نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۲، ص. ۱۲۰-۱۰۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 1, Spring. 2013, p. 107-120

# تأثیر شوری بر جوانه زنی و آستانه تحمل به شوری جو

نیر اعظم خوش خلق سیما[1*]- رمضانعلی علی تبار[2]- مهله اقبالی نژاد[3]- پریسا بابازاده[4]- سارا طالع احمد[5]

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۸/۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۱۱/۲

## چکیده

به منظور بررسی تأثیر شوری بر جوانه زنی و تعیین آستانه تحمل به شوری جو،۲ آزمایش بصورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در پتری دیش و گلدان انجام گرفت. آزمایش اول شاخص های جوانه زنی ۲۳ نمونه جو (۱۷ نمونه وحشی و شش رقم اصلاح شده) در چهار تیمار شوری ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار NaCl در سه تکرار و در آزمایش دوم، آستانه تحمل به شوری ۷نمونه انتخاب شده از آزمایش اولدر پنج تیمار (۱/۳، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر) در چهار تکرار آنالیز شد. شاخص‌های درصد جوانه زنی، طول، وزن تر، خشک، میزان سدیم، پتاسیم ریشه اولیه و محور روی لپه در آزمایش اول، و همچنین آستانه تحمل به شوری، ارتفاع ساقه، وزن تر، خشک، میزان سدیم و پتاسیم گیاه درآزمایش دوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد درصد جوانه زنی درهمه نمونه‌ها با افزایش غلظت کلرید سدیم به طور معنی داری ($P\leq0.05$) کاهش یافت. با توجه به عملکرد نسبی وزن خشک، افضل با مقدار ۲۵/۲۴ دسی زیمنس بر متر و نمونه *Hordeum murinum* (ایلام ) با مقدار۱۶/۶۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بیشترین و کمترین $EC_{50}$ را نسبت به نمونه‌های دیگر نشان دادند. در این آزمایش رقم بومی در مقایسه با سایر ارقام در شرایط تنش مقاومتر بود و به احتمال زیاد دارای ژن های مقاومت به شوری می باشد..

**واژه‌های کلیدی:**عملکرد نسبی، سدیم، پتاسیم، کلرید سدیم، جوانه زنی، آستانه تحمل به شوری

## مقدمه

شوری از جمله خطرهای جدی تهدید کننده محیط وکشاورزی در بخش‌های زیادی از جهان می‌باشد که عملکرد محصولات مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تحمل نمک در واقع توانایی گیاهان برای رشد وتکمیل چرخه زندگی در شرایط وجود غلظت بالایی از نمک‌های محلول می‌باشد (۳۸). تحمل به شوری یک پدیده پیچیده مربوط به کل صفات گیاه است. مواردی بیان شده است که مکانیزم تحمل به شوری از رقمی به رقم دیگر درون یک گونه متفاوت می‌باشد (۱۲). میزان تحمل به شوری یک گیاه زراعی بایستی در مراحل مختلف رشد به خصوص در مرحله جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و مراحل رویشی و زایشی بررسی شود (۸). بررسی و بازبینی مراحل جوانه زنی و گیاهچه برای مشخص کردن تحمل گیاهان به شوری موثر و کاربردی‌تر بوده و مرحله مناسبی برای شناسایی گیاهان متحمل به شوری می‌باشد، این نظریه توسط گرین وی (۲۱) و بلوم (۱۶) ارائه شد.

اندازه‌گیری پتانسیل جوانه زنی بذور در شرایط شور، پارامترهای ساده و مفیدی ارائه می‌دهد به شرط آنکه تحمل در مرحله گیاهچه‌ای منجر به تحمل به شوری در گیاه بالغ شود. درصد جوانه زنی آزمایش مناسب و سریعی برای شمار زیادی از ارقام می‌باشد، به شرط آنکه با ظهور گیاهچه، رشد سبزینگی، گلدهی و بلوغ همبستگی داشته باشند (۱۱). در آزمایشی توسط خوش خلق سیما (۲۸) بر روی تعدادی از گراس‌ها ارتباط مثبتی بین درصد جوانه زنی و رشد در مراحل بعدی زندگی برای علف گندمی بلند[6] تحت شرایط شور به دست آمده است. مونس و جیمز (۳۲) گزارش کردند که گونه‌های زیادی مثل گندم و جو قادر به جوانه زدن در غلظت بالای نمک (۳۰۰ میلی مولار) هستند اما ریشه چه نمی‌تواند در این سطح از شوری رشد کند. تنش شوری بر روی جوانه زنی بذر ازطریق تنش اسمزی باعث کاهش

۱- عضو هیئت علمی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج
(*- نویسنده مسئول: Email: ksima@abrii.ac.ir)
۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۳ و ۴- دانشجویان کارشناسی ارشد زراعت، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۵- پژوهشگاه رویان، پژوهشکده زیست شناسی و فناوری سلولهای بنیادی جهاددانشگاهی، مرکز تحقیقات علوم سلولی، گروه زیست شناسی سامانه های مولکولی، تهران، ایران

6-Agropyron

جذب آب شده و با تجمع یون‌های سدیم و کلراید به عدم تعادل در جذب عناصر غذایی گشته و منجر به سمیت می‌گردد (۱۶، ۲۶ و ۳۷). اوتمن و همکاران (۳۷) گزارش نمودند که غلظت $Na^+$ در بذر در شرایط شوری به طور معنی‌داری افزایش و میزان $K^+$ تحت تأثیر تنش شوری کاهش می‌یابد. شوری بر روی بیوماس تأثیر منفی دارد (۹ و ۲۵). تنش شوری باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع و وزن اندام‌های هوایی و ریشه می‌گردد (۲۵). با افزایش غلظت کلرید سدیم رشد قسمت‌های هوایی بیشتر از ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد در نتیجه رشد و متوسط تولید ماده خشک ریشه نسبت به ساقه به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۳۳).

گیاهان زراعی از نظر تحمل به غلظت نمک‌های محلول در منطقه ریشه متفاوت هستند، لذا انتخاب گیاه برای حداکثر تولید تحت شرایط شور یکی ازگزینش‌های اساسی و مفید خواهد بود (۲۷). برای ارزیابی تحمل گیاهان در شرایط شور از معیاری بنام آستانه تحمل به شوری استفاده می‌شود. آستانه تحمل به شوری عبارت است از حداکثر شوری مجاز بدون اینکه کاهشی در محصول نسبت به شرایط غیر شور به وجود آورد (۴). نتایج تحقیقات ماس و هافمن (۳۱) نشان داد با بالا رفتن میزان شوری از حد آستانه بر اساس رابطه (Bent stick) کاهش عملکرد به صورت خطی خواهد بود. جو از جمله غلات مهم می‌باشد که جهت تغذیه دام و مصارف صنعتی بکار می‌رود. این گیاه در دامنه وسیعی از خاک و آب قدرت رشد دارد (۲۴). راوسون و همکاران (۳۹) در گلخانه با مقایسهٔ واکنش به شوری در غلات مختلف در مرحلهٔ سبزینگی به تفاوت‌های کوچکی در تولید بیوماس بین چند رقم جو، گندم و تریتیکاله پی بردند، در میان آن‌ها ارقام جو به طور یکسان تحمل بالایی به شوری نسبت به ارقام گندم نان از خود نشان دادند. در گیاه جو ارتفاع گیاه، شمار کل پنجه‌های گیاه، وزن تر و وزن خشک به طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. کاهش ارتفاع گیاه مربوط به فشار اسمزی بالای محلول خاک می‌باشد. ارقام مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی در برابر تنش شوری از خود نشان می دهند و این به علت تفاوت آن‌ها از لحاظ ژنتیکی است (۲۴). از روش‌های مؤثر مقابله با شوری معرفی و اصلاح ارقام متحمل شوری می‌باشد که در ترکیب با برنامه‌های مدیریتی امکان بهره برداری از زمین‌های شور را فراهم می‌کند (۸). با در نظر گرفتن ضرورت‌های بیان شده این آزمایش جهت بررسی تأثیر شوری کلرید سدیم بر روی جوانه زنی و تعیین آستانه تحمل به شوری تعدادی از نمونه‌های جو (وحشی، بومی و تجاری) برای شناسایی و معرفی متحمل‌ترین آن‌ها در شرایط گلخانه انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

### آزمایش ۱

در آزمایش اول ۲۳ نمونه جو (جدول ۱) بصورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد، فاکتورهای آزمایش شامل ۱۷ نمونه از بذور وحشی جو و ۶ نمونه از بذور ارقام تجاری و بومی و چهار تیمار ۰، ۱۰۰،۲۰۰و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl بود. هر تکرار شامل نمونه ۲۵ عدد بذر روی دو لایه کاغذ واتمن درون پتری دیش به قطر ۹ سانتیمتر قرار داده شد. جهت جلوگیری از تبخیر و تغییر غلظت تیمار روی پتری دیش‌ها با محافظی پوشیده شد. پتری دیش‌ها به مدت ۷ روز درون فیتوترون با شرایط خاص (درجه حرارت ۲±۲۶ درجه سانتیگراد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگه داری شدند. روز هشتم درصد جوانه زنی، ارتفاع ساقه، وزن تر، وزن خشک ریشه اولیه و محور روی لپه اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی غلظت یون ها، نمونه ها درون پاکت خشک کن قرار داده شده و با آون ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید (۲۲) تعیین غلظت سدیم و پتاسیم برگ با استفاده از دستگاه نشر شعله ای مدل Corning-410 انجام گرفت. در پایان آنالیز داده‌ها با کمک نرم افزارهای SAS و Excel و همچنین مقایسه میانگین با روش LSD در سطح $P\leq 0.05$ انجام گرفت.

### آزمایش۲

این آزمایش در شرایط گلخانه، به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی، در دو تکرار و پنج تیمار (۱/۳، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر) انجام شد. طی این آزمایش ۷ نمونه جو (جدول ۲) متحمل، نیمه متحمل و حساس از مرحله جوانه‌زنی (آزمایش اول) انتخاب و حد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد آن ها بر اساس معادله Mass-Hoffman مورد بررسی قرار گرفت. کشت در گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد (۴۵ cm ×۳۲cm × ۱۳ cm) حاوی ۴/۵ کیلوگرم خاک که ۱ کیلوگرم هر گلدان بدون هیچ کود یا نمک و ۳/۵ کیلوگرم باقیمانده با مقدار ۲۰۰ کیلوگرم برهکتار ازت ($NH_4NO_3$) و ۱۵۰ کیلوگرم بر هکتار فسفر ($KH_2PO_4$) مخلوط گردید. رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت مزرعه‌ای نگه داشته شد. پس از ۸ هفته رشد، مواد گیاهی بصورت اندام‌های هوایی و ریشه تفکیک و طول، وزن تر و خشک نمونه ها و غلظت سدیم و پتاسیم اندازه گیری شد. کاهش ۵۰ درصدی عملکرد طبق رابطه زیر محاسبه گردید (۴۳):

$$Y_r = \frac{Y_m}{1+\left(\frac{EC}{EC_{50}}\right)^P}$$

در این رابطه Ym= مقدار عملکرد در شرایط غیر شور، EC= میانگین شوری در ناحیه رشد ریشه بر اساس $ds.m^{-1}$، EC50= میانگین شوری خاک که منجر به کاهش ۵۰٪ عملکرد می شود و P= یک ضریب تجربی است. کلاسه بندی و طبقه بندی ارقام با استفاده از روش کلاستر و نرم افزار spss، آنالیز داده‌ها با کمک نرم افزار SAS وExcel و مقایسه میانگین با روش LSD در سطح $P\leq 0.05$ انجام گرفت.

جدول ۱- لیست نمونه‌های وحشی، بومی و اصلاح شده توده‌های گیاهی جو

| شماره نمونه | نام علمی | نوع بذر | محل جمع آوری |
|---|---|---|---|
| ۱ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | ایلام |
| ۲ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | ایلام |
| ۳ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | آذربایجان غربی |
| ۴ | *Hordeum murinum* Huds | وحشی | آذربایجان غربی |
| ۵ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | آذربایجان غربی |
| ۶ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | فارس |
| ۷ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | ایلام |
| ۸ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | خراسان |
| ۹ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | خراسان |
| ۱۰ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | خراسان |
| ۱۱ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | کرمانشاه |
| ۱۲ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | کرمان |
| ۱۳ | *Hordeum bulbosum* L. | وحشی | کرمان |
| ۱۴ | افضل | بومی | – |
| ۱۵ | ریحان | اصلاح شده | – |
| ۱۶ | کویر | اصلاح شده | – |
| ۱۷ | والفجر | اصلاح شده | – |
| ۱۸ | گرگان۴ | اصلاح شده | – |
| ۱۹ | ماکویی | اصلاح شده | – |
| ۲۰ | *Hordeum bulbosum* L. | وحشی | ایلام |
| ۲۱ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | ایلام |
| ۲۲ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | خراسان |
| ۲۳ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | ایلام |

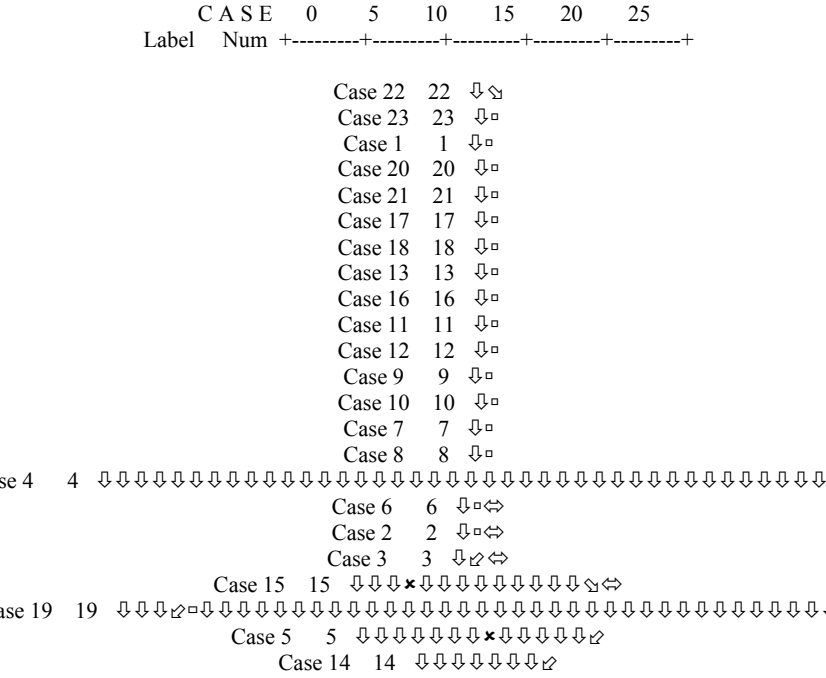
جدول ۲- نمونه‌های انتخاب شده از مرحله جوانه زنی برای آستانه تحمل به شوری

| شماره ژرم پلاسم | نام علمی | نوع ژرم پلاسم | محل جمع آوری |
|---|---|---|---|
| ۱ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | ایلام |
| ۲ | *Hordeum spontaneum* C.koch | وحشی | فارس |
| ۳ | *Hordeum murinum* L. | وحشی | کرمان |
| ۴ | *Hordeum bulbosum* L. | وحشی | کرمان |
| ۵ | *Hordeum vulgare*,var.Afzal | بومی | – |
| ۶ | *Hordeum vulgare*,var.Ryhan | اصلاح شده | – |
| ۷ | *Hordeum vulgare*,var.Makuii | اصلاح شده | – |

## نتایج

### درصد جوانه زنی

بذور مورد بررسی در این آزمایش از لحاظ درصد جوانه زنی در سطوح مختلف کلرید سدیم، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۳). درتیمار ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl تمام بذور توانایی جوانه زنی داشتند، نمونه‌های ۲،۹ و ۱۳ (جدول ۳) نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند ($P\leq0.05$). نمونه‌های ۷،۸ و ۱۴ در این تیمار نسبت به شاهد افزایش داشتند. در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl نمونه‌های شماره ۲، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۱و ۲۳به دلیل حساسیت زیاد به شوری از بین رفتند. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار نمک تنها نمونه‌های شماره ۵، ۱۴، ۱۵ و ۱۹ توانایی جوانه زنی داشتند. این نتیجه در کلاسه بندی نیز ثابت شده است، در غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار نمک نمونه‌های افضل، *Hordeum murinum* Huds (آذربایجان غربی)، ریحان و ماکویی متحمل بودند و در یک کلاس قرار گرفتند (شکل ۲). با توجه به نتایج حاصل از درصد جوانه زنی بذور را به ترتیب زیر می توان طبقه بندی نمود:




**شکل۱- دندوگرام به روش Average Linkage (Between Groups) با نرم افزار SPSS.** همان طور که مشاهده می شود ژرم پلاسمهای ۱۵، ۱۹، ۱۸، ۱۲ در سطح شوری ۳۰۰ میلی مولار در یک کلاس گروهبندی شده اند و ژرم پلاسم‌های دیگر دارای جوانه زنی در این سطح شوری نبوده و در یک گروه طبقه بندی قرار گرفته اند.

گروه متحمل: ۵، ۱۴، ۱۵،۱۹

گروه نیمه متحمل: ۱، ۴، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۱۸، ۲۲

گروه حساس: ۲، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۲۰، ۲۱، ۲۳

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت شوری ارتفاع ساقه، وزن تر وخشک ریشه اولیه و محور روی لپه و طول ریشه‌های اولیه با افزایش غلظت شوری کاهش یافت (جدول ۳). به جز نمونه‌های ۱، ۴، ۱۲ و ۱۹ بقیه نمونه‌ها در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار دارای کاهش معنی‌داری در طول ریشه اولیه بودند ($P\leq0.05$). در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار همه نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک نشان دادند. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار نمک نمونه‌های شماره ۴، ۵، ۱۵ و ۱۹ نسبت به تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول۳). باتوجه به مقایسه میانگین‌ها می‌توان ژرم‌پلاسم‌های جو را از نظر طول ریشه اولیه به صورت زیر گروه‌بندی نمود:

گروه متحمل:۵ ، ۱۴، ۱۵، ۱۹

گروه نیمه متحمل: ۴، ۸ ، ۱۰، ۱۲، ۱۸، ۲۲

گروه حساس: ۱، ۲، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۳

با افزایش شوری طول محور روی لپه‌ها نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳) در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک نمونه‌های شماره ۱۴ و ۲ به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش طول را نسبت به شاهد نشان دادند ($P\leq0.05$). در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمونه‌های شماره ۳ و ۵ به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش طول محور روی لپه را نسبت به تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار داشتند. اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۲۰۰ و ۳۰۰ NaCl از نظر طول محور روی لپه ژرم پلاسم‌هایی که جوانه زده بودند مشاهده نگردید (جدول ۳). با بررسی نتایج ژرم‌پلاسم‌های جو را از نظر طول محور روی لپه، به صورت زیر می‌توان گروه‌بندی نمود.

گروه متحمل: ۵، ۱۴

گروه نیمه متحمل: ۱، ۴، ۸ ، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۲

گروه حساس : ۲، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۳.

وزن تر ریشه اولیه، در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک در نمونه‌های شماره ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۲۱ و ۲۲ اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد ($P\leq0.05$). در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار به جز نمونه شماره ۱۲ وزن تر بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نداشت و در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار نمونه‌های شماره ۵، ۱۴،۱۵و۱۹ نسبت به تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام بر اساس وزن تر ریشه اولیه به شکل زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

گروه متحمل : ۱۴

گروه نیمه متحمل: ۱، ۴، ۷، ۸ ، ۱۰، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۲، ۲۳

گروه حساس : ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۱.

در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار به جز نمونه‌های ۱، ۴، ۵، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۹ بقیه نمونه‌ها کاهش معنی‌داری در وزن خشک ریشه اولیه نسبت به شاهد نشان دادند ($P\leq0.05$). در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار، ژرم پلاسم‌هایی که توانایی جوانه زنی داشتند از نظر وزن خشک اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار داشتند (جدول ۳). در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری بین وزن خشک نمونه‌های ۵، ۱۴، ۱۵ و۱۹ نسبت به تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده نشد (جدول ۳). با مقایسه میانگین ژرم‌پلاسم‌ها می‌توان آن‌ها را بر اساس وزن خشک ریشه به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

گروه متحمل: ۵، ۱۴، ۱۵، ۱۹

گروه نیمه متحمل: ۱، ۴، ۸ ، ۱۰، ۱۲، ۱۸، ۲۲

گروه حساس: ۱، ۲، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۳.

وزن تر محور روی لپه، نیز با افزایش غلظت NaCl کاهش یافت. در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک همه نمونه‌ها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک همه نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار با تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک نشان دادند. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl وزن تر محور روی لپه نمونه‌های شماره ۵،۱۴،۱۵ و ۱۹ فاقد اختلاف معنی‌دار نسبت به تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار بودند (جدول ۳).

گروه متحمل:۵، ۱۴

گروه نیمه متحمل: ۴، ۷، ۸ ، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۳

گروه حساس: ۱، ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۲.

وزن خشک محور روی لپه، با افزایش میزان شوری کاهش یافت. در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمک به جز نمونه‌های شماره ۱، ۴، ۷، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۵ و ۲۳ همه نمونه‌ها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ($P\leq0.05$). در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک وزن خشک تمام نمونه‌ها اختلاف معنی داری با تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار داشت. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار نمک نمونه‌های شماره ۵، ۱۴، ۱۵ و ۱۹ از نظر وزن خشک اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نشان ندادند (جدول ۳). نمونه‌های مورد بررسی بر اساس وزن خشک در گروه‌های زیر طبقه بندی گردیدند:

گروه متحمل: ۵، ۱۴

گروه نیمه متحمل: ۴، ۷، ۸ ، ۱۲، ۱۸، ۱۹

گروه حساس: ۱، ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳.

با افزایش غلظت نمک میزان جذب سدیم ریشه اولیه نمونه‌های جو افزایش یافت. در تیمار ۱۰۰ میلی مولار نمک کمترین مقدار جذب مربوط به نمونه شماره ۱۴ بود. در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمونه‌های شماره ۱۰ و ۸ به ترتیب کمترین و بیشترین میزان جذب سدیم در مقایسه با تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نشان دادند. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار فقط نمونه شماره ۱۴ نسبت به تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار تفاوت داشت (جدول ۳). میزان سدیم محور روی لپه، با افزایش غلظت شوری افزایش یافت. در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نمونه‌های شماره ۳ و ۱۵ به ترتیب کمترین و بیشترین میزان جذب را نشان دادند. در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمونه شماره ۸ بیشترین تفاوت در جذب سدیم را نسبت به تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار داشت. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار نمونه شماره ۱۵ بیشترین مقدار غلظت سدیم را نشان داد (جدول ۳).

باابررسی مقایسه میانگین‌ها براساس کمترین میزان جذب سدیم توسط ریشه اولیه نمونه‌ها را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

گروه متحمل: ۲، ۶، ۱۳، ۲۰، ۲۱

گروه نیمه متحمل: ۱،۳، ۴، ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴،۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۲، ۲۳

گروه حساس: ۵،۱۰.

در طبقه بندی با کلاستر نیز نمونه‌های *Hordeum murinum* (آذربایجان غربی)، افضل، ریحان، ماکویی نیز در یک کلاس قرار گرفتند و در غلظت ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl از بین نرفتند.

گروه متحمل: شماره‌های ۵، ۱۴، ۱۵، ۱۹.

گروه نیمه متحمل: شماره‌های ۱، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶.

گروه حساس: شماره‌های ۲، ۳، ۶، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳.

## آزمایش ۲

در آزمایش دوم، ۷ نمونه انتخابی از مرحله اول (جدول ۲)، برای تعیین آستانه تحمل به شوری انتخاب شدند که نتایج زیر حاصل شد. با توجه به کمترین شیب خط رگرسیونی بدست آمده برای نمونه‌های افضل، این نمونه‌ها را می‌توان به عنوان متحمل‌ترین گیاه به شوری و نمونه‌های *H.spontaneum* (فارس) را به عنوان حساس‌ترین گیاه در نظر گرفت. بقیه نمونه‌ها بین این دو قرار می‌گیرند (جدول۴). با توجه به $EC_{50}$ متحمل ترین نمونه‌های جو نسبت به شوری به ترتیب عبارتند از: افضل، ریحان، ماکویی، *H.murinum* L. (کرمان)، *H.murinum* L. (ایلام)، *H.spontaneum* C,Koch (فارس) و *H.bulbosum*(کرمان) (جدول ۵). در بین نمونه‌های مورد بررسی بیشترین $EC_{50}$به مقدار ۲۵/۲۴ مربوط به گیاه افضل بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش شوری وزن تر گیاهان کاهش می یابد (شکل ۲-A). در تیمار ۵ دسی‌زیمنس بر متر نمونه‌های *H.murinum*(ایلام)، افضل، ریحان و ماکویی دارای وزن بیشتری نسبت به شاهد بودند. در تیمار ۱۰ دسی زیمنس بر متر، وزن تر تمام گیاهان نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($P\leq0.05$). در تیمار ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر، گیاه افضل بالاترین وزن تر را نسبت به بقیه داشت (شکل ۲-A). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با افزایش شوری، وزن خشک تمام گیاهان مورد بررسی کاهش چشمگیری داشت (شکل ۲-B).

جدول۳- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه گیری شده وزم پلاسم‌های جو.

| شماره | سطح شوری | طول ریشه اولیه (٪) | طول محور روی لپه (٪) | وزن تر ریشه اولیه (٪) | وزن خشک ریشه اولیه (٪) | وزن تر محور روی لپه (٪) | وزن خشک محور روی لپه (٪) | در صد جوانه زنی (٪) | غلظت سدیم ریشه اولیه (mg/g DW) | غلظت سدیم محور روی لپه (mg/g DW) | غلظت پتاسیم ریشه اولیه (mg/g DW) | غلظت پتاسیم محور روی لپه (mg/g DW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۰۰ | ۹۹/۹٤ | ۷٤/۲ | ۱۰۰/۵۳ | ۹۳/۸ | ۵۸/۷۹ | ۸۳/٦۵ | ۹۵/۵۵ | ۷/۱۲ | ۲/۲٦ | ۰/۳٦ | ۰/۸۹ |
| ۱ | ۲۰۰ | ۳٦/٦۲ | ۳۰/٤۸ | ۱٤/۸۱ | ۱۵/۹۱ | ۳/۹۹ | ٦/٤۱ | ۳۵/۵۹ | ۱۰/٤۳ | ۵/۷ | ۱/۵۲ | ۰/۲۱ |
| ۲ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵/۵٦ | ۰/۳۵ | ۰/۲۸ | ۰/۲۵ | ۱/٦٦ |
| ۲ | ۱۰۰ | ٤۹/۹۲ | ۳۳/٦۳ | ۷۲/۰۹ | ۵۳/٦٤ | ۲۷/۵۹ | ٤۲/۰۸ | ۸٦/٦۷ | ٤/۰۳ | ۱/۹٦ | ۰/۲۵ | ۰/٤۵ |
| ۳ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۰/۳۲ | ۰/۱۸ | ۰/۳٦ | ۳/۰٦ |
| ۳ | ۱۰۰ | ۸٦/۰۳ | ۷۱/۹۸ | ۸۰/٤۱ | ٦۳/٦۸ | ۵۳ | ۷۰/۳۹ | ۹۱/۱۱ | ۸/۹۵ | ۰/۷۱ | ۰/۲ | ۱/۹٤ |
| ٤ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۷/۷۸ | ۱/۵٦ | ۰/۷۹ | ۰/۱۵ | ۱/۷۸ |
| ٤ | ۱۰۰ | ۹٤/۱۱ | ۷۳/۵٦ | ۹۱/۰۷ | ٦٦/۱۱ | ۶۶/۱۱ | ۸۳/۲۷ | ۹۷/۷۸ | ٦/۵۷ | ۱/۹۸ | ۰/۲۲ | ۱/٤٦ |
| ٤ | ۲۰۰ | ۲۸/۳۸ | ۲۳/۰۸ | ۲۲/۵٤ | ۳۰/۱۱ | ۱٤/٤٦ | ۲۲/۰۹ | ۷۱/۱۱ | ۱۰/۱ | ۵/۷۳ | ۱/۷۲ | ۰/۲۹ |
| ۵ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۳/۳۳ | ۰/۳۳ | ۰/۲۵ | ۰/۲٤ | ۲/۹۱ |
| ۵ | ۱۰۰ | ۸٦/۰۸ | ۸۱/٤۱ | ۹۵/۱۷ | ۹۱/۵۸ | ٦٦/۸۱ | ۸۰/۷ | ۸٦/٦۷ | ۵/٦٦ | ۲/٤۷ | ۱/۸۸ | ۵/٦٦ |
| ۵ | ۲۰۰ | ۳۹/۷٦ | ٤۸/۵٤ | ۵۸/۰٤ | ٦۵/۲ | ٤۳/۷۱ | ۵٦/۵۱ | ۸٤/٤٤ | ۸/۹٦ | ۳/۸۲ | ۱/۹۱ | ۳/۱٦ |
| ۵ | ۳۰۰ | ۲۵/۹۵ | ۳۲/۳۸ | ۳۷/۸٤ | ٤٤/۹ | ۳۱/۲ | ٤۵/۳٦ | ۷۷/۷۸ | ۸/۸٤ | ۱/۵٦ | ۱/۳۳ | ۱/۳۸ |
| ٦ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۷/۷۸ | ۰/۳۸ | ۰/۲۹ | ۰/۲۵ | ۲/۳۹ |
| ٦ | ۱۰۰ | ٤۳/۳ | ۳۷/۵ | ۲۹/۰۷ | ۳۱/۰۹ | ۲۸/۵۸ | ۳۳/٦۷ | ۸۲/۳۲ | ۳/۸٤ | ۱/۷۷ | ۱/۰۵ | ۱/۲۹ |
| ۷ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۸۲/۳۲ | ۰/۵۱ | ۰/۲۸ | ۰/۳۵ | ۳/۳٤ |
| ۷ | ۱۰۰ | ٦۳/۹ | ۵۹/۱ | ۹۳/٦٦ | ۷۸/۲۱ | ٦۸/۹۹ | ۹۱/۱۳ | ۸۸/۸۹ | ٤/۷۹ | ۱/٦۸ | ۱/۰۱ | ۱/۷٤ |
| ۸ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵/۵٦ | ۰/٤٦ | ۰/۲۳ | ۰/۳۳ | ۳/٤۹ |
| ۸ | ۱۰۰ | ٦۹/۹۲ | ۷۰/٤۳ | ۹۸/٦۷ | ۸۹/۳۷ | ۵۸/۱۲ | ۸٤/۳۸ | ۹۷/۷۸ | ۵/۷۳ | ۱/۲ | ۰/۷۹ | ۱/۹ |
| ۸ | ۲۰۰ | ۲٤/۹۲ | ۲۱/۲ | ۲۲/٤۳ | ۱٦/۵۹ | ۸/٤۹ | ۱٦/۱۵ | ٦۰ | ۱۲/۵٤ | ٦/۰۲ | ۰/۷۸ | ۰/۱٦ |
| ۹ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۱/۱۱ | ۰/۲۵ | ۰/۳۱ | ۰/۲۵ | ۱/٦۳ |
| ۹ | ۱۰۰ | ۳۰/۹۲ | ٤۷/۲۸ | ۲۳/۱۲ | ۱۸/۸٤ | ۱۳/۹۲ | ۱۸/۸۹ | ٤۸/۸۹ | ۵/۰٦ | ۲/٤۳ | ۱/۳۵ | ۰/۵ |
| ۱۰ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۱/۱۱ | ۰/۲۵ | ۰/۳۱ | ۰/۲۵ | ۱/٦۳ |
| ۱۰ | ۱۰۰ | ۳۰/۹۲ | ٤۷/۲۸ | ۲۳/۱۲ | ۱۸/۸٤ | ۱۳/۹۲ | ۱۸/۸۹ | ٤۸/۸۹ | ۵/۰٦ | ۲/٤۳ | ۱/۳۵ | ۰/۵ |
| ۱۰ | ۲۰۰ | ۲٤/۷ | ۱٤/۵۷ | ۳۰/۳۹ | ۱۲/٦۵ | ٦/۲۷ | ٦/۹۵ | ٤٤/٤٤ | ۱۱/٦۳ | ۵/۹۸ | ۱/۳۲ | ۰/۷ |
| ۱۱ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۰/٤۷ | ۰/۳٤ | ۰/۳۲ | ۱/۵۹ |
| ۱۱ | ۱۰۰ | ۷٦/۲۹ | ۷۰/۸٦ | ۷۳/۵۲ | ۷۸/۰۹ | ۷۱/٤٤ | ۷۸/۵٦ | ۹۵/۵٦ | ۵/۹۷ | ۱/٤۸ | ۰/۱۷ | ۱/۲۹ |
| ۱۲ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۰/٦۷ | ۰/٤٤ | ۰/۷۳ | ۲/٦٤ |
| ۱۲ | ۱۰۰ | ۸٦/٦۳ | ۷۷/۵۷ | ٤۱/۳۳ | ۸۸/۹۸ | ۷۵/۰٦ | ۸۹/٦۱ | ۹۵/۵٦ | ٤/۷۹ | ۱/۳۸ | ۰/۷۵ | ۱/۹۹ |
| ۱۲ | ۲۰۰ | ۲۹/۲٦ | ۳۲/٦ | ۳۲/۲۸ | ٤٦/۱۱ | ۳۱/۲۳ | ٤۱/۲۷ | ۹۷/۷۸ | ۱۰/٤۷ | ٤/۹٦ | ۱/٤۷ | ۰/۹٤ |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۸۸/۸۹ | ۰/۵۲ | ۰/۳۳ | ۰/۳۶ | ۲/۳۲ | | |
| ۱۳ | ۱۰۰ | ۲۸/۰۶ | ۴۲ | ۷۳/۲۲ | ۳۳/۷۷ | ۱۱/۱۵ | ۹/۹۲ | ۶۸/۸۹ | ۳/۷۲ | ۱/۵۸ | ۰/۸۶ | ۱/۶۴ | |
| ۱۴ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۸۲/۲۲ | ۰/۳۳ | ۰/۲۵ | ۰/۲۶ | ۱/۷۱ | |
| ۱۴ | ۱۰۰ | ۸۵/۷۱ | ۸۴/۱۲ | ۱۱۰/۴۲ | ۸۳/۳۸ | ۷۹/۶۳ | ۱۰۰/۱۳ | ۸۶/۶۷ | ۲/۹۷ | ۲/۶۸ | ۱/۰۴ | ۳/۷۳ | |
| ۱۴ | ۲۰۰ | ۲۹/۴۲ | ۳۱/۲۲ | ۷۶/۵۶ | ۶۱/۷۴ | ۳۵/۸۹ | ۶۵/۷۴ | ۸۸/۸۹ | ۵/۲۹ | ۲/۶ | ۱/۴۳ | ۱/۵۳ | |
| ۱۴ | ۳۰۰ | ۳۰/۸۶ | ۲۵/۵۲ | ۷۵/۹۵ | ۴۲/۹۳ | ۳۰/۷۵ | ۶۰/۳۳ | ۸۸/۸۹ | ۶/۱۸ | ۱/۴۴ | ۱/۱۷ | ۰/۷۶ | |
| ۱۵ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۷/۷۸ | ۰/۳۳ | ۰/۳۲ | ۰/۲۵ | ۳/۶ | |
| ۱۵ | ۱۰۰ | ۶۸/۳۵ | ۷۱/۰۷ | ۱۰۱/۸۴ | ۷۷/۱۴ | ۷۵/۲۲ | ۸۶/۸۵ | ۹۳/۳۳ | ۴/۳۳ | ۳/۰۳ | ۰/۳۸ | ۳/۷۶ | |
| ۱۵ | ۲۰۰ | ۳۰/۷۶ | ۲۹/۵۳ | ۴۲/۵ | ۳۶/۶۳ | ۲۲/۶۲ | ۳۵/۱ | ۸۸/۸۹ | ۶/۱۹ | ۱/۷۴ | ۱/۳۷ | ۱/۴ | |
| ۱۶ | ۳۰۰ | ۶/۴۲ | ۵/۴ | ۵/۸۱ | ۰/۰۱ | ۱/۳۷ | ۳/۴۳ | ۸۸/۸۹ | ۵/۴۳ | ۲/۱۳ | ۱/۳۵ | ۰/۵۵ | |
| ۱۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | |
| ۱۷ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۸۸/۸۹ | ۰/۳۴ | ۰/۲۱ | ۰/۲۵ | ۱/۵۴ | |
| ۱۷ | ۱۰۰ | ۶۹/۲۴ | ۵۷/۰۸ | ۷۱/۶۳ | ۷۶/۹۴ | ۶۱/۷۷ | ۷۳/۵۸ | ۸۴/۴۵ | ۴/۵۳ | ۲/۲۴ | ۰/۶۳ | ۰/۷۴ | |
| ۱۸ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۱/۱۱ | ۰/۳۹ | ۰/۲۴ | ۰/۲۴ | ۲/۱۹ | |
| ۱۸ | ۱۰۰ | ۷۵/۵۹ | ۷۵/۰۹ | ۱۰۱/۳۴ | ۷۳/۸۳ | ۷۰/۲۹ | ۸۰/۲۲ | ۸۶/۶۶ | ۴/۵۵ | ۱/۷۵ | ۰/۲۷ | ۱/۵۵ | |
| ۱۸ | ۲۰۰ | ۲۴/۲۹ | ۱۹/۷۶ | ۳۶/۳ | ۳۸/۷۷ | ۱۲/۳۸ | ۱۸/۸۷ | ۸۰ | ۷/۰۷ | ۱/۹۵ | ۱/۹ | ۰/۵۴ | |
| ۱۹ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۱/۱۱ | ۰/۳۹ | ۰/۲۴ | ۰/۲۴ | ۲/۱۹ | |
| ۱۹ | ۱۰۰ | ۹۲/۸۲ | ۶۷/۳ | ۱۰۲/۶ | ۹۴ | ۶۹/۰۷ | ۷۳/۳۲ | ۹۳/۳۳ | ۴/۶۵ | ۲/۶۵ | ۰/۲۹ | ۴/۱۷ | |
| ۱۹ | ۲۰۰ | ۳۰/۶۲ | ۱۷/۶۹ | ۵۸/۶۱ | ۶۵/۶۲ | ۱۶/۲۳ | ۲۶/۸۸ | ۸۶/۶۷ | ۵/۴۴ | ۲/۱۴ | ۱/۴۸ | ۱/۵۲ | |
| ۱۹ | ۳۰۰ | ۳۰/۵۲ | ۱۳/۴۳ | ۴۶/۸۴ | ۶۰/۷۲ | ۸/۰۶ | ۱۴/۸۸ | ۸۴/۴۴ | ۵/۷۵ | ۲/۵۱ | ۱/۴ | ۰/۷۴ | |
| ۲۰ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵/۵۶ | ۰/۴۳ | ۰/۱۲ | ۰/۲۵ | ۲/۱۹ | |
| ۲۰ | ۱۰۰ | ۶۶/۹۶ | ۶۱/۲۸ | ۶۸/۱۳ | ۷۳/۰۵ | ۴۰/۷۲ | ۴۸/۵۱ | ۹۱/۱۱ | ۳/۵۷ | ۱/۳۸ | ۰/۲۵ | ۱/۳۷ | |
| ۲۱ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۰/۳۱ | ۰/۲۶ | ۰/۳۸ | ۲/۲۴ | |
| ۲۱ | ۱۰۰ | ۷۲/۷۸ | ۷۱/۳۵ | ۸۵/۸۱ | ۶۰/۷۹ | ۶۱/۴۸ | ۷۲/۸۶ | ۹۳/۳۳ | ۴/۰۶ | ۲/۲۶ | ۰/۶۲ | ۰/۵۴ | |
| ۲۲ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۰/۴۲ | ۰/۲۲ | ۰/۸۹ | ۲/۹۲ | |
| ۲۲ | ۱۰۰ | ۷۱/۱۱ | ۶۵/۱ | ۶۸/۲۱ | ۸۲/۰۱ | ۵۱/۶۱ | ۶۰/۹۸ | ۹۷/۷۸ | ۷/۷۴ | ۱/۴۷ | ۱/۲ | ۱/۴۹ | |
| ۲۲ | ۲۰۰ | ۲۵/۷۳ | ۱۹/۱۴ | ۱۸/۷۲ | ۲۳/۷۸ | ۳/۲۱ | ۴/۴ | ۱۷/۷۸ | ۱۲/۰۴ | ۵/۸۹ | ۱/۲۴ | ۰/۲۷ | |
| ۲۳ | ۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۳/۳۳ | ۰/۳۷ | ۰/۲۹ | ۰/۲۵ | ۳/۵۳ | |
| ۲۳ | ۱۰۰ | ۷۲/۰۶ | ۶۵/۲۵ | ۱۲۰ | ۷۹/۳۹ | ۶۷/۹۲ | ۸۷/۷۹ | ۹۱/۱۱ | ۵/۶۲ | ۱/۵ | ۱/۱۸ | ۲/۲۷ | |
| LSD | | ۱۲/۳۲ | ۱۰/۷۴ | ۲۴/۰۴ | ۱۹/۰۸ | ۱۴/۰۸ | ۱۷/۷۱ | ۱۲/۱۱ | ۰/۷۵ | ۰/۷۶ | ۰/۲۴ | ۰/۳۹ | |

در تیمار ۵ دسی زیمنس بر متر نمونه‌های افضل، ریحان و ماکویی نسبت به شاهد افزایش وزن داشتند، در این تیمار گیاه *H.bulbosum* L. (کرمان) دارای کمترین وزن خشک بود. تیمار ۱۰ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش وزن خشک تمام گیاهان به جز افضل گردید. گیاه افضل و گیاه *H.bulbosum*(کرمان) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن خشک بودند (شکل ۲-B). در تیمار ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر گیاه *H.spontaneum*(فارس) و *H.bulbosum* L. (کرمان) در اثر تنش شوری از بین رفتند (شکل ۲-B).

شوری بر روی میزان جذب عناصر سدیم و پتاسیم گیاه تأثیر داشت. در تیمار ۵ دسی زیمنس بر مترکمترین میزان جذب سدیم مربوط به گیاه *H .murinum* L. (کرمان) و بیشترین میزان جذب مربوط به *H.spontaneum* C.Koch (فارس) و افضل بود. در تیمار ۱۰ دسی زیمنس بر متر کمترین میزان جذب مربوط به *H.murinum L.* بود. در تیمار ۱۵ دسی زیمنس بر متر گیاه *H.murinum* (کرمان) کمترین میزان جذب را داشت. در تیمار ۲۰ دسی زیمنس بر متر، میزان پتاسیم در نمونه‌های جو با افزایش شوری کاهش یافت. در تیمار۵ دسی زیمنس بر متر بیشترین و کمترین میزان جذب به ترتیب مربوط به گیاه *H.murinum L.* (کرمان) و ریحان بود. در تیمار ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر گیاه *H.bulbosum L.* دارای بالاترین میزان جذب پتاسیم بود. در تیمار ۱۵ و۲۰ دسی زیمنس بر متر، گیاه افضل بیشترین جذب را داشت (شکل ۲-D). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد با افزایش شوری طول ساقه گیاهان کاهش می‌یابد. در تیمار ۵ دسی زیمنس بر مترکمترین مقدار طول مربوط به گیاه *H.bulbosum* بود که در مرحله جوانه زنی جزء گیاهان حساس طبقه بندی شده بود. بیشترین مقدار طول مربوط به گیاه افضل بود که در مرحله اول در کلاس گیاهان متحمل به شوری قرار گرفت (شکل ۲-E). درتیمار ۱۰ دسی زیمنس بر متر بیشترین طول ساقه مربوط به گیاه افضل بود. در تیمار ۱۵ دسی زیمنس بر متر گیاه افضل کمترین کاهش طول را نسبت به بقیه نشان داد. در تیمار ۲۰ دسی زیمنس بر متر نمونه‌های *H.bulbosum*(کرمان) و*H.spontaneum*(فارس) که در مرحله اول جزء گیاهان حساس بودند از بین رفتند. (شکل ۲-E).

## بحث

در این آزمایش با افزایش تنش شوری درصد جوانه زنی کاهش یافت. جوانه زنی در سطح شاهد و ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl درهمهٔ تیمارها مشاهده شد. ژرم پلاسم‌های افضل، ریحان، ماکوئی و *H.murinum Huds* در بالاترین سطح (۳۰۰ میلی‌مولار نمک) دارای قدرت جوانه زنی بودند (جدول۳) که نشان از تحمل بالای این نمونه‌ها به نمک می‌باشد. کاهش جوانه زنی با افزایش سطوح شوری در گیاهان مختلف توسط محققان دیگری نیز ثابت شده است (۱، ۳، ۵، ۲۴، ۲۶ و ۴۴ ). اوتمن (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر تنش شوری بر روی تعدادی ژنوتیپ جو بیان داشت تفاوت معنی‌داری برای درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های جو تحت تنش شوری وجود دارد، نتایج نشان می‌دهد که کاهش جوانه زنی جو،به علت عدم توانایی بذرها در جذب آب از محلول نمک می‌باشد تا اثر سمیت کلرید سدیم (۲۰).

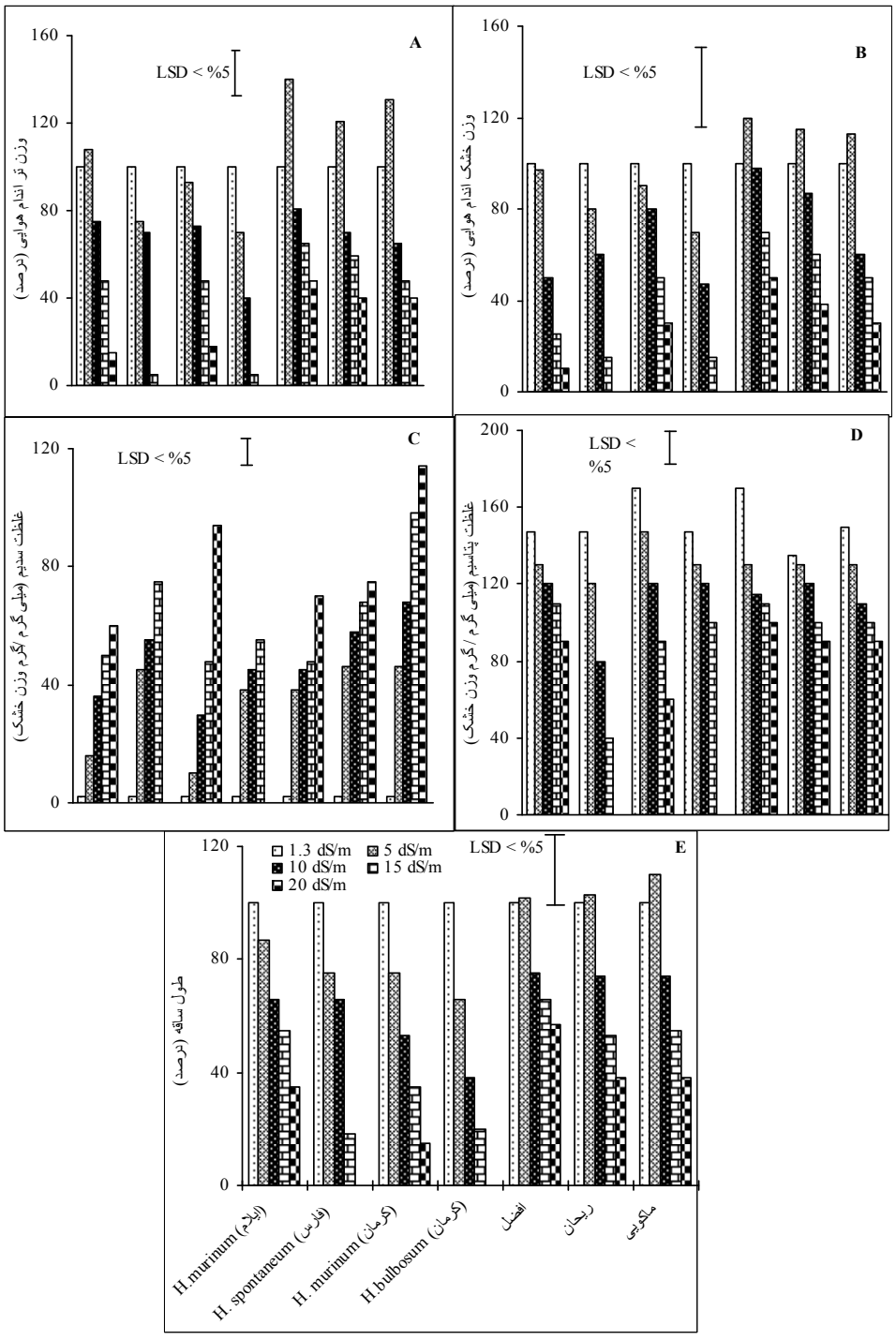
**جدول ٤- رگرسیون خطی بین عملکرد نسبی وزن خشک اندام هوایی و غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (dS/m)**

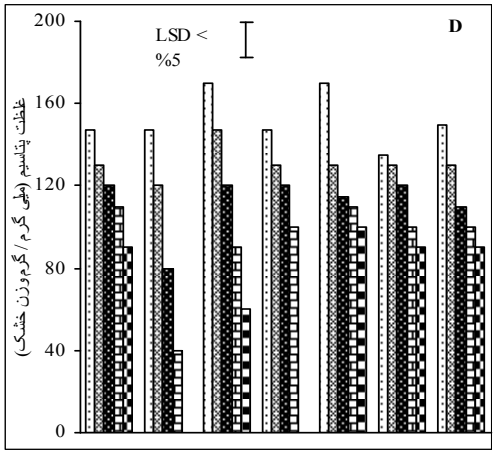
| توده‌های مورد بررسی | Slope | Intrecept | $R_2$ |
|---|---|---|---|
| *Hordeum murinum* L.(ایلام) | -۵/۱۷ | ۱۱۴/۱۳ | ۰/۹۵ |
| *Hordeum spontaneum* C.Koch(فارس) | -۵/۵۴ | ۱۰۸/۱۷ | ۰/۹۸ |
| *Hordeum murinum* L.(کرمان) | -۴ | ۱۱۰/۶۳ | ۰/۹۷ |
| *Hordeum bulbosum* L.(کرمان) | -۵/۲۶ | ۱۰۱/۸ | ۰/۹۹ |
| افضل | -۳/۱۶ | ۱۲۰/۸۷ | ۰/۷۸ |
| ریحان | -۴/۲۳ | ۱۲۱/۵ | ۰/۸۷ |

**جدول ۵- آستانهٔ تحمل به شوری و پیش بینی پنجاه درصد کاهش عملکرد**

| توده‌های مورد بررسی | dS/m | |
|---|---|---|
| | $EC_t$ | $EC_{50}$ |
| *Hordeum murinum* L.(ایلام) | <۳ | ۱۶/۶۵ |
| *Hordeum spontaneum* C.Koch(فارس) | <۳ | ۱۶/۷۵ |
| *Hordeum murinum* L.(کرمان) | <۳ | ۲۲/۴۰ |
| *Hordeum bulbosum* L.(کرمان) | <۳ | ۱۸/۵۵ |
| افضل | ۶/۳۵ | ۲۵/۲۴ |
| ریحان | ۴/۸۳ | ۱۸/۴۹ |

| ماکویی | ۳> | ۱۸/۹۵ |
|---|---|---|






**شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف NaCl روی وزن تر اندام هوایی (A)، وزن خشک اندام هوایی (B)، جذب سدیم (C)، جذب پتاسیم (D) و طول ساقه (E) نمونه‌های جو**

کاهش جوانه زنی ممکن است به دلیل اثرات اسمزی یا اثر سمی نمک و یا ترکیبی از این دو فاکتور باشد. به عبارتی دیگر کاهش یا تأخیر در ظهور گیاهچه ممکن است به علت عدم توانایی بذر در غلبه کردن بر پتانسیل اسمزی خارجی و نیز جذب آب مورد نیاز برای رشد جنین باشد (۱، ۷ و ۲۸). بیبوردی و طباطبائی (۱۴) در بررسی فیزیولوژیکی تحمل ارقام کلزا به شوری بیان کردند با افزایش شوری درصد جوانه زنی نهایی کاهش می‌یابد، دلیل کاهش تعداد بذر جوانه زده می‌تواند مربوط به جذب آب در اثر ایجاد پتانسیل اسمزی با افزایش شوری در محلول و نیز اثرات سمیت سدیم بر فرایندهای متابولیکی گیاه باشد، که سبب اختلاط در رشد جنین و در نتیجه خروج ریشه چه از پوسته می گردد. محمودآبادی (۵) بیان داشت با افزایش شوری بذور از یک طرف قادر به جذب آب جهت جوانه زنی و رشد سلول‌ها نبوده و از سوی دیگر آنزیم‌هایی که در فعال شدن و رشد گیاهچه مهم هستند آسیب دیده و یا با تأخیر عمل می‌کنند، به همین دلیل است که با افزایش شوری ابتدا سرعت جوانه زنی کاهش یافته بعد درصد جوانه زنی تغییر می‌کند. با بررسی‌های انجام شده در این آزمایش چنین استنباط می‌شود که عدم جوانه زنی بسیاری از بذور نمونه‌های مورد بررسی مربوط به اختلال در جذب آب در اثر پتانسیل اسمزی محلول نمک می‌باشد، همچنین سمیت حاصل از تجمع بعضی یون‌ها با ایجاد اختلال در متابولیسم جنین مانع از جوانه زنی گردید. شوری رشد گیاهچه را از طریق کاهش در اندوخته غذایی تحت تأثیر قرار می‌دهد، تقسیم سلولی را به حالت تعلیق درآورده و با جلوگیری از توسعهٔ محور روی لپه به آن آسیب می رساند، همچنین در شرایط تنش شوری نسبت رشد طولی کلئوپتیل توسط پتانسیل آبی پائین خاک کاهش می‌یابد (۱۹) که در نتیجهٔ ضعف کلئوپتیل و رشد ریشه گیاهچه به خوبی استقرار نمی‌یابد (۲۶).

در این آزمایش مشاهده گردید افزایش طول ساقه، وزن تر و خشک قسمت‌های هوایی حساسیت بیشتری نسبت به ریشه در برابرشوری داشتند. این نتیجه موافق با یافته‌های خوش خلق سیما (۲۹) در بررسی تحمل به شوری تعدادی گراس علوفه‌ای می‌باشد. در این آزمایش سطوح ۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک دارای بیشترین طول ریشه چه در میان نمونه‌ها بودند که ممکن است ناشی از تحریک گیاه در پتانسیل پائین باشد. می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که نمونه‌ها قادرند شوری تا حدود ۱۰۰ میلی‌مولار نمک بدون آنکه مؤلفه‌های جوانه‌زنی بطور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار بگیرد را تحمل نمایند، در حالیکه در غلظت‌های بالای نمک به علت مسمومیت حاصل از یون‌های جذب شده طول، وزن تر و خشک محور روی لپه و ریشه اولیه نمونه‌ها کاهش می‌یابد. این نتایج توسط محققان دیگر نیز ثابت شده است (۸، ۳۳، ۴۱ و ۴۴). رحیمیان و همکاران (۲) اظهار داشتند که کاهش بیشتر طول ریشه چه در محلول کلرید سدیم احتمالاً به دلیل سمیت یون‌ها و اثرات منفی آنها در غشاء سلول‌ها می‌باشد. کاهش ارتفاع شاخه را می‌توان مربوط به تجمع نمک‌ها در دیواره سلولی که مانع فعالیت‌های متابولیسمی می‌شود دانست. از طرفی در چنین شرایطی خاصیت کشسانی محدود و دیواره سلولی زودتر تشکیل می‌شود که این امر سبب کاهش فشار تورگر و کوچک ماندن شاخه‌ها می‌گردد. کاهش وزن تر و خشک نیز را می‌توان مربوط به محدود شدن متابولیسم در بافت‌های جوان دانست. یکی از مهم‌ترین اثرات تنش شوری در محیط رشدی به صورت افزایش غلظت سدیم در داخل گیاه بروز می‌نماید (۳۳). در این بررسی با افزایش غلظت شوری میزان سدیم ریشه اولیه نسبت به محور روی لپه افزایش بیشتری داشته که این موضوع در نمونه‌های متحمل *Hordeum marinum* (آذربایجان غربی)، افضل، ریحان و ماکویی

نمود بیشتری داشت (جدول ۳). از اینرو می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های متحمل به وسیله مکانیزم‌هایی از انتقال $Na^+$ به قسمت‌های هوایی جلوگیری می‌کنند. همچنین میزان پتاسیم نمونه‌ها با افزایش غلظت شوری کاهش نشان داد که این کاهش در نمونه‌های متحمل از جمله افضل به میزان بسیار کمتری رخ داد. علاوه بر این در همه نمونه‌ها میزان یون پتاسیم محور روی لپه در مقایسه با ریشه اولیه بیشتر بود (جدول ۳).

سدیم در محیط خارج از ریشه و همچنین در داخل گیاه بیشترین تغییرات را در تغذیهٔ معدنی گیاه به وجود می‌آورد (۲۱). پتانسیل اسمزی پائین محلول خاک و غلظت بالای املاح موجود در خاک که عامل سمیت یون‌ها به علت افزایش یون‌های سدیم و کلر در خاک و جذب بیش از حد مورد نیاز گیاه هستند به طور بالقوه برای گیاهان زیان آور می‌باشند. گیاهان متحمل به شوری در مقایسه با گیاهان حساس میزان کمتری کلرور سدیم در آب سلول دارند (۳۵). نکته‌ای که قابل تأمل است تغییر میزان یون سدیم در ارقام متحمل و حساس می‌باشد. در این بررسی نیز میزان سدیم نمونه‌های حساس نسبتاً بیشتر و میزان پتاسیم آن‌ها کمتر بود (جدول ۳). نوبل و روگرس (۳۵) با مطالعه یونجه در شرایط شور به این نتیجه رسیدند که گیاهان متحمل به شوری میزان کمتری کلرورسدیم و گیاهان حساس مقدار بیشتری از یون‌های مذکور را در خود داشتند ولی همه ارقام از این قانون تبعیت نمی‌کنند.

## آستانه تحمل به شوری و تأثیر کلرید سدیم بر گیاهچه

برای پی بردن به وجود همبستگی مثبت بین جوانه زنی و فاز بعدی رشد، تأثیر کلرید سدیم بر ۷ نمونه انتخابی از آزمایش جوانه زنی مورد بررسی قرار گرفت. آستانهٔ ۸ و۶ دسی زیمنس بر متر و شیب ۵ و۷/۱ درصد در هر دسی زیمنس بر متر به ترتیب برای جو دانه‌ای و علوفه‌ای ذکر شده است (۳۱). شیب خط رگرسیون در اکثر موارد نشانه‌ای از حساسیت گیاه به نمک می‌باشد. در این آزمایش آستانهٔ تحمل به شوری در بین نمونه‌ها متفاوت بود. بر اساس جدول ۴ Intercept (رگرسیون خطی بین عملکرد نسبی وزن خشک اندام هوایی و غلظت‌های مختلف NaCl) برای گیاه افضل و *Hordeum bulbosum* L.(کرمان) ۸۷/۱۲۰ و ۸۰/۱۰۱ به ترتیب بیشترین و کمترین حاصل شد. بیشترین آستانه تحمل به شوری به میزان ۶ دسی زیمنس بر متر با شیب ۳/۱۶- مربوط به گیاه افضل و کمترین آستانه تحمل به شوری به میزان 3> با شیب ۵/۵۴- (کمترین میزان شیب خط رگرسیون) مربوط به *H.spontaneum* (فارس) بود که نشان می‌دهد *Hordeum spontaneum*(فارس) به میزان بیشتری تحت تأثیر شوری قرار گرفته است. جوهای ریحان، ماکوئی، *H.murinum* (ایلام)، *H.murinum* (کرمان) و *H.bulbosum* (کرمان) در فاصلهٔ بین این دو نمونه قرار گرفته‌اند (جدول۴). با توجه به این نتایج نمونه‌های افضل متحمل ترین گیاه به شوری در میان نمونه‌های انتخابی از مرحلهٔ اول بود. این روند نشان دهندهٔ همبستگی مثبت تحمل به شوری این گیاه در مراحل جوانه زنی و رشد رویشی می‌باشد. در این آزمایش مشاهده گردید افزایش طول، وزن تر و وزن خشک بخش هوایی حساسیت بیشتری نسبت به ریشه در برابر تنش شوری داشت. بر اساس مطالعات انجام شده مشخص گردید طویل شدن اندام‌ها تحت تأثیر شوری به دلیل کم شدن فشار تورژسانس سلول‌ها کاهش یا متوقف می‌گردد و به دلیل تنظیم اسمزی سریعتر ریشه‌ها نسبت به ساقهٔ گیاهان و همچنین به خاطر اینکه کاهش فشار تورژسانس ریشه کمتر از ساقه می‌باشد، سلول‌های ریشه کمتر از ساقه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (۶، ۲۸ و ۴۰).

اثرات اسمزی، عدم تعادل مواد غذایی و سمیت یون سدیم و یون کلراید از علل کاهش رشد در طی حضور شوری می‌باشد (۶). محمدی و همکاران (۶) بیان کرده‌اند که گیاه تحت شرایط تنش بخشی از انرژی را صرف سازگاری با تنش می‌کند که احتمالاً اتلاف هزینه‌های متابولیکی گیاه می‌باشد. همچنین تنش شوری از انتقال مواد ذخیره‌ای بذر به ریشه چه و ساقه چه جلوگیری می‌کند. در آزمایشی که توسط اوتمن (۳۷) صورت گرفت طول ریشه و متوسط تولید ماده خشک ریشه جو در شرایط تنش شوری به طور معنی داری بالاتر بود، در این آزمایش نسبت شاخه به ریشه با افزایش شوری کاهش نشان داد که می‌تواند به دلیل کاهش سریع تولید ماده خشک شاخه باشد. با افزایش تنش شوری غلظت یون سدیم نمونه‌های مورد مطالعه در این آزمایش به نسبت‌های متفاوت افزایش یافت و از طرف دیگر غلظت یون پتاسیم نیز به نسبت‌های متفاوت کاهش داشت که در گیاه افضل این میزان کمتر مشاهده گردید، بنابراین می‌توان این را یکی از دلایل تحمل بیشتر نمونه‌های افضل به شوری قلمداد کرد. این نتایج با یافته‌های سایر محققان نیز مطابقت دارد (۵، ۶، ۱۳ و ۴۱).

طی این پژوهش در ژنوتیپ‌های متحمل مقدار سدیم انتقال یافته به ساقه کمتر بود. احتمالاً غلظت بالای یون سدیم در ساقه‌چه از طریق ایجاد مسمومیت یونی بخشی از کاهش رشد گیاه را موجب شده است و بخشی دیگر هم ممکن است به دلیل اثرات اسمزی محلول باشد. همچنین در آزمایشی توسط خوش خلق سیما (۲۸) به نقش Ca در کاهش جذب و انتقال یون سدیم و افزایش تجمع یون پتاسیم اشاره شده است. در این بررسی گیاه علف گندمی بلند با افزایش سطوح Ca انتقال سدیم در ریشه و برگ‌ها کاهش و تجمع $K^+$ هم در ریشه و هم در شاخه افزایش داشته است که نشان می‌دهد میزان Ca مناسب، نسبت $K^+/Na^+$را در این گیاه بطور انتخابی حفظ می‌کند (۶ و ۲۹).

پتاسیم مهم‌ترین عنصر معدنی است که نقش مهمی در کاهش پتانسیل اسمزی در سلول‌های ریشه جهت فراهم کردن فشار آماس

بدست آمده از انتقال املاح و حفظ تعادل آبی در گیاه ایفا می‌کند (۳۰). گیاهان مختلف در برابر افزایش شوری در محیط رشد تغییر یکنواختی از نظر محتوای $K^+$ نشان نمی‌دهند. در بررسی‌های محققان بر روی گیاهان مختلف غلظت پتاسیم به صورت معنی‌داری تحت تأثیر شوری کاهش می‌یابد (۶، ۱۷، ۲۹ و ۳۷). کاهش پتاسیم باعث کاهش رشد شده که به دلیل کاهش ظرفیت گیاه برای تعادل اسمزی و حفظ فشار تورگر یا تأثیر منفی برای عملکرد متابولیت‌ها می‌باشد (۲۱). شوری نسبت $K^+/Na^+$ را نیز درگیاه کاهش می‌دهد، از اینرو بین ارقام حساس و متحمل به شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود (۸ و ۲۷). در این آزمایش گیاه افضل دارای میزان $K^+$ بیشتری در غلظت‌های بالای شوری بود و در مقایسه با نمونه‌های حساس که از بین رفتند کاهش عملکرد کمتری داشت، که نشان از تحمل بالای آن به شوری و همین طور نقش مفید $K^+$ در غلظت‌های بالای کلرید سدیم می‌باشد. این نتایج توسط محمدی و همکاران (۶) در بررسی اثر شوری در ۲۰ ژنوتیپ گندم نان نیز بیان شده است. همچنین گزارش شده است که انتقال کمتر سدیم به اندام‌های هوایی و نسبت پتاسیم به سدیم بالاتر در تیمارهای شوری بالا می تواند معیارهایی برای گزینش تحمل به شوری ژنوتیپ‌های گندم باشد (۸ و ۱۷).

کاهش غلظت پتاسیم و افزایش ترکیب سدیم در گیاه به رقابت بین سدیم و پتاسیم در محل جذب نسبت داده می‌شود (۱۵). فلاورز و حاجی باقری (۱۵) ثابت کردند که مقدار $K^+$ گیاه در غلظت‌های بالای نمک یک مزیت است و می‌تواند به عنوان معیاری خوب برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به شوری به کار رود. کاهش ارتفاع شاخه و ریشه در تمام ارقام براسیکا نیز با افزایش غلظت نمک گزارش شده است. علت کاهش می‌تواند مربوط به کاهش توسعه ریشه و شاخه در اثر سمیت کلرید سدیم دانست، همین طور عدم تعادل در جذب مواد غذایی بوسیله گیاهچه باشد (۱۴). با توجه به نتایج بیان شده نمونه‌های افضل دارای همبستگی مثبتی بین مرحله جوانه زنی و مراحل بعدی رشد می‌باشد، بنابراین این گیاه را می‌توان به عنوان گیاهی متحمل به شوری برای کشت در مناطق با شوری بالا و حاصلخیزی کم پیشنهاد کرد.

## جمع بندی

نمونه‌ها در مرحله جوانه زنی با هم اختلاف معنی داری نشان دادند ($P\leq0.05$). همچنین همبستگی مثبتی بین تحمل به شوری در مرحله جوانه زنی و مراحل بعدی رشد در گیاه افضل مشاهده شد. گیاه افضل با $EC_{50}$=۲۵/۲۴ دسی زیمنس بر متر و عملکرد مناسب و بالاتر در صفات مورد بررسی (طول ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی، غلظت سدیم و پتاسیم و ...) در مقایسه با سایر نمونه‌ها در غلظت‌های مختلف شوری به عنوان متحمل ترین نمونه معرفی شد. نتایج آماری و کلاسه بندی در سطح ۳۰۰ میلی مولار نمک بیانگر تحمل بالای نمونه‌های *Hordeum murinum* Huds (آذربایجان غربی)، افضل، ریحان و ماکویی می‌باشد. نتایج آماری بیانگر این موضوع می‌باشد که تحمل در مرحله جوانه زنی می‌تواند تضمینی برای تحمل در مراحل بعدی رشد باشد، بنابراین می‌توان پیشنهاد نمود غربال گری در جوانه زنی جو روشی ساده، مفید و موثر می‌باشد. توجه به این نکته که زیستگاه بومی گیاه افضل،منطقه‌ای شور و کویری می‌باشد از یک طرف و شواهد آماری بیان شده در متن از طرف دیگر، می‌توان چنین برآورد کرد که افضل گیاهی متحمل به شرایط و محیط‌های شور می‌باشد. لذا دارای توانایی وقابلیت‌های ویژه برای توسعه و تحت کشت درآوردن مناطق وسیعی از خاک‌هایی با کیفیت پایین و دارای محتوای نمک بالا می باشد. نکته قابل تامل دیگر اینکه، در این بررسی نمونه‌های متحمل بومی بوده پس می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً داری ژن‌های تحمل می‌باشند. همچنین می‌توان از نمونه‌های بومی (افضل) و وحشی *Hordeum marinum* (آذربایجان غربی) که دارای تحمل بالاتری نسبت به تنش بودند در کارهای اصلاحی جهت افزایش تحمل گیاهان به شوری استفاده کرد که این احتمالات نیاز به مطالعه دقیق و تخصصی دارد. باید اشاره شود که نتایج این آزمایش حاصل کار در گلخانه می‌باشد وبرای حصول نتایج بهتر می بایستی این آزمایش را در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار داد.

## منابع


۱- دشتی، ش. ۱۳۸۲. بررسی برخی صفات فیزیولوژیکی ارقام نخود ایرانی تحت غلظت‌های مختلف شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

۲- رحیمیان مشهدی، ح.، ع. باقری کاظم آبادی، و آ. پاریاب. ۱۳۷۰. اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی اتیلن گلیکول و کلرور سدیم با درجه حرارت بر جوانه زنی توده‌های گندم دیم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۵. ص ۴۶-۲۶.

۳- رضایی، ح. ۱۳۸۱. بررسی فیزیولوژی تحمل ارقام کلزا به محیط‌های شور. پایان نامه دکتری خاکشناسی. دانشگاه تربیت مدرس.

۴- سرمدنیا، غ.، و ح. ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۶-۱۸۳.

۵- شمسی محمود آبادی، ح. ۱۳۸۶. ارزیابی اکوفیزیولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف جو بدون پوشینه به تنش شوری. پایان نامه دکتری زراعت-

فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.

۶- محمدی، س.، ن. ا. خوش خلق سیما، ا. مجیدی هروان، ق. نورمحمدی، و ع. سعیدی. ۱۳۸۶. بررسی اثرات کلرید سدیم و کلسیم بر تولید ماده خشک، روابط آبی، انباشت ترکیبات معدنی و آلی در دو ژنوتیپ حساس و متحمل گندم. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۷ شماره ۴. ۶۴-۵۳.

۷- محمدی، س.، ن. ا. خوش خلق سیما، ا. مجیدی هروان، ق. نورمحمدی، و ع. سعیدی. ۱۳۸۳. ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های گندم نان بـه تـنش شوری در مرحله جوانه زنی. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۴ شماره ۴. ۱۰۵-۸۸.

۸- محمدی، س. ۱۳۸۲. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیکی تولید گندم سردسیری در اراضی شور. پایان نامه دکتری زراعت. دانشگاه آزاد واحـد علـوم تحقیقات.

9- Ahmad, S., N. Khan, M. Labal, A. Hussain, and M. Hassan 2002. Salt tolerance on cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Asian Journal of Plant Science, 6: 715-719.

10- AL-Busaidi, A., S. AL-Rawahy, and M. Ahmed. 2009. Response of different tomato cultivars to diluted seawater salinity. Asian Journal of Crop Science, 1: 77-86.

11- Arzani, A. 2008. Improving salinity tolerance in crop plants: a biotechnological review. In Vitro Cell. Development Biology Plant, 44: 373-383.

12- Ashraf, M., and A. Khanum. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stages. Agronomy and Crop Science, 178: 39-51.

13- Ashraf, M., and J. W. O' Leary. 1996. Response of some newly developed salt-tolerance genotypes of spring wheat to salt stress. Yield component and Ion distribution. Agronomy and Crop Science, 176: 91-101.

14- Baybordi, A., and J. Tabatabaei. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus L.*). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(1): 71-76.

15- Bhivare, V. N., and J. D. Nimbalkar. 1984. Salt stress effect on growth and nutrition of French beans. Plant Soil, 80: 91-98.

16- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC. 163-181.

17- Demiral, M. A., M. Aydin, and A. Yorulmaz. 2005. Effect of salinity on growth chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. Turkish Jornal of Biology, 29:117-123.

18- Flowers, T. J., and M. A. Hajibagheri. 2001. Salinity tolerance in *Hordeum vulgare*: Ion concentrations in root cells of cultivars differing in salt tolerance. Plant Soil, 231: 1-9.

19- Francios, E., V. Mass, T. J. Donvan, and V. L. Youngs. 1986.Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. Agronomy, 78:1053-1058.

20- Ghazi, N., and R. Al-Karaki. 2001. Germination sodium and potassium concentrations of barley seeds influenced by salinity. Plant Nutrition, 24: 511−522.

21- Green Way, H., and R. Munns. 1998. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. Annual Review of Plant Physiology, 81: 149-190.

22- Hamada, A. M. 1996. Effect of NaCl, water stress or both on gas exchange and growth of wheat. Biologia Plantarum, 38(3):405-412.

23- Huang, J., and R. Reddman. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. Canadian Journal of Plant Science, 75: 815-819.

24- Hussain, H., A. A. Al-Jaloud, S. A. Al-Shammary, S. Karimulla, and S. O. Al-Aswad. 1997. Effect of saline irrigation on germination and growth parameters of barley (*Hordeum vulgare* L.) in a pot experiment. Agricultural Water Management, 34: 125-135.

25- Jamil, M., C. H. Lee, S. H. Rehman, D. Lee, M. Ashraf, and E. Rha. 2005. Salinity (NaCl) tolerance of brassica species at germination and early seedling growth. Electron journal Environmental Agriculture Food Chemistry, 4:970-976.

26- Kaymakanova, M. 2009. Effect of salinity on germination and seed physiology in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Biotechnology and Biotechnology Equipment, 23: 326-329.

27- Khan, M., Y. A. Rauf, I. Makhdoom, A. Ahmad, and S. M. Shah. 1992. Effects of saline sodic soils on mineral composition of eight wheats under field conditions. Sarhad Journal of Agriculture, 814: 477-486.

28- Khosh Kholgh Sima, N. A., M. A. Khalvati, and Hu. 2008 Y. Response of plant growth to different salinization in root zone. Plant Nutrition, 31: 411-425.

29- Khosh Kholgh Sima, N. A. 1999. Physiological aspects of fodder production on salt affected soils. PhD Thesis.

30- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition. 889 Pp. Academic Press UK Caccorro.

31- Mass, E. V., and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance current assessment. Irrigation and Drainage, 103: 115-134.

32- Munns, R., and R. A. James. 2003. Screening methods for salt tolerance: A case study with tetraploid wheat. Plant

Soil, 253: 239-250.
33- Naseer, S.H., A. Nisar, and M. Ashraf. 2001. Effect of salt stress on germination and seedling growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.). Pakistan Journal of Biological Science, 4: 359-360.
34- Nicolas, M. E., R. Munns, A. B. Samarakoon, and R. M. Gifford. 1993. Elevated $Co_2$ improves the growth of wheat under salinity. Australian Journal of Plant Physical, 20: 349-360.
35- Noble, C. L., and M. E. Rogers. 1992. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. Plant Soil, 146: 99-107.
36- Okcu, G., M. Demir Kaya, and M. Atak. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture, 29: 237-242.
37- Othman, Y., G. Al-Karaki, A. R. Al-Tawaha, and A. Al-Horani. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 11-15.
38- Parida, A. K., and A. B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.
39- Rawson, H. M., R. A. Richards, and R. Munns. 1988. An examination of select ion criteria for salt tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Australian Journal of Agricultural Research, 39 (5): 759-772.
40- Shalhevet, J., G. Huek Moris, and P. Schroeder Bryan. 1995. Root and shoot growth responses to salinity in maize and soybean. Agronomy, 87: 512-516.
41- Taghipour, F., and M. Salehi. 2008. The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgar*) genotypes in seedling growth stages. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 1: 53-58.
42- Van Genuchtan, M., and G. J. Hoffman. 1984. Analysis of crop salt tolerance data.Soil Salinity under Irrigation-process and management. Ecological Studies 51, Springer-Verlag, N. Y. pp. 258-271.
43- Yan, L. 2008. Effect of salt stress on seed germination and seedling growth of three salinity plants. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 1268-1272.
44- Zia, S., and M. Ajmal Khan. 2004. Effect of light, salinity and temperature on seed. Canadian Journal Botany, 82: 151-157.