

## اثر تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر در جمعیت‌های ۴ گونه اسپرس بومی ایران *Onobrychis sp.*

ربابه فرح‌دوست<sup>۱</sup> و علی اشرف جعفری<sup>۲\*</sup>

۱- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۲\* - نویسنده مسئول مکاتبات، استاد پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

پست الکترونیک: aajafai@rifr-ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۹

### چکیده

به منظور بررسی تحمل به تنش خشکی در گیاه اسپرس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴ اجرا شد. در این تحقیق از چهار گونه اسپرس *Onobrychis michoxii*، *O. cristagalli*، *O. sativa* و *O. sabnitens* در چهار تیمار خشکی در آزمایشگاه (شاهد ۰، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹ MPa) و گلخانه (۱۰٪ FC، ۷۵٪ FC، ۵۰٪ FC و ۲۵٪ FC) استفاده شد. صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر آنها اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه داده‌ها نشان داد که در هر دو آزمایش با افزایش تنش خشکی، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر در همه گونه‌ها کاهش یافت و کمترین مقدار آنها در آزمایشگاه در تنش (۰/۹ MPa) و در گلخانه تنش (۲۵٪ FC) مشاهده شد. از لحاظ صفات طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه روند معکوس بود، به طوری که با شدت تنش مقدار این صفات تا تنش ۰/۶ MPa دارای روند افزایشی بود و بعد از آن روند ثابت یا کاهشی بود. در مقایسه بین گونه‌ها در آزمایشگاه بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مربوط به گونه‌های *O. sabnitens* و *O. michauxii* بود. در شرایط گلخانه گونه *O. michoxii* نسبت به سایر گونه‌ها عملکرد بیشتری داشت و به عنوان گونه مقاوم به خشکی برای بذریاشی مراتع و استفاده از آن در برنامه‌های اصلاح گیاهان مرتعی معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: بذر، پلی‌اتیلن گلايکول، ظرفیت زراعی، جوانه‌زنی، اسپرس *Onobrychis*

### مقدمه

مهمترین عامل محدود کننده محصولات کشاورزی و منابع طبیعی تنش‌های محیطی می‌باشد. از مهمترین این تنش‌ها، تنش خشکی می‌باشد، زیرا بیش از دو سوم سطح کل ایران و بیش از یک سوم سطح جهان را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد (Ghasriani, 1993). اسپرس، گیاهی است از تیره Fabaceae، زیرتیره Papilionaceae.

قبیله Hedysareae، طایفه Trifolia و جنس *Onobrychis*

که دارای ۱۳۰ گونه در جهان است. ایران یکی از مهمترین مراکز تنوع ژنتیکی اسپرس به‌شمار می‌رود که ۵۶ گونه آن پراکنش طبیعی در ایران دارند، از این میان ۲۷ گونه انحصاری ایران هستند. گیاه اسپرس بصورت دائمی در مناطق مدیترانه و به‌ویژه خاورمیانه می‌روید (Hume et al 1985). اسپرس در برابر سرما مقاوم بوده و در مناطق گرم

می‌دهد و در نهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد (Prisco et al., 1992). کاهش فرایند جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. هرگونه اختلال در جذب آب باعث می‌شود تا فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به کندی انجام شود، در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Marchner, 1995).

البته تاکنون عمده تحقیقات در ایران درباره اسپرس زراعی *Onobrychis sativa* انجام شده و مطالعات اندکی در مورد سایر گونه‌های اسپرس بومی ایران بعمل آمده است. با توجه به کمبود علوفه در کشور و خشکسالی‌های پی در پی در سالیان اخیر معرفی جمعیت‌های اصلاح شده اسپرس منجر به افزایش تولید بیوماس در مراتع و دیمزارهای کم بازده و در نهایت رونق دامپروری و تولید روزافزون فرآورده‌های دامی می‌گردد. هدف از این تحقیق، ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ۴ گونه اسپرس تحت تأثیر تیمارهای مختلف تنش کم آبی محیط و تعیین گونه‌های مقاوم به تنش خشکی در آزمایشگاه و گلخانه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو شرایط آزمایشگاهی و گلخانه در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور اجرا شد. مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل بذره‌های ۸ جمعیت مختلف از ۴ گونه اسپرس شامل *Onobrychis O sativa* و *O. crista-galli*، *O. subnitens*، *o. michauxii* بودند (جدول ۱). در مرحله آزمایشگاهی سطوح مختلف خشکی با استفاده از محلول PEG 6000 در ۴ سطح (شاهد و قابلیت‌های اسمزی ۳-، ۶- و ۹- بار) بر اساس رابطه (Michel and Kaufman, 1973) محاسبه گردید.

نیز به خوبی استقرار می‌یابد و در برخی از مناطق عملکرد آن حتی از یونجه بیشتر می‌باشد. مقاومت به خشکی و سازگار بودن به شرایط کم باران اسپرس را برای کشت در دیمزارها و مراتع گیاه مطلوبی ساخته است، به طوری که در نواحی کوهستانی و مرتفع رشد خوبی دارد (Majidi & Arzani, 2004). باکتری‌هایی که در گره‌های ریشه اسپرس و سایر گونه‌های تیره Fabaceae ساکن شده‌اند، با یک واکنش شیمیایی نیتروژن گازی را به شکل قابل استفاده برای گیاهان تبدیل می‌کنند (Burton & Curley, 1968). اسپرس تنها گیاه علوفه‌ای است که می‌تواند در زمین‌های سنگلاخی و خشک رشد نماید، بعکس در سایر گیاهان آبیاری زیاد باعث کم شدن عمر این گیاه می‌گردد. با توجه به عمق و منشعب بودن ریشه اسپرس، این گیاه قادر به جذب رطوبت خاک تا عمق ۱۸۰ سانتی‌متری می‌باشد (Koch et al, 1972). بر اساس گزارش Sheehy و Popple (1981) نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ در اسپرس نصف یونجه است که صفت جالبی برای مقابله با از دست دادن آب محسوب می‌شود و کارایی مصرف آب را در این گیاه افزایش می‌دهد. اسپرس تقریباً در هر نوع آب و هوایی رشد می‌کند و در مناطقی که میزان بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر نباشد تولید قابل ملاحظه‌ای دارد و می‌تواند در چنین شرایطی تا ۱۵۰۰ کیلوگرم علوفه خشک در هکتار تولید نماید. اسپرس برگ‌ها را به مدت طولانی‌تری نسبت به یونجه حفظ می‌کند و بهترین زمان برداشت اسپرس در مرحله ۵۰٪ گلدهی بدون از دست دادن ارزش غذایی می‌باشد (Cash & Ditterline, 1996).

تحقیقات نشان داده است که تنش آبی بسیاری از جنبه‌های متابولیسم و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Greipsson and Davy, 1996). تنش آبی از مهمترین عوامل ناتوانی بذرها برای جوانه‌زنی در شرایط مزرعه می‌باشد، زیرا تنش آبی سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش

$$\psi = (1.18 \times 10^{-2})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T$$

مرحله چهار برگی گلدانها مرتب آبیاری شدند و پس از آن تنش کم آبی به روش وزنی اعمال گردید. در این روش ابتدا میزان آب محتوای خاک در ظرفیت مزرعه (FC) ۱۰۰٪ به دست آمد. روش کار بدین نحو بود که برای بدست آوردن ظرفیت مزرعه، ۴ عدد گلدان که از قبل وزن خاک خشک و گلدان آنها محاسبه شده بود (۲۰۰۰ گرم) از آب معمولی اشباع شدند. پس از ۲۴ ساعت گلدانها توزین و عدد بدست آمده از ۲۰۰۰ گرم کم شد و میانگین ظرفیت مزرعه FC ۱۰۰٪ برابر ۶۰ میلی لیتر (گرم) بدست آمد. سپس با داشتن FC ۱۰۰٪ تیمارهای FC ۷۵٪، FC ۵۰٪ و FC ۲۵٪ به روش وزنی محاسبه گردید که به ترتیب ۶۰، ۴۵، ۳۰ و ۱۵ میلی لیتر بود. در طول مدت آزمایش هر سه روز یکبار گلدانها را وزن کرده و تفاوت آنها را با اعداد فوق محاسبه کرده و از این طریق میزان آب مورد نیاز هر تیمار برای هر گلدان، تعیین شد و آبیاری اعمال گردید.

برای اندازه گیری طول ریشه، ساقه و گیاهچه در پایان آزمایش، از هر گلدان ۴ گیاه را خارج نموده و با خطکش طول ساقه (از نوک گیاه سبز تا محل اتصال ساقه به ریشه) و طول ریشه (از محل اتصال ریشه به ساقه تا انتهای ریشه) به میلی متر اندازه گیری شد. طول گیاه با مجموع طول ریشه و ساقه محاسبه شد. با توجه به اندازه گیری های مذکور نسبت طول ریشه به ساقه نیز محاسبه شد. وزن تر گیاهان هر گلدان با ترازوی حساس توزین شد و بعد آنها را در فویل پیچیده و به مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۰ درجه گذاشته و بعد وزن خشک آنها بر حسب تک بوته اندازه گیری شد.

تجزیه آماری داده ها با نرم افزار آماری SAS 9.1 انجام شد. ابتدا شرط نرمال بودن داده ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس داده ها به وسیله آزمون لون آزمایش شد. در محیط آزمایشگاه داده های صفات درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه نرمال نبودند؛ به طوری که داده های طول ساقه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه با تبدیل جذری نرمال

که در آن، C غلظت پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ بر حسب گرم بر کیلوگرم، T دما بر حسب درجه سانتیگراد (۲۰ درجه سانتیگراد) و  $\Psi$  قابلیت اسمزی بر حسب بار است. قبل از کشت بذرها ضد عفونی شدند و بعد در هر ظرف پتری ۲۵ عدد بذر کشت گردید و با محلول های بالا آبیاری شدند. سپس پتری ها به مدت دو هفته در شرایط استاندارد جوانه زنی در دستگاه ژرمیناتور در دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتیگراد و روشنایی ۱۶ ساعت و تاریکی ۸ ساعت در روز قرار گرفتند. شمارش بذرها در جوانه زده، از روز سوم به صورت یک روز در میان تا روز چهاردهم ادامه یافت. پس از پایان آزمایش صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، بنیه گیاهچه، طول ریشه چه و ساقه چه (بر حسب سانتی متر) و وزن تر و خشک گیاهچه بر حسب گرم اندازه گیری شد.

برای محاسبه سرعت جوانه زنی از رابطه (Maguire, 1962) استفاده گردید.

$$GR = \sum n / \sum (Dn)$$

در فرمول فوق GR=سرعت جوانه زنی، n=تعداد کل

بذور و Dn=تعداد روز شمارش بذر است.

شاخص بنیه بذر SVI، از رابطه زیر محاسبه گردید

$$(Abdul-Baki \& Anderson, 1973)$$

$$SVI = SL * GP$$

در فرمول فوق SL=مجموع طول ریشه چه و طول

ساقه چه، GP=درصد جوانه زنی

برای اندازه گیری وزن تر گیاهچه تعداد ۱۰ گیاهچه در هر پتری باهم توزین شدند و بعد گیاهچه ها را در فویل پیچیده و به مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۰ درجه گذاشته و بعد وزن خشک آنها اندازه گیری شد.

در آزمایش گلخانه ای، بذرها ابتدا ضد عفونی شدند. آنگاه ترکیب خاک گلدانها شامل یک چهارم کود پوسیده گیاهی، یک چهارم ماسه و دو چهارم خاک رس بود. در این مرحله هر اکسشن (نمونه بذر) در ۴ تیمار و ۴ تکرار (گلدان) کشت شد. پس از کاشت بذرها، تا رسیدن به

چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. رسم شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گردید. در تجزیه آماری داده‌ها به منظور اجتناب از ارائه جدول‌ها و نمودارهای متعدد از میانگین کل جمعیت‌ها در داخل هر گونه استفاده شد.

شدند، ولی تبدیل داده‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی به آرک سینوس، لگاریتم و جذری تأثیری بر تجزیه واریانس و خطای آزمایش نداشتند، به همین دلیل از داده‌های اولیه استفاده گردید. در محیط گلخانه با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگن بودن واریانس‌ها، هیچگونه تبدیلی بر روی داده‌ها انجام نشد. در مقایسه میانگین تیمارها از آزمون

جدول ۱- منشأ و مشخصات گونه و جمعیت‌های اسپرس

نام علمی نمونه	کد بانک ژن	منشاء استان	شهرستان	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
<i>Onobrychis michauxii</i>	۱۶۵۸	آذربایجان شرقی	تبریز	۱۷۰۰	۳۸°۴۸'۰۳"	۴۶°۴۸'۲۸"
<i>Onobrychis michauxii</i>	۱۴۴۱۸	گیلان	رودبار	۱۴۰	۳۷°۲۷'۱۱"	۴۹°۲۱'۳۰"
<i>Onobrychis subnitens</i>	۱۸۲۴۲	اصفهان	اصفهان	۱۷۸۷	۳۲°۵۱'۳۵"	۵۱°۶۹'۳۹"
<i>Onobrychis subnitens</i>	۴۳۸۴	اصفهان	فریدن	۲۵۰۰	۳۳°۲۵'۱۳"	۴۹°۳۵'۵۹"
<i>Onobrychis cristagalli</i>	۶۵۹۵	لرستان	کوهدشت	۱۱۵۰	۳۳°۰۰'۲۵"	۴۷°۰۰'۲۵"
<i>Onobrychis cristagalli</i>	۱۱۷۶۷	گیلان	رودبار	۴۶۵	۴۹°۰۰'۳۰"	۳۶°۰۰'۳۸"
<i>Onobrychis sativa</i>	۸۱۹۹	تهران	اشتهارد	۱۱۸۳	۳۵°۰۰'۴۳"	۵۰°۰۰'۰۶"
<i>Onobrychis sativa</i>	۸۲۰۶	تهران	کرج	۱۱۷۰	۳۵°۰۰'۴۵"	۵۰°۰۰'۳۰"

## نتایج

### شرایط آزمایشگاهی

گونه‌های *O. michauxii* و *O. sabnitens* بود و گونه *O. sativa* در رده بعدی قرار گرفت و کمترین میانگین صفات مربوط به گونه *O. cristagalli* بود (جدول ۴).

با توجه به وجود اثرهای متقابل گونه در تنش خشکی در همه گونه‌ها درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد بیشتر بود. با اینحال در گونه‌های *O. sativa* و *O. sabnitens* در تنش  $0/6\text{MPa}$  درصد جوانه‌زنی به ترتیب برابر با  $94/17$  و  $76/67$  درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب برابر با  $12/18$  و  $10/33$  دانه در روز بود و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. بنابراین این دو گونه از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی مقاومت خوبی نسبت به تنش خشکی داشتند (شکل ۱).

در همه گونه‌ها طول ریشه‌چه در تیمار  $0/6\text{MPa}$  بیشتر بود ولی این افزایش در گونه‌ها متفاوت بود. طول ریشه‌چه در گونه‌های *O. cristagalli* و *O. michauxii* در تنش  $0/6\text{MPa}$  به ترتیب برابر با  $5/68$  و  $5/32$  سانتیمتر بود و

نتایج تجزیه واریانس در مرحله آزمایشگاهی بین ۴ گونه نشان داد که اثر گونه برای کلیه صفات به جز طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر تیمارهای خشکی و اثر متقابل گونه در خشکی برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که با افزایش تیمار تنش خشکی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر در همه گونه‌ها کاهش یافت و کمترین مقدار آنها در تنش  $0/9\text{MPa}$  مشاهده شد. از لحاظ صفات طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه روند معکوس بود، به طوری که با شدت تنش مقدار این صفات تا تنش  $0/6\text{MPa}$  دارای روند افزایشی بود و بعد از آن ثابت یا کاهش یافت (جدول ۳). در مقایسه بین گونه‌ها، بیشترین میانگین صفات جوانه‌زنی بذر مربوط به

می‌باشد (شکل ۱). نتایج نشان داد که در همه گونه‌ها شاخص بنیه بذر در تیمار شاهد بیشتر بود. شاخص بنیه در گونه *O. sabnitens* در تنش  $0.6 \text{ MPa}$  - برابر با  $6/04$  بود و بعد از شاهد در مرتبه دوم قرار گرفت. البته افزایش بنیه در این گونه می‌تواند بعلت بالا بودن درصد جوانه‌زنی این گونه باشد (شکل ۱). وزن تر گیاهچه گونه‌های *O. sativa* و *O. cristagalli* در تنش  $0.6 \text{ MPa}$  - به ترتیب برابر با  $0/94$  و  $0/87$  گرم و وزن خشک برابر با  $0/135$  و  $0/135$  گرم بود که بعد از شاهد در مرتبه دوم قرار گرفتند. بنابراین این دو گونه از لحاظ وزن گیاهچه نسبت به دو گونه دیگر برتری داشتند (شکل ۱).

در گروه a قرار گرفتند. مشابه این روند نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه RS در گونه‌های *O. cristagalli* و *O. michauxii* در تیمار تنش  $0.6 \text{ MPa}$  - به ترتیب برابر با  $5/16$  و  $4/32$  بود که از شاهد بیشتر و در گروه a قرار گرفتند (شکل ۱). بنابراین این دو گونه با ریشه‌دوانی سریع انتظار می‌رود دارای مقاومت خوبی نسبت به تنش خشکی باشند. طول ساقه‌چه و طول گیاهچه در همه گونه‌ها در تیمار شاهد بیشتر بود. باوجود این طول گیاهچه در گونه‌های *O. cristagalli* و *O. michauxii* در تنش  $0.6 \text{ MPa}$  - برابر با  $7/48$  و  $7/06$  سانتیمتر بود و بعد از شاهد مرتبه دوم قرار گرفتند که احتمالاً این افزایش بعلت طول ریشه‌چه

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی در ۴ گونه اسپرس در ۴ سطح تنش خشکی در شرایط آزمایشگاه

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	نسبت طول RS	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه بذر
گونه	۳	۴۴۹۹**	۱۷۶/۵**	۲/۶۲	۰/۸۳**	۱/۶۵**	۱۹/۱**	۰/۳۷**	۰/۹۲**	۳۸/۲**
تنش خشکی	۳	۱۷۵۵۶**	۵۵۲/۶**	۳۹/۴**	۱۲/۳**	۹/۳۱**	۱۴۱/۵**	۱/۶۱**	۱/۰۵**	۱۹۵/۵**
گونه در تنش	۹	۷۴۵/۲*	۳۱/۹**	۷/۶۶**	۰/۴۵**	۰/۷۳**	۱۹/۳**	۰/۱۹**	۰/۵۶**	۱۵/۴**
خطا	۸۰	۳۲۳/۱	۵/۹	۱/۳۴	۰/۰۹۵	۰/۰۶۵	۲/۴۸	۰/۰۴	۰/۰۴۳	۱/۴۳
ضریب تغییرات CV%		۲۷/۲۹	۳۱/۶۳	۳۱/۹۴	۱۶/۸۷	۱۷/۳۱	۲۶/۶۹	۳۰/۹۲	۲۶/۱۸	۲۷/۱۶

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای تنش خشکی برای صفات مورد مطالعه در محیط آزمایشگاه

تنش خشکی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (سانتیمتر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	شاخص بنیه بذر
شاهد	a۸۴/۱۹	a۱۱/۵۳	c۲/۶۷	a۵/۸۶	c۰/۵۸	a۸/۱۲	a۰/۷۵	a۰/۱۳۲	a۷/۳۷
$-0.3 \text{ MPa}$	ab۷۸/۳۴	b۱۰/۰۱	b۳/۷۸	b۱/۷۰	b۲/۷۰	c۵/۳۴	b۰/۶۳	c۰/۰۸۵	b۴/۴۰
$-0.6 \text{ MPa}$	b۷۳/۱۲	c۷/۲۴	a۴/۸۶	b۱/۶۱	a۳/۴۱	b۶/۴۵	a۰/۷۸	b۰/۱۱۸	b۴/۸۸
$-0.9 \text{ MPa}$	c۳۴/۳۸	d۱/۸۸	c۲/۴۷	c۰/۸۸	ab۲/۹۱	d۳/۴۶	c۰/۲۹	d۰/۰۶۵	c۱/۳۶

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با همدیگر ندارند

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی گونه‌های اسپرس مورد مطالعه برای صفات مختلف جوانه‌زنی در محیط آزمایشگاه

نام گونه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (سانتیمتر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	شاخص بذری
<i>O. cristagalli</i>	۶۳/۲۹ b	۶/۹۷b	۳/۲۳ a	۱/۹۶ b	۲/۴۲a	۵/۳۳ b	۰/۵۹ ab	۰/۱۰ ab	۳/۶۸ b
<i>O. michauxii</i>	۵۴/۵۸ c	۴/۷۰c	۳/۵۳a	۲/۸۰ a	۲/۶۱b	۶/۴۳a	۰/۴۹ b	۰/۰۷ c	۴/۸۷ a
<i>O. sabnitens</i>	۸۴/۳۸ a	۱۰/۲۱a	۳/۵۹a	۲/۷۹a	۱/۵۴c	۶/۳۳a	۰/۶۹ a	۰/۰۹b	۵/۵۵ a
<i>O. sativa</i>	۶۹/۸۳ b	۹/۰۸ b	۳/۱۲a	۲/۰۷b	۱/۹۸c	۵/۲۰b	۰/۶۹ a	۰/۱۱۲ a	۳/۹۲ b

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با همدیگر ندارند.

### ب- آزمایش گلخانه

نتایج تجزیه واریانس بین ۴ گونه اسپرس در آزمایش گلخانه نشان داد که تفاوت بین گونه‌ها و بین تیمارهای خشکی و اثر متقابل گونه در خشکی برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

در آزمایش گلخانه با افزایش تیمار تنش خشکی میانگین همه صفات بجز طول ریشه و نسبت طول ریشه به ساقه در همه گونه‌ها کاهش یافت و کمترین مقدار آنها در تنش‌های ۵۰٪FC و ۲۵٪FC درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. از لحاظ صفات طول ریشه و نسبت طول ریشه به ساقه روند نسبتاً ثابت بود، به طوری که با شدت تنش مقدار این صفات تا تنش ۵۰٪FC دارای روند افزایشی بود و بعد از آن ثابت یا کاهش یافت (جدول ۶). در مقایسه بین گونه‌ها، بیشترین میانگین صفات جوانه‌زنی بذر مربوط به گونه *O. michauxii* بود و گونه‌های *O. cristagalli* و *O. sativa* در رده بعدی قرار گرفتند و کمترین میانگین صفات مربوط به گونه *O. sabnitens* بود (جدول ۷).

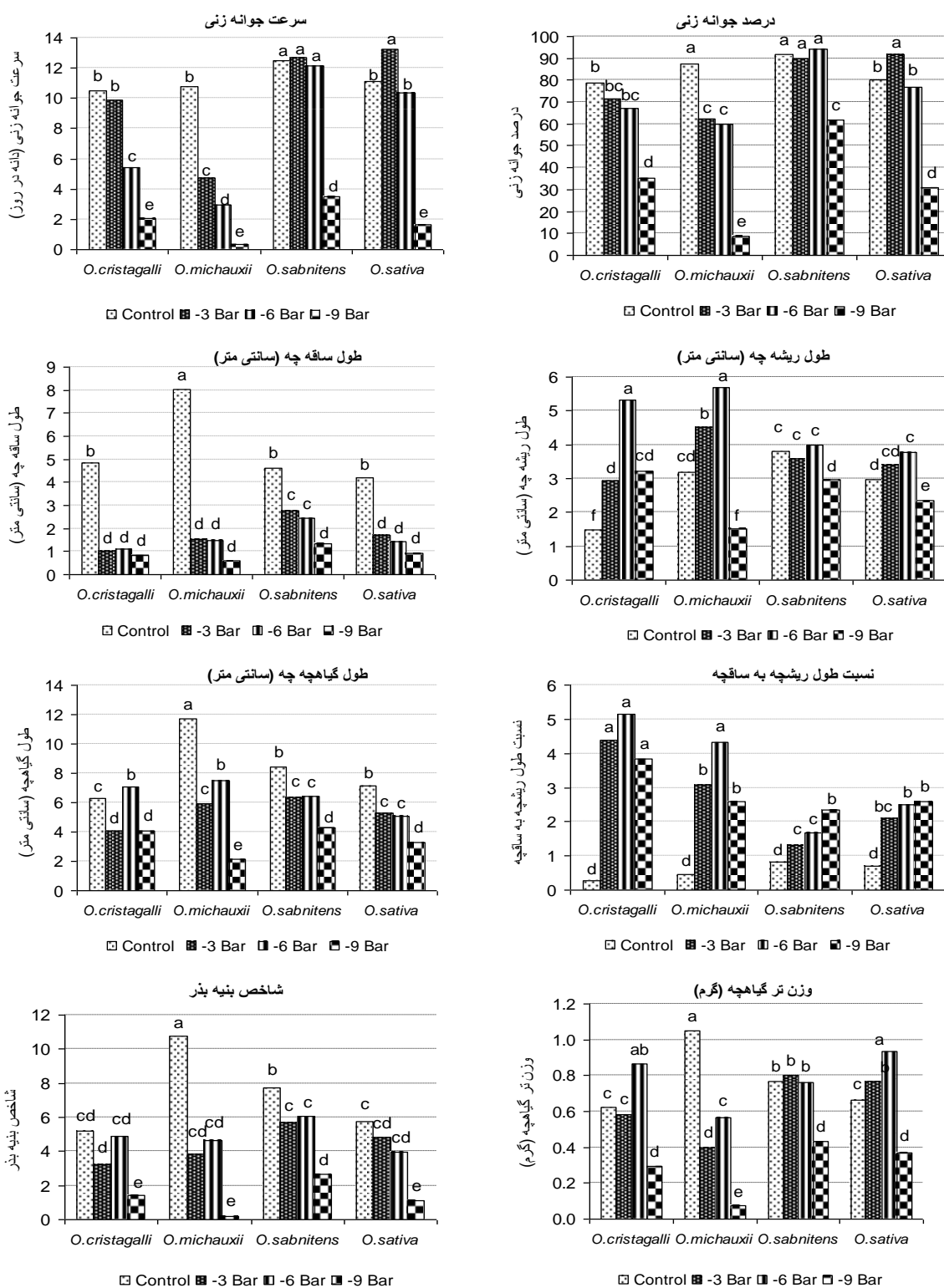
در مقایسه بین اثرهای متقابل نتایج نشان داد که در همه گونه‌ها بیشترین طول ریشه در تیمار شاهد بدست آمد، با وجود این طول ریشه در گونه *O. michauxii* در تنش شدید ۲۵٪FC برابر با ۲۲ سانتیمتر بود و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. گونه *O. cristagalli* در تنش ۵۰٪FC دارای طول ریشه‌ای برابر با ۱۷/۶۹ سانتیمتر بود که در مرتبه دوم بعد از شاهد قرار گرفت. این روند برای

نسبت طول ریشه به طول ساقه نیز مشاهده شد، به طوری که بیشترین نسبت RS در گونه *O. michauxii* در تیمار ۲۵٪FC بدست آمد که برابر با ۱/۶۵ بود و در گونه *O. cristagalli* در تنش ۲۵٪FC برابر با ۱/۶۷ بود. این نتایج نشان داد که گونه *O. michauxii* در شرایط گلخانه دارای مقاومت خوبی نسبت به تنش خشکی بود. گونه *O. sabnitens* کمترین طول ریشه را برابر با ۱۲/۶۷ سانتیمتر داشت و در گروه آخر قرار گرفت (شکل ۲).

در همه گونه‌ها میانگین طول ساقه و طول گیاه در تیمار شاهد بیشتر بود، به طوری که طول ساقه و طول گیاه در گونه *O. michauxii* در تیمار شاهد به ترتیب برابر با ۱۸/۳۳ و ۴۱/۳۳ سانتیمتر بودند. در گونه *O. michauxii* طول ساقه در تنش ۵۰٪FC برابر با ۱۶ و طول گیاه در تنش شدید ۲۵٪FC برابر با ۳۵/۴۰ سانتیمتر بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند (شکل ۲).

روند تغییرات وزن تر و خشک گیاه در آزمایش گلخانه تقریباً مشابه بود. به طوری که در همه گونه‌ها وزن تر و خشک در تیمار شاهد بیشتر بود. با وجود این وزن تر گونه *O. michauxii* در تنش ۷۵٪FC برابر با ۵/۰۷ گرم در بوته و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. میزان وزن تر گیاه در گونه *O. michauxii* در تنش ۵۰٪FC به ترتیب برابر با ۲/۵۰ گرم در بوته و وزن خشک این گونه در تنش ۲۵٪FC برابر با ۰/۸۵ گرم در بوته بود. بعد از گونه *O. michauxii*، گونه *O. cristagalli*

از لحاظ میانگین وزن گیاه در مرتبه دوم قرار گرفت (شکل ۲).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرهای متقابل گونه در تنش خشکی برای صفات مختلف در شرایط آزمایشگاهی

جدول ۵- خلاصه تجزیه واریانس صفات رشد نهال در ۴ گونه اسپرس در ۴ سطح تنش خشکی در گلخانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه	طول ساقه	طول گیاه	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن تر گیاه	وزن خشک گیاه
گونه	۳	**۱۷۱/۰۱	**۹۳/۵۹	**۳۹۰/۶۶	**۱/۰۷۴	**۱۹/۹۰	**۱/۲۵۴
تنش خشکی	۳	**۵۰/۳۷	**۳۲/۷۴	**۹۲/۵۸	**۰/۴۵۱	**۱۷/۳۶	**۰/۴۳۱
گونه در تنش	۹	**۴۴/۸۶	**۵/۸۸	*۵۷/۳۵	**۰/۲۶۲	**۱/۴۷	**۰/۰۷۰
خطا	۸۰	۴/۳۰	۱/۲۵	۸/۶۸	۰/۰۲۲	۰/۱۷	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۳۵	۷/۵۷	۹/۱۵	۱۱/۸۰	۱۵/۸۱	۱۵/۶۰

\* و \*\*: بدترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای خشکی بر روی صفات رشد نهال در شرایط گلخانه

تیمار خشکی	طول ریشه (سانتیمتر)	طول ساقه (سانتیمتر)	طول گیاه (سانتیمتر)	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک گیاه (گرم)
۲۵	۱۵/۸۴b	۱۳/۲۲b	۲۸/۰۶b	۱/۲۰b	۱/۵۷d	۰/۴۹b
۵۰	۱۷/۵۹a	۱۱/۲۴c	۲۸/۸۳b	۱/۴۱a	۲/۴۱c	۰/۵۵b
۷۵	۱۵/۳۷ab	۱۳/۷۲b	۲۹/۰۹b	۱/۱۸c	۳/۱۵b	۰/۷۰a
۱۰۰	۱۸/۳۳a	۱۴/۹۲a	۳۳/۲۵a	۱/۲۵b	۳/۶۶a	۰/۷۵a

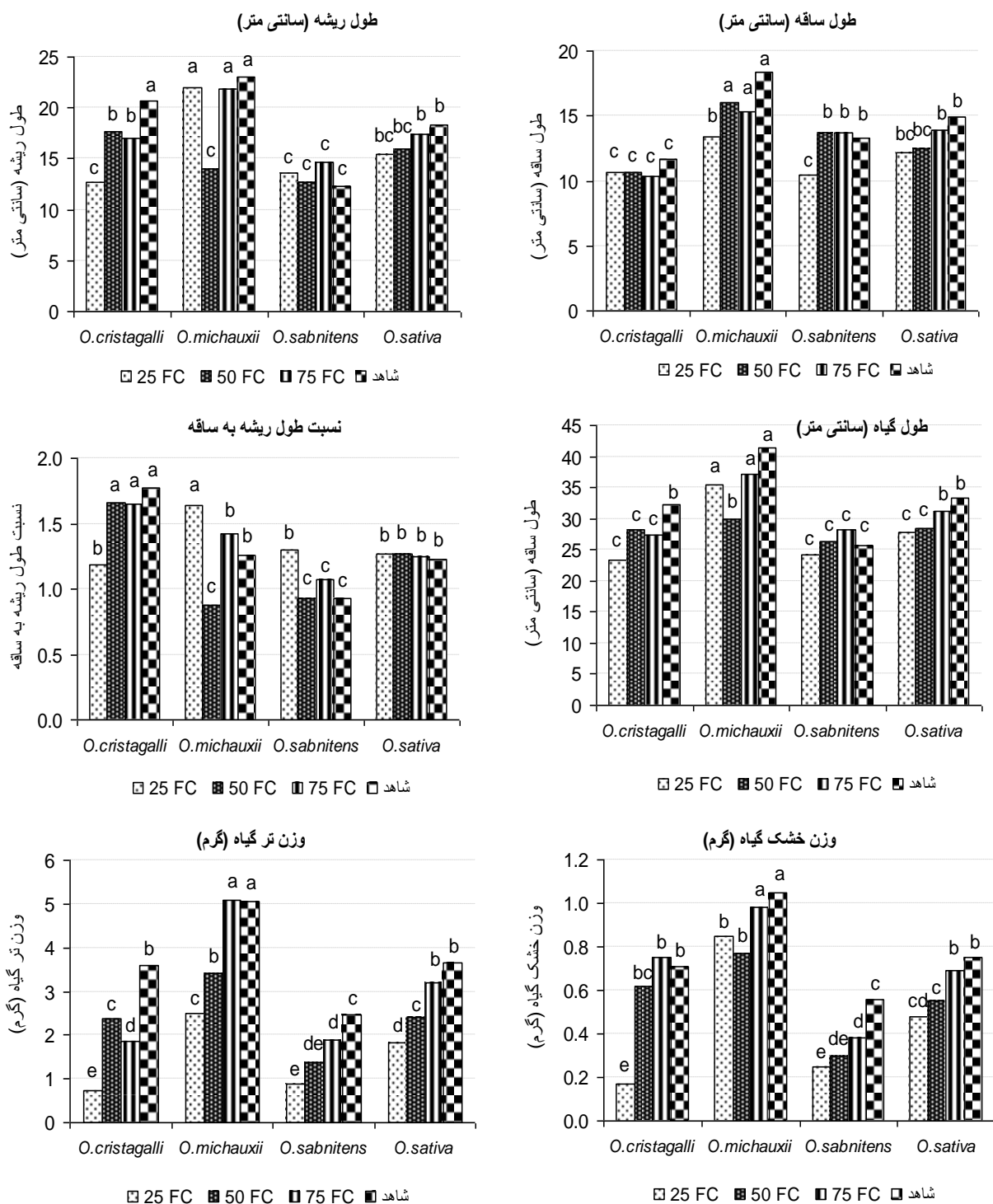
میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با همدیگر ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر اصلی گونه‌های اسپرس از نظر صفات رشد نهال در گلخانه

گونه	طول ریشه (سانتیمتر)	طول ساقه (سانتیمتر)	طول گیاه (سانتیمتر)	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک گیاه (گرم)
<i>O. cristagalii</i>	۱۷/۰۰b	۱۰/۸۳d	۲۷/۸۳c	۱/۵۷a	۲/۱۵c	۰/۵۶b
<i>O. michauxii</i>	۲۰/۲۰a	۱۵/۷۷a	۳۵/۹۷a	۱/۳۰b	۴/۰۱a	۰/۹۱a
<i>O. sabnitens</i>	۱۳/۳۳c	۱۲/۷۹c	۲۶/۱۳c	۱/۰۶c	۱/۶۵d	۰/۳۷c
<i>O. sativa</i>	۱۶/۷۹b	۱۳/۴۰b	۳۰/۱۹b	۱/۲۵b	۲/۷۸b	۰/۶۲b

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با همدیگر ندارند.





شکل ۲- مقایسه میانگین اثرهای متقابل گونه در تنش خشکی برای صفات مختلف در شرایط گلخانه

## بحث

در شرایط آزمایشگاهی در مقایسه میانگین گونه‌ها بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه مربوط به گونه *O. sabnitens* بود. گونه *O. michauxii* اگرچه درصد جوانه‌زنی (۵۴٪) کمتری داشت ولی از نظر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در گروه a قرار گرفت. گونه *O. sativa* از لحاظ مقاومت به خشکی در رده بعدی قرار گرفت. اثر منفی تنش خشکی در کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی با نتایج حاصل از آزمایش (Koocheki & Zarif, 1996) مطابقت داشت. به طوری که با کاهش قابلیت آب ناشی از PEG سرعت جوانه‌زنی به طور معناداری کاهش یافت که این موضوع حکایت از آن دارد که افزایش خشکی دارای اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذر بود. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی انجام شود فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد، در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (De & Kar, 1994). بنا به نتایج به دست آمده، وزن تر و خشک گیاه در مرحله جوانه‌زنی در تنش شدید خشکی تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش چشمگیری را نشان داده است. علت این امر ناشی از وجود مولکول‌های بزرگ پلی‌اتیلن گلایکول است که موجب بسته شدن مسیر حرکت آب در گیاه و کاهش جذب آب توسط ریشه و سبب خشک شدن گیاه می‌شود (Lowlor, 1970). بنابراین به نظر می‌رسد کاهش وزن تر در گیاهان تحت تنش خشکی، به دلیل جلوگیری از توسعه و رشد سلولی ناشی از کاهش فشار تورگر باشد (Rane et al., 2001).

در آزمایش گلخانه بیشترین طول ریشه در همه گونه‌ها در تیمار شاهد بدست آمد، با وجود این واکنش گونه‌ها در پاسخ به تنش خشکی متفاوت بود. در گونه *O. michoxii* طول ریشه و طول گیاه در تنش ۲۵٪ FC به ترتیب برابر با ۲۲ و ۳۵/۴۰ سانتیمتر و طول ساقه در تنش ۵۰٪ FC برابر با ۱۶ سانتیمتر بود که نسبت به سایر گونه‌ها بیشتر بود. در

مقایسه بین گونه‌ها بیشترین نسبت طول ریشه به ساقه مربوط به گونه *O. cristagalli* بود. دلیل افزایش رشد ریشه نسبت به ساقه در تنش‌های شدید می‌تواند تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها، کاهش رشد بخش هوایی به ویژه رشد برگ‌ها و یا به دلیل بستن جزئی روزنه‌ها باشد و این پدیده‌ها موجب رشد بیشتر ریشه برای جذب رطوبت در اعماق خاک گردد (Brugnoli and Lauteri, 1991). تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک گیاه داشت. کمترین وزن گیاه در همه گونه‌ها در تنش ۲۵٪ FC بدست آمد (شکل ۲). با توجه به وجود اثرهای متقابل روند تغییرات عملکرد در تنش‌های خشکی یکسان نبود. به نحوی که وزن گیاه در گونه‌های *O. sativa* و *O. michoxii* در تنش ۵۰٪ FC به ترتیب برابر با ۳/۴۰ و ۲/۴۱ گرم در بوته بود و در کلاس a و b قرار گرفتند و دارای مقاومت نسبتاً خوبی نسبت به تنش خشکی بودند (جدول ۵). البته کاهش رشد اسپرس در اثر تنش خشکی توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Ramak, et al., 2006; Veisipoor, et al., 2013). کاهش وزن ماده خشک به دلیل کاهش رشد گیاهی، بسته شدن روزنه‌ها و متعاقب آن کاهش فتوسنتز، پیری و ریزش برگ‌هاست (Bhatt & Srinivasa-Rao, 2005). کاهش رشد یک ویژگی سازشی برای بقای گیاه در شرایط تنش است و به گیاه اجازه می‌دهد که از انرژی متابولیسمی سلولی کمتری برای رشد استفاده کند و آن را بیشتر در جهت مقابله با تنش مورد استفاده قرار دهد (Zhu, 2001).

## نتیجه‌گیری

با افزایش تنش خشکی در ژرminatور و گلخانه میانگین صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه افزایش یافت و بیشترین میزان کاهش این صفات در آزمایشگاه در تیمار اسمزی ۰/۹ MPa - و در گلخانه در تنش ۲۵٪ FC در تیمار اسمزی ۵۰٪ FC بدست آمد. گونه *O. michoxii* در هر دو محیط و گونه *O. sabnitens* در آزمایشگاه با بیشترین میانگین صفات جوانه‌زنی و رشد نهال نسبت به سایر گونه‌ها قرار داشتند و به

- germination and the effect of salt and water stress on several range plants. *Journal of Desert* 1(1): 45-56 (In Persian).
- Majidi, M. M. and Arzani, A. 2004. Study of induced mutation via Ethy l-Methan Sulfonat (EMS) in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 18, 167-180. (In Persian)
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science* 2: 176-177
- Michel, B.E. and Kaufman, M.R. 1973 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology* 51: 914-916
- Mozaffari, J. and Abbasi, MR. 2005. Genetic Resources of forage crop in National Plant Gene Bank of Iran. First National Conference of forage plants in the country, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Persian).
- Ramak, P. Khavari-Nejad, R. Hidari Sharifabad, H., Rafiee, M. and Khademi, K. 2006. The effect of water stress on dry weight and photosynthetic pigments in two sainfoin species *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research* 14(2): 80-91. (In Persian).
- Rane, J., Maheshwari, M. & Nagarajan, S. 2001. Effect of pre-anthesis water stress on growth, photosynthesis and yield of six wheat cultivars differing in drought tolerance. *Indian Journal of Plant Physiology*, 6: 53-60.
- Sheehy, J.E. and Popple S.C. 1981. Photosynthesis water relations temperature and canopy structure as factors influencing the growth of sainfoin and Lucerne. *Annals of Botany*. 82: 315-319.
- Veisipoor, A., Majidi, MM. and Mirlolia, A. 2013. Response of physiological traits to drought stress in some populations of sainfoin (*Onobrychis Viciifolia*) Iranian journal of Rangelands and forest. *Plant Breeding and Genetic Research* 21(1): 87-102. (In Persian)
- Zhu, J. K. 2001. Over expression of a delta pyrpline-5-carbohydrate synthetase gene and analysis of tolerance of water and salt stress in transgenic rice. *Trends in Plant Science* 6: 66-72.
- Marchner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher plants. Second reprint. Academic press. PP: 6-73.
- Greipsson, S. and Davy, A. 1996. Aspects of seed germination in the dune-building grass *Leymus arenarius*. *Icelandic Agricultural Sciences* 10: 209-217.
- Prisco, J.T., Baptista, C. R. and Pinheiro, J. L. 1992. Hydration dehydration Seed Pre-treatment and its effects on Seed germination under water stress condition. *Revista Brasileira de Botânica* 15(1): 31-35
- O. sativa* تنش خشکی مقاوم تر بودند. گونه اسپرس زراعی در مرتبه بعدی قرار گرفت و به‌عنوان گونه‌های نسبتاً مقاوم به خشکی شناخته شدند. باوجوداین، پیشنهاد می‌گردد آزمایش مقایسه بین گونه‌ها در عرصه‌های منابع طبیعی در چند محیط آب و هوایی در شرایط دیم انجام گردد و در صورت نتیجه مشابه از این گونه‌ها به‌عنوان گونه‌های مقاوم به خشکی برای اصلاح و احیاء مراتع و علفزارها معرفی شود.

#### منابع مورد استفاده

- Abdul-Baki, A.A, and Anderson, J.D. 1970. Viability and leaching of sugars for germination barley. *Crop science* 10: 31-34
- Bhatt, R. M. and Srinivasa-Rao, N. K. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. *Indian Journal of Plant Physiology* 10: 54-59.
- Burton, J.C and Curley, R.L. 1968. Nodulation and nitrogen fixation in sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) as influenced by strains of rhizobia. *Montana State Agri. Exp. Stn. Bull.* 627: 3-5
- Brugnoli, E. and Lauteri, M. 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. *Plant Physiology*, 95: 628-635.
- Cash, S.D. and Ditterline, L. 1996. Seed size effects on growth and N<sub>2</sub> fixation of effects on of juvenile sainfoin. *Field Crops Research*. 46: 145-151.
- Ghasriani, F. 1993. Comparing *Medicago* species for yield in rainfed conditions at Kermanshah province. Research Institute of Forest and Rangelands publication 85:1-27. (In Persian)
- De, R. and Kar, RK. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000. *Seed science and technology*, 23(2): 301-308.
- Hume, L.G. and Withers, N.J. 1985. Nitrogen fixation in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). 1. Responses to changes in nitrogen nutrition. *New Zealand Jour Agricultural Research*. 28: 325-335.
- Koch, D.W., Dotzenko, A. D. and Hinze, G. O. 1972. Influence if three cutting system on the Pukridge yield, water use efficiency, and forage quality of sainfoin. *Agronomy Journal* 64: 463-467.
- Lowlor, D. W. 1970. Absorption of polyethylene glycols by plants and their effect on plant growth. *New phytol* 69: 501-513.
- Koocheki, A. and Zarif Ketabi, H. 1996. Determination of optimum temperature for

## Effect of Drought Stress on Seed Germination Characteristics in the Populations of Four Native Species of *Onobrychis* sp. In Iran

R. Farahdost<sup>1</sup> and A.A. Jafari<sup>\*2</sup>

1- M.Sc., Botany Department, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran

2\* - Corresponding author, Prof., Range Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Email: aajafai@rifr-ac.ir

Received: 24.08.2017      Accepted: 29.04.2019

### Abstract

In order to study drought stress tolerance in sainfoin (*Onobrychis* sp.), two factorial experiments were conducted based on completely randomized design under laboratory and greenhouse conditions in Research Institute of Forests and Rangelands, during 2014-2015. In this study, four species of *O. michauxii*, *O. cristagalli*, *O. sativa*, *O. sabnitens* were evaluated at four drought treatments (control 0, -0.3, -0.6, -0.9 MPa) in the laboratory and (FC100% field capacity, FC75%, FC50% and FC25%) in the greenhouse. Data collected and analysis for percentage and rate of germination root length, shoot length, seedling length, root/shoot length ratio (RS), seedling fresh and dry weight and seed vigor index. Results showed that in both experiments, by increasing drought stress, germination percentage and rate, shoot length, seedling length, seedlings fresh and dry weight and vigor index decreased in all species and their lowest values were observed in laboratory (-0.9 MPa stress) and in greenhouse (25% FC). In terms of root length and RS, the trend was reversed. In fact, at stress intensity up to 0.6 MPa, the amount of these traits increased and then consistent or decreased. By comparison, among species in the laboratory, the highest mean values of germination percentage and seedling growth were belonged to *O. sabnitens* and *O. michauxii*. Under greenhouse conditions, *O. michauxii* was more efficient than other species and introduced as a drought resistant species for breeding improved varieties.

**Keywords:** Seed, PEG, Field capacity, Germination, *Onobrychis*