاحظه گردید (شکل ۹).

**تنش شوری**

تاثیر تنش شوری بر تمام صفات مربوط به جوانه زنی و رشد گیاهچه شلغم علوفه ای معنی دار بود ( $p < 0.01$ ) (جدول ۲). با افزایش سطح تنش شوری، درصد و سرعت جوانه زنی به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد به طوری که بالاترین درصد جوانه زنی

(۸۶/۷ درصد) در تیمار بدون تنش و کمترین درصد جوانه زنی (۱/۷ درصد) در تنش ۱۲- بار مشاهده شد (شکل ۱). همچنین بیشترین ضریب سرعت جوانه زنی (۴۳/۳) و کمترین ضریب سرعت جوانه زنی (۱) نیز به ترتیب در تیمار صفر و ۱۲- بار مشاهده شد (شکل ۷). یعنی با افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۱۲- بار درصد جوانه زنی و ضریب سرعت جوانه زنی به ترتیب ۹۸ و ۹۷ درصد کاهش نشان دادند که این امر تاثیر قابل توجه تنش شوری را بر جوانه زنی بذور شلغم علوفه ای نشان می دهد. کاهش درصد و سرعت جوانه زنی بذور شلغم علوفه ای در اثر افزایش سطح تنش شوری از یک روند یکنواخت پیروی نکرد.

با افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۳- بار درصد جوانه زنی تنها ۱۳ درصد کاهش نشان داد در حالیکه کاهش پتانسیل از صفر به ۶- بار ۴۲ درصد، از صفر به ۹- بار معادل ۸۰ درصد و از صفر به ۱۲- بار بیش از ۹۸ سبب کاهش درصد جوانه زنی نهایی بذور گردید. مطالعات متعددی نشان داده اند که درصد و سرعت جوانه زنی بذور با افزایش شوری کاهش می یابد (Jeannette et al., 2002; Mauromicale & Licandro, 2002; Demir & Aril, 2003). کاهش درصد جوانه زنی بذور گیاهان در شرایط تنش شوری را می توان نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی محیط و در نتیجه کاهش سرعت و مقدار جذب آب، سمیت ویژه یون های سدیم و کلر و اختلال در جذب عناصر غذایی دانست (Dadkhah,

۱۳۹۱)

غشاء های سلولی، به ویژه غشای سیتوپلاسمی و در نتیجه آن افزایش تراوایی غشاها به دلیل جایگزینی  $Ca^{2+}$  به وسیله  $Na^+$  می گردد که در نتیجه آن تلفات  $K^+$  افزایش می یابد ( Hosseini & Rezvani Moghadam, 2006). بر طبق نظر Ayaz et al. (2000) کاهش جوانه زنی در شرایط تنش شوری در اثر اختلال در فرآیندهای متابولیکی است که بوسیله شوری القا شده و منجر به افزایش در ترکیبات فنولیک می گردد.

در حقیقت افزایش شوری سبب افزایش جذب یون های سدیم و کلر می شود. جذب بیش از اندازه این یون ها علاوه بر ایجاد مسمومیت، سبب اختلال در متابولیسم سایر عناصر غذایی نیز می شوند که از آن جمله می توان به رقابت یون سدیم با پتاسیم و یون کلر با نیترات اشاره کرد که موجب اختلال در جذب عناصر غذایی پتاسیم و نیترات می شود. این امر بر فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر منفی گذاشته و می تواند منجر به کاهش درصد جوانه زنی بذور شود (Dadkhah, 2010). علاوه بر آن شوری در مرحله جوانه زنی بذرها باعث آسیب رساندن به

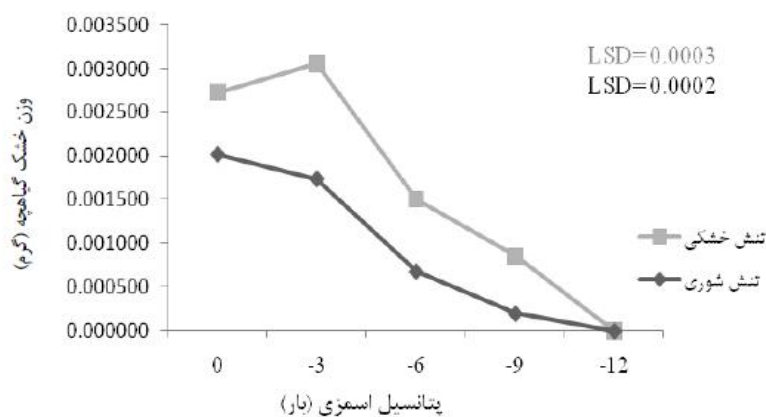
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در شلغم علوفه ای تحت تأثیر تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی نهایی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	طول گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	متوسط زمان جوانه زنی	ضریب سرعت جوانه زنی	متوسط جوانه زنی روزانه	بنیه گیاهچه
تکرار	۲	۱۱/۴۶۶	۰/۰۶۱	۰/۰۲۶	۰/۱۶۶	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۰۹۶	۴/۸۶۶	۰/۱۱۴	۲۹۲/۱۶۹
تیمار	۴	۴۰۰۲/۴۲۳**	۸/۶۷۳**	۵/۳۱۸**	۲۶/۷۰۷**	۰/۰۰۰۰۰۰۲**	۰/۶۳۱**	۱۰۱۳/۷۳۳**	۴۰/۰۲۴**	۲۱۷۹۷۵/۱۸۶**
خطا	۸	۲/۱۳۳	۰/۰۳۸	۰/۰۰۳	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۷	۰/۵۳۳	۰/۰۲۱	۳۸۸/۲۴۷
ضریب تغییرات	-	۳/۱۶۶	۹/۶۵	۵/۱۹	۶/۸۷	۱۱/۷۴	۷/۹۰	۳/۱۸	۳/۱۶۶	۸/۳۹

\*\* نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱۰ درصد است.

گیاهچه (شکل ۴) و وزن خشک گیاهچه (شکل ۵) شلغم علوفه ای گردید ( $P < 0.01$ ).

افزایش سطح تنش شوری سبب کاهش معنی دار طول ریشه چه (شکل ۲)، طول ساقه چه (شکل ۳)، طول



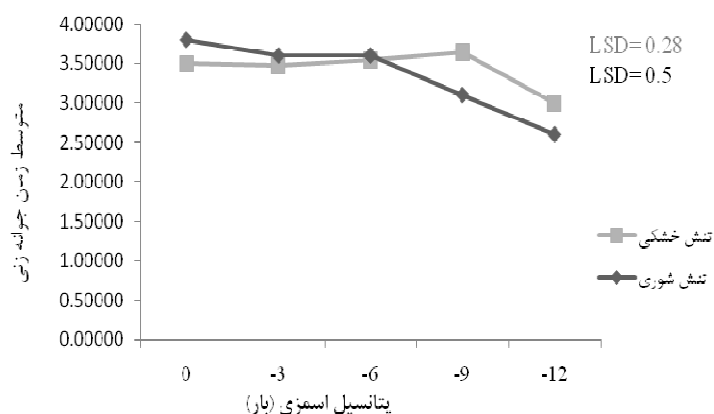
شکل ۵- روند تغییرات وزن خشک گیاهچه شلغم علوفه ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری

ظاهر نشد. این در حالی است که بین تیمارهای صفر و ۳- بار از نظر طول ریشه چه تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲). ولی افزایش بیشتر سطح تنش شوری

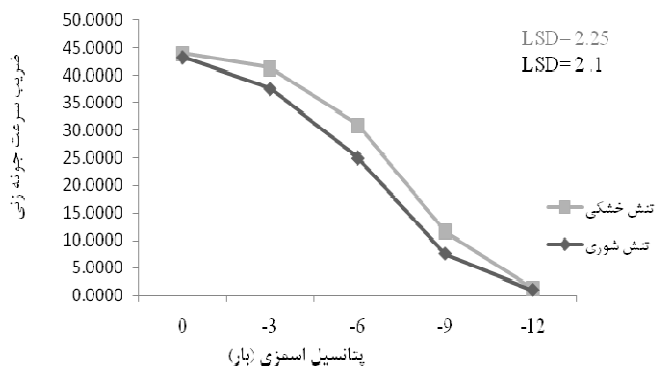
افزایش سطح تنش شوری از صفر به ۱۲- بار منجر به کاهش ۱۰۰ درصدی طول ریشه چه گردید (شکل ۲) زیرا در تنش شدید (۱۲- بار) عملاً هیچ ریشه چه ای

آنجایی که گیاه برای ساخت این مواد انرژی زیادی صرف می‌کند، بنابراین رشد اندام‌های گیاهی به ویژه رشد اندام‌های هوایی گیاه در این شرایط کاهش می‌یابد (Penuelas et al., 1997). همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تنش شوری می‌تواند به محدودیت فشار ترگر و یا به تجمع ماده خشک در بافت‌های ذخیره‌ای ریشه‌چه مرتبط باشد که با نتایج Sharma et al. (2004) در مورد کاهش طول گیاهچه به واسطه کاهش میزان آب موجود در بافت‌های گیاهچه تحت تأثیر تنش شوری، مطابقت دارد. تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار بنیه گیاهچه شلغم علوفه‌ای گردید (شکل ۹). این شاخص تابعی از دو پارامتر درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه می‌باشد و با توجه به اینکه در اثر افزایش سطوح تنش شوری هر دو پارامتر فوق از روندی کاهشی پیروی نمودند بنابراین کاهش بنیه نیز در این شرایط کاملاً قابل درک است.

سبب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه شد که بر طبق نظر Werner و Finkelstein (1995) شوری می‌تواند از طولی شدن ساقه و ریشه به دلیل کند کردن جذب آب جلوگیری کند. همچنین Jamil et al (2006) نتیجه گرفتند که شوری می‌تواند به سرعت جلوی رشد ریشه را گرفته و بنابراین ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی ضروری را کاهش دهد. تاثیر تنش شوری بر طول ساقه‌چه نیز همانند تاثیر آن بر طول ریشه‌چه بود با این تفاوت که اثر بازدارندگی آن بر رشد ساقه‌چه به مراتب شدیدتر از تاثیر آن بر ریشه‌چه بود (شکل ۳). برخلاف ریشه‌چه، افزایش تنش از صفر به ۳- بار به طور معنی‌داری سبب کاهش رشد ساقه‌چه گردید. تاثیر سطوح تنش شوری بر رشد گیاهچه کاملاً مشابه تاثیر آن بر رشد ساقه‌چه بود. یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل به شوری گیاهان، تنظیم اسمزی سلول و حفظ آماس سلولی است که با ساخت مواد آلی نظیر بتائین، گلايسين، پرولين، سوربيتول و مانیتول انجام می‌شود. از

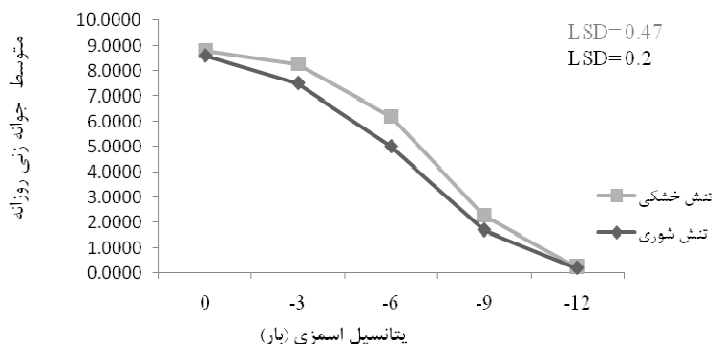


شکل ۶- روند تغییرات متوسط زمان جوانه زنی بذور شلغم علوفه‌ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری

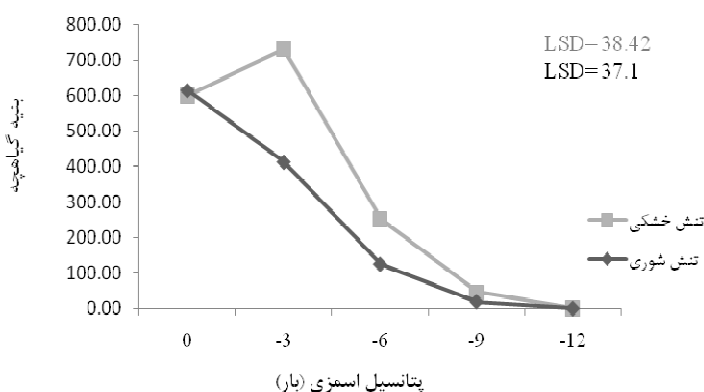


شکل ۷- روند تغییرات ضریب سرعت جوانه زنی بذور شلغم علوفه‌ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری





شکل ۸- روند تغییرات متوسط جوانه زنی روزانه بذور شلغم علوفه ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری



شکل ۹- روند تغییرات بنیه گیاهچه شلغم علوفه ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری

آستانه تحمل شلغم علوفه‌ای به تنش خشکی و شوری در نظر گرفت. انجام پژوهش‌های تکمیلی برای تصدیق این یافته الزامی است.

### سپاسگزاری

بخشی از هزینه‌های اجرای این پژوهش توسط قطب علمی به‌زراعی، به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهان علوفه‌ای دانشگاه تهران تامین شده است. بدین وسیله از مساعدت مسئولین قطب تقدیر و تشکر می‌گردد.

### نتیجه گیری کلی

شلغم علوفه‌ای در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه به تنش خشکی و شوری حساس بوده و وقوع تنش در این شرایط می‌تواند سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد گیاهچه‌ها شود. با توجه به اینکه حساسیت به تنش‌های محیطی در مراحل اولیه رویش گیاه به شدت بر رشد و نمو آن تاثیر گذار است، بنابراین کشت شلغم علوفه‌ای در اراضی خشک و شور قابل توصیه نمی‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که پتانسیل ۳- بار را می‌توان

### REFERENCES

1. Abdul Baki, A. A. & Anderson, J. D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13, 630-633.
2. Afzal, I. (2005). *Seed enhancements to induced salt tolerance in wheat (Triticum aestivum L.)*. Ph.D. dissertation, Agricultural University of Faisalabad, Pakistan.
3. Alebrahim, M. T., Sabaghnia, N. Ebadi, A. & Mohebodini, M. (2004). Investigation the effect of salt and drought stress on seed germination of thyme medicinal plant (*Thymus vulgaris*). *Journal of Research in Agricultural Science*, 1, 13-20.
4. Andalibi, B., Zangani, A. & hagnazari, A. (2005). Effects of water stress on germination indices in six rapeseed cultivars (*Brassica napus L.*). *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36 (2), 457-463. (In Farsi)

5. Asghari, M. (1992). Effect of ethylene on osmotic adjustment and axial tissue and cotyledon development of sunflower seed in water stress condition. *Agricultural Science and Technology Journal*, 7(1), 137-145.
6. Ashraf, M. & Rauf, H. (2001). Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiologiae Plantarum*, 23, 407-414.
7. Ayaz, F. A., Kadioglu, A. & Turgut, R. (2000) Water stress effects on the content of low molecular weight carbohydrates and phenolic acids in *Cienanthe setosa*. *Canadian Journal of Plant Science*, 80, 373-378.
8. Baalbaki, R. Z., Zurayk, R. A., Blelk, M. M. & Tahouk, S. N. (1999). Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science and Technology*, 27, 291-302.
9. Dadkhah, A. (2010). Salinity effect on germination and seedling growth of four medicinal plants. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(3), 358-369. (In Farsi)
10. De, F. & Kar, R. K. (1994). Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress included by PEG-6000. *Seed Science and Technology*, 23, 301-304.
11. Demir, M. & Aril, I. (2003) Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower. *Turkish Journal of Agriculture*, 27, 221-227.
12. Diouf, J. (2003). Agriculture, Food security and Water. Towards the blue revolution. OECD Observe. No. 236: <http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/942>.
13. Ellis, R.A. & Roberts, E.H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, 373-409.
14. El-Sharkawi, H. M., Farghali, K. A. & Sayed, S. A. (1989). Interactive effects of water stress, temperature and nutrients in the seed germination of tree desert plants. *Journal of Arid Environments*, 17, 307-317.
15. Food and Agricultural Organization. (2005). *Production year book*. Rome, Italy. From <http://www.fao.org/biodiversity>.
16. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. & Basra, S. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185-212 .
17. Garg, B. K. & Gupta, I. C. (1997). Plant relations to salinity. In: *Saline wastelands environments and plant growth*. (pp. 79-121). Scientific Publishers, Jodhpur.
18. Ghassemi ,F., Jackman A. J. & Nix, H. A. (1995). Salinisation of land and water resources: *Human causes extend, management & case studies*. UNSW press, Sydney, Australia, & CAB International, Wallingford, UK.
19. Grattan, S. R. & Grieve. C. M, (1992). Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 38 (4), 275-300.
20. Greenwood, M. E. & Macfarlen, G. R. (2009). Effects of salinity on competitive interactions between two *Juncus* species. *Journal of Aquatic Botany*, 90, 23-29.
21. Hosseini, H. & Rezvani Moghadam, P. (2006). Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4(1), 15-22. (In Farsi)
22. Hucl, P. (1993). Effects of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 73, 697-702.
23. Jamil, M., Lee, D., Jung, K. Y., Ashraf, M, Lee, S. C. & Rha, E. S. (2006) Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*, 7, 273-282.
24. Jeannette, S., Craig, R. & Lynch, J. P. (2002). Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seedling growth. *Crop Science*, 42, 1584-1594.
25. Kafi, M. & Goldani, M. (2001). Effect of water potential and its source on germination of wheat, sugar beet and pea. *Agricultural Science and Technology Journal*, 15(1), 121- 132.
26. Kafi, M., Nezami, A., Hosaini, H. & Masomi, A. (2005). Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Agronomy Researches of Iran*, 3(1), 69-80.
27. Karan, S., Afria, B. & Singh, K. (1985). Seed germination and seedling growth of chick pea (*Cicer arietium*) under water stress. *Seed Research*, 13, 1-9.
28. Kaya, M., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y. & Kolsarci, O. (2006). Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Science*, 24, 291-295.
29. Koch, D. W. & Karakaya, A. (1998). *Extending the grazing season with turnips and other brassicas*. University of Wyoming. Cooperative extension service bulletin, B-1051.

30. Maas, E.V. (1986). Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, 1, 12-26.
31. Madidi, S., Baroudi, B. & Ameer, F. B. (2004). Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *International Journal of Agricultural Biology*, 6, 767-770.
32. Maguire, J. D. (1962). Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
33. Majnon Hoseini, N., Tavakol Afshari, R. & Ehsanfar, S. (2002). Effects of drought stress induced by PEG in seed germination indices of wheat. In: 7<sup>th</sup> Iranian national Congress of Crop Science. 24-26 Aug. seed and Plant Improvement Institute. Karaj, Iran. pp. 559.
34. Manga, V. K. (1998). Germination response of pearl millet genotypes to simulated drought condition. *Crop Improvement*, 25, 155-158.
35. Marchner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. pp. 674.
36. Mauromicale, G. & Licandro, P. (2002). Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of globe artichoke. *Agronomias*, 22, 443-450.
37. Michel, B. E. & Kaufman, M. R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51, 914 - 916.
38. Okcu, G., Kaya, M. & Atak, M. (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 237-242.
39. Penuelas, J., Isla, R. Fillela, I. & Araus, J. L. (1997). Visible and near-infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. *Crop Science*, 37, 198- 202.
40. Poljakoff mayber, A., Somers, G. F., Werker, E. & Gallagher, J. I. (1994). Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae), their structure, germination and salt tolerance. *American Journal of Botany*, 81, 54-59.
41. Rao, S. C. & Horn, F. P. (1986). Planting season and harvest date effects on dry matter production and nutritional value of *Brassica Spp.* in the southern Great Plains. *Agronomy Journal*, 78, 327. 333.
42. Rao, S. C. & Dao, T. H. (1987). Soil water effects on low-temperature seedling emergence of five *Brassica* cultivars. *Agronomy Journal*, 79, 517-519
43. Sharma, A. D., Thakur, M., Rana, M. & Singh, K. (2004). Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench seeds. *African Journal of Biotechnology*, 3, 308-312.
44. Werner, J. E. & Finkelstein, R. R. (1995). Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 93, 659-666.
45. Wurr, D. C. E. & Fellows, J. R. (1985). A determination of the seed vigor and field performance of crisp lettuce seed stocks. *Seed Science and Technology*, 13, 11-17.