Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴ (ص ۳۳۸-۳۲۷)

ارزیابی توده‌های اسپرس ایرانی در شرایط بود و نبود تنش خشکی

امین ویسی‌پور[۱]، محمدمهدی مجیدی[۲*] و آقافخر میرلوحی[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد، اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱/۲۳)

چکیده

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکنندهٔ تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. به‌منظور بررسی تحمل به خشکی توده‌های مختلف اسپرس از نظر صفات ریخت‌شناختی (مرفولوژیک) و زراعی در سال ۱۳۸۸ شمار ۲۱ تودهٔ محلی و رقم اسپرس طی چهار چین در قالب طرح کرت‌های خردشده در زمان و در دو محیط رطوبتی بود و نبود تنش خشکی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی عملکرد و اجزای عملکرد علوفه را به‌طور معنی‌داری کاهش و درصد مادهٔ خشک و نسبت برگ به ساقه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. تأثیر این تیمار در چین‌های مختلف متفاوت بود. تنش خشکی میزان تنوع ژنتیکی را برای بیشتر صفات کاهش داد با وجود این عملکرد علوفهٔ خشک در هر دو شرایط رطوبتی بیشترین تنوع را به خود اختصاص داد. در بین صفات مورد بررسی، ارتفاع بوته و طول خوشه به‌ترتیب با ۸۵ و ۸۲ درصد بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی را دارا بودند و امکان بهبود آنها توسط گزینش مستقیم بیشتر است. بین ارقام اسپرس تفاوت زیادی از نظر میزان تحمل به تنش خشکی مشاهده شد. براساس نتایج مقایسهٔ میانگین در شرایط نبود تنش ارقام کبوترآباد، فریدون‌شهر و خوانسار۲ و در شرایط تنش خشکی ارقام کبوترآباد، فریدون‌شهر۲ و جنت‌آباد دارای بیشترین عملکرد علوفهٔ خشک بودند. ارقام اراک و سمیرم در شرایط نبود تنش و ارقام اراک، خوانسار، سمیرم و فریدون‌شهر در شرایط تنش بیشترین نسبت برگ به ساقه را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای در هر دو محیط رطوبتی توانست ژن‌نمون (ژنوتیپ)های با فاصلهٔ ژنتیکی بیشتر را شناسایی کند. نمونه‌های دارای فاصلهٔ ژنتیکی بیشتر می‌توانند پس از بررسی‌های بیشتر به‌عنوان نامزدهای مناسب برای پیشبرد برنامه‌های اصلاحی در جهت توسعهٔ ارقام جدید استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: اسپرس، خشکی، عملکرد علوفه و فاصلهٔ ژنتیکی.

مقدمه

اسپرس یکی از گیاهان علوفه‌ای خانوادهٔ بقولات است که سده‌هاست کشت و کار آن در ایران رایج بوده است (Bagheri, 1999). سطح دقیق زیر کشت اسپرس در ایران مشخص نیست ولی این گیاه در مناطق مرکزی، غربی و برخی نقاط شمالی کشور کشت و کار می‌شود. اسپرس به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی مانند مقاومت به خشکی، مقاومت به سرخرطومی یونجه، توانایی رشد در خاک‌هایی با میزان فسفر پایین، مقاومت به سرمای زمستان، بدون ایجاد نفخ در دام، خاصیت نگهداری طولانی‌تر برگ‌ها، کیفیت بسیار خوب علوفه، مقاومت به خاک‌های شنی و آهکی همواره مورد توجه بوده است (Heidarisharifabad, 2001; Gerami, 1990).

تنش‌های غیرزنده یکی از عامل‌های کاهش عملکرد در گیاهان زراعی بوده و به‌طور میانگین علت کاهش ۵۰ درصد محصولات عمدهٔ کشاورزی هستند (Valliyodan &

* تلفن: ۳۹۱۳۴۵۸ و ۰۹۱۳۳۰۶۱۱۷۲
E-mail: majidi@cc.iut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Nguyen, 2006). خشکی از جمله تنش‌های فیزیکی است که به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکنندهٔ رشد و تولید گیاهان زراعی در بیشتر نقاط جهان و از جمله ایران شناخته شده است (Alizadeh, 1999). تنش آب هنگامی رخ می‌دهد که میزان تعرق بیش از میزان جذب آب باشد. در صورتی‌که شدت تنش آب زیاد باشد، موجب کاهش شدید نورساخت (فتوسنتز) و مختل کردن فرآیندهای فیزیولوژیک، توقف رشد و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه می‌شود (Ahmadi *et al.*, 2007).

امروزه عمدهٔ پژوهش‌ها دراین جهت است که گیاهان و ارقامی توسعه پیدا کنند تا برای محیط‌های خشک مناسب باشند (Blum, 1996; Blum, 2011). اسپرس از جمله گیاهانی است که تحمل بالایی به تنش خشکی دارد و و با توجه به اینکه کشور ما از جمله مراکز پراکنش این گیاه به‌شمار می‌آید (Gerami, 1990) به نظر می‌رسد بین ارقام و توده‌های داخلی از این نظر تنوع کافی برای توسعهٔ ارقام متحمل‌تر وجود داشته باشد. با این حال بررسی‌های اصلاحی در زمینهٔ اسپرس در کشور اندک بوده است.

Delgado *et al.* (2008) با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی و زراعتی در ۴۵ رقم اسپرس در سه منطقه و در شرایط آبیاری و بدون آبیاری در اسپانیا گزارش دادند که میزان عملکرد مادهٔ خشک از ۱۵۳/۷ گرم در بوته در شرایط بدون آبیاری تا ۵۵۷/۲ گرم در شرایط آبیاری متغیرند. در بررسی دیگری (Peel *et al.*, 2004) با بررسی ۱۳ تودهٔ اسپرس و یک رقم یونجه در تیمارهای رطوبتی گزارش شد که اسپرس دارای توان بالقوهٔ (پتانسیل) بالاتری از نظر رشد اولیه و تولید در طول تنش خشکی است هرچند تولید سالانهٔ آن از یونجه کمتر گزارش شده است. در یونجه به‌عنوان یکی از گونه‌های نزدیک به اسپرس بررسی‌های بیشتری در زمینهٔ تأثیر تنش خشکی بر ویژگی‌های گیاهی نسبت به اسپرس انجام شده است. در یک بررسی با ارزیابی نه رقم یونجه در غرب چین در دو فصل خشکی اعلام شد که عملکرد علوفه و زیست‌تودهٔ (بیوماس) ریشه در اثر تنش کاهش یافت (Xia *et al.*, 2005). در بررسی تأثیر افزایش دما و خشکی بر روی یونجه گزارش شد که با افزایش دما و شدت تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ و تولید مادهٔ خشک شد (Aranjuelo *et al.*, 2001). Saeed & El-Nadi (1997) گزارش کردند که با افزایش فاصلهٔ زمان آبیاری در یونجه ارتفاع ساقه، تراکم ساقه، شاخص سطح برگ و کل زیست‌تودهٔ تولیدشده کاهش می‌یابد. با این حال Petil *et al.* (1992) گزارش کردند که نسبت برگ به ساقه در اثر اعمال تنش خشکی در یونجه افزایش می‌یابد که علت این افزایش کاهش میزان رشد ساقه بیان شده است. افزایش نسبت برگ به ساقه به‌عنوان یکی از معیارهای کیفیت علوفه در یونجه در اثر تنش کمبود آب توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Bonner, 1997; Buxton, 2004).

از آنجایی‌که بیشتر نقاط کشورمان در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و دارای محدودیت منابع آب است، توسعهٔ کشت گیاهان متحمل به خشکی از جمله اسپرس اهمیت دارد. در این زمینه بررسی واکنش ارقام اسپرس به تنش خشکی و شناسایی توده یا رگه‌های متحمل برای تدوین برنامه‌های آتی ضروری است. براین اساس این پژوهش به‌منظور ارزیابی تحمل‌به خشکی توده‌های اسپرس و بررسی تغییرات صفات زراعی و ریخت‌شناختی تحت تنش خشکی در مقایسه با شرایط نبود تنش انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۸ در کشتزار تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. این کشتزار در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در منطقهٔ لورک شهرستان نجف‌آباد و در عرض جغرافیایی ۲۲ درجه و ۳۲ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقهٔ شرقی واقع شده است. ارتفاع کشتزار از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن، دارای اقلیم نیمه‌خشک خنک با تابستان‌های خشک است. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجهٔ سلسیوس است (Karimi, 1997). بافت خاک منطقه، لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب و میانگین pH آن حدود ۷/۵ بود.

مواد ژنتیکی مورد استفاده در این آزمایش شمار ۲۱ تودهٔ اسپرس شامل توده‌های اراک، نجف‌آباد، خمین، خوانسار، بروجن، گلپایگان، سمیرم، سنندج، فریدونشهر،

www.SID.ir

Archive of SID

کبوترآباد، بوئین‌میاندشت، فریدون‌شهر۲، خرم‌آباد، جنت‌آباد، دامنه، اصفهان، خوانسار۲، بافت، سیرجان، کرمان و رقم سوئیسی Perly بود که در دو محیط رطوبتی (دو آزمایش) در شرایط بود و نبود تنش خشکی ارزیابی شدند. طرح آماری در هر آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. در هر بلوک هر توده در چهار ردیف ۵ متری با فاصلهٔ ردیفی ۴۰ سانتی‌متر کشت شد. با توجه به وجود چین (برداشت)های مختلف علوفه، تجزیهٔ آماری در هر محیط به صورت کرت‌های خردشده در زمان صورت گرفت. در مجموع نیز تجزیهٔ مرکب بین دو محیط رطوبتی (آزمایش) انجام شد. کشت در فروردین ۱۳۸۷ انجام شد و بدون اعمال هیچ‌گونه تنشی به نمونه‌ها، اجازهٔ استقرار و رشد در آن سال داده شد. در سال دوم (۱۳۸۸) با اعمال تنش خشکی، یادداشت‌برداری‌های اصلی صورت پذیرفت و داده‌های این سال استفاده شد. یادداشت‌برداری در هر کرت روی ۲ متر میانی دو ردیف وسط انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی و کنترل علف‌های هرز در طی آزمایش انجام شد. به‌منظور تأمین فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پیش از کاشت به خاک اضافه شد و برای تکمیل نیتروژن مورد نیاز گیاه نیز کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در هر چین به زمین اضافه شد.

محیط‌های رطوبتی مورد استفاده شامل محیط بدون تنش رطوبتی (مطلوب آبی) با اعمال ضریب MAD[1] (میانگین کسری از کل آب در دسترس که می‌تواند از عمق توسعهٔ ریشه تخلیه شود بدون اینکه به گیاه تنشی وارد شود) برابر با ۵۵ درصد (Allen *et al.*, 1998) و محیط تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD برابر با ۸۵ درصد بود. میزان تخلیهٔ رطوبت از خاک براساس میزان تبخیر- تعرق چمن با استفاده از رابطهٔ فائو-پنمن- مانتیث و ضریب گیاهی اسپرس طی دورهٔ رشد محاسبه شد (Allen *et al.*, 1998). دور آبیاری دو تیمار رطوبتی (بود و نبود تنش خشکی) متفاوت بودند اما عمق آب آبیاری برای تیمارهای آبی مختلف در یک دور آبیاری ثابت بود به‌طوری که در مجموع حدود ۸۰۰ میلی‌متر آبیاری برای هر دو تیمار انجام شد. عمق آب آبیاری براساس تخلیهٔ رطوبت از تیمار بدون تنش رطوبت محاسبه و برای دو تیمار آبیاری یکسان اعمال و عمق آب آبیاری با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه شد:

$$I_d = (FC - PWP) \times D \times ۰/۵۵ \qquad (۱)$$

در این رابطه، I_d عمق آب آبیاری (سانتی‌متر)، FC رطوبت حجمی خاک در حد ظرفیت زراعی (درصد)، PWP رطوبت حجمی خاک در حد پژمردگی دائم (درصد)، D عمق فعال توسعهٔ ریشه (در این پژوهش ۶۰ سانتی‌متر) بود. در این طرح بازدهٔ (راندمان) آبیاری ۷۵ درصد اعمال شد. برای اندازه‌گیری میزان آب ورودی به کرت‌ها از فلوم شمارهٔ ۴ استفاده و دبی آب آن از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$Q = ۰/۰۲۹۴ \times H^{۲/۱۰۲} \qquad (۲)$$

در این رابطه؛ Q برابر دبی آب ورودی (لیتر در ثانیه) و H ارتفاع آب در وسط فلوم بر حسب سانتی‌متر است.

در این بررسی، مجموعه‌ای از صفات زراعی، گذارشناختی (فنولوژیک) و ریخت‌شناختی طی چهار چین متوالی مورد بررسی قرار گرفت. برای صفاتی که روی تک بوته یادداشت‌برداری شد در هر کرت شمار ده بوته به تصادف انتخاب و صفت مورد نظر روی آنها ثبت شد. برداشت علوفه در مرحلهٔ ۵۰درصد گل‌دهی انجام شد. درهرکرت آزمایشی، ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای ردیف-ها به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و صفات شمار روز تا ۵۰درصد گل‌دهی، شمار ساقه در واحد سطح، ارتفاع بوته، شمار ساقه در بوته، شمار گره در ساقهٔ اصلی، شمار انشعاب‌های فرعی در ساقه، عملکرد علوفهٔ تر، عملکرد علوفهٔ خشک، درصد مادهٔ خشک، درصد برگ و ساقه در مادهٔ خشک، نسبت برگ به ساقه، طول خوشه و امتیاز رشد پاییزه (شادابی، حفظ بنیهٔ ظاهری و اندازهٔ تاج‌پوش در آغاز فصل سرما که براساس امتیازدهی از یک تا نه تعیین و اندازه‌گیری می‌شود) یادداشت شد.

تجزیهٔ آماری برای صفاتی که در چین‌های مختلف اندازه‌گیری‌شده بودند، به صورت تجزیهٔ مرکب طرح کرت‌های خردشده در زمان انجام گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام گرفت. تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نرم‌افزار SAS (SAS Insitute, 2001) و SPSS انجام شد. اجزای متشکلهٔ واریانس با استفاده از امید

1. Management allowed depletion

www.SID.ir

Archive of SID

ریاضی میانگین مربعات طرح آماری برآورد شد و سپس قابلیت توارث‌پذیری عمومی با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه شد (Nguyen & Sleper, 1983). در این بررسی ژن‌نمون‌ها در دو محیط و چهار چین (درکل هشت بار یادداشت‌برداری) و در سه تکرار ارزیابی شدند و به نظر می‌رسد برآورد وراثت‌پذیری دارای دقت نسبی خوبی باشد.

$$h_p^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_{ga}^2}{a} + \frac{\sigma_{gc}^2}{c} + \frac{\sigma_{gac}^2}{ac} + \frac{\sigma_{\delta}^2}{ra} + \frac{\sigma_{\varepsilon}^2}{rac}} \quad (۳)$$

در این رابطه؛ h^2_p وراثت‌پذیری عمومی، σ^2_g واریانس ژنتیکی ارقام، σ^2_{ga} واریانس تأثیر متقابل رقم و محیط رطوبتی، σ^2_{gc} واریانس تأثیر متقابل رقم و چین، σ^2_{gac} واریانس تأثیر متقابل رقم و محیط رطوبتی و چین، σ^2_{δ} بخشی از واریانس خطای b، σ^2_{ε} واریانس خطا، a شمار محیط رطوبتی، c شمار چین و r شمار تکرار در آزمایش هستند.

میزان درصد کاهش عملکرد در شرایط بود تنش نسبت به نبود تنش با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد که در این فرمول Yp و Ys به‌ترتیب عملکرد ژن‌نمون‌ها در شرایط نبود تنش و بود تنش رطوبتی است؛

$$\%\,\mathrm{Reduction} = \left(\frac{(Yp - Ys)}{Yp}\right) \times ۱۰۰ \quad (۴)$$

به‌منظور گروه‌بندی ارقام، تجزیهٔ خوشه‌ای با استفاده از ماتریس فاصلهٔ اقلیدسی و به روش وارد (Ward) انجام شد. محل برش نمودار شجره‌ای (دندروگرام) براساس تجزیهٔ واریانس چندمتغیره و نیز تجزیهٔ تابع تشخیص مشخص شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی صفات مورد بررسی در توده‌های اسپرس شامل میانگین، مقادیر کمینه و بیشینهٔ صفت و وراثت‌پذیری عمومی به تفکیک برای محیط مطلوب آبی (نبود تنش) و تنش خشکی در جدول ۱ آمده است. میانگین همهٔ صفات به غیر از درصد مادهٔ خشک، درصد برگ و نسبت برگ به ساقه در شرایط تنش کاهش نشان دادند. صفات عملکرد علوفهٔ خشک، شمار ساقه در واحد سطح و امتیاز رشد پاییزه بیشترین ضریب تنوع رخ‌نمونی (فنوتیپی) و صفات درصد مادهٔ خشک و شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی کمترین میزان را دارا بودند. برای ضریب تنوع ژنتیکی نیز صفات درصد مادهٔ خشک و شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی دارای کمترین میزان بودند. در بررسی Torchi *et al.* (2007) بر روی ارقام بومی اسپرس صفت خوش‌خوراکی بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی و رخ‌نمونی و شاخص عملکرد کمترین میزان این ضریب‌ها را دارا بودند. ضریب‌های تنوع رخ‌نمونی برای همهٔ صفات از ضریب‌های تنوع ژنتیکی بزرگتر هستند (جدول۱). با وجود این اختلاف ناچیز بین این دو ضریب برای برخی صفات مانند شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی بیانگر کم بودن تأثیر محیط در برآورد این صفات است زیرا تفاوت این دو ضریب ناشی از آثار محیطی است. اختلاف ناچیز بین این دو ضریب برای برخی ویژگی‌های گیاهی در بررسی‌های دیگر نیز گزارش شده است (Majidi & Arzani, 2009; Estiali *et al.*, 1992).

در بین صفات مورد بررسی ارتفاع بوته با ۸۵ درصد بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی را دارا بود و پس از آن درصد آب نسبی برگ، طول خوشه، شمار ساقه در واحد سطح و شمار گره در ساقهٔ اصلی به‌ترتیب با ۸۳، ۸۲، ۷۷ و ۷۶ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. امتیاز رشد پاییزه و درصد مادهٔ خشک (به‌ترتیب با ۳۴ و ۴۴ درصد) کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). بنابراین بروز این صفت تا حدود زیادی تحت تأثیر عامل‌های محیطی قرار دارد. نتایج بررسی Farshadfar *et al.* (2008) نشان داد که صفات شمار شاخهٔ اصلی و ارتفاع بوته به ترتیب با ۹۴ و ۸۱ درصد وراثت‌پذیری بالایی را در یونجه دارا بودند. وراثت-پذیری خصوصی به‌عنوان معیاری برای برآورد پاسخ مورد انتظار به گزینش در طراحی برنامه‌های اصلاحی کاربرد دارد. با وجود این برآورد وراثت‌پذیری برای یک صفت خاص بسته به روش برآورد، شرایط محیطی و همچنین نوع جمعیت ژنتیکی مورد استفاده متفاوت خواهد بود (Hallauer *et al.*, 2010). در این بررسی ژن‌نمون‌ها در دو محیط و چهار چین (درکل هشت بار یادداشت‌برداری) و در سه تکرار ارزیابی شدند و به نظر می‌رسد برآورد وراثت‌پذیری دارای دقت نسبی خوبی باشد.

نتایج نشان داد که دامنهٔ تغییرات برای صفات مورد بررسی در شرایط تنش کمتر بود و به‌طور کلی ضریب‌های تنوع نیز در شرایط تنش خشکی کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

یافت که نشان می‌دهد تنش خشکی بروز صفات را تحت تأثیر قرار داده و یک محدودیت فیزیکی برای توان‌بالقوهٔ بیشینه‌ای ارقام ایجاد می‌کند و باعث می‌شود تنوع بین ارقام کاهش یابد. کاهش تنوع ژنتیکی تحت شرایط تنش، بازده ناشی از انتخاب را کاهش می‌دهد از این‌رو بسیاری از محققان باور دارند که انتخاب بایستی تحت هر دو شرایط بود و نبود تنش به‌صورت توام باشد (Blum, 1989; Quisenberry, 1982; Srivastava, 1987).

جدول ۱. آمار توصیفی، برآورد ضریب‌های تنوع رخ‌نمونی و ژنتیکی و قابلیت توارث عمومی برای صفات مختلف اسپرس به تفکیک محیط نبود تنش و بود تنش خشکی

صفت	میانگین		کمینه (شمارهٔ توده)		بیشینه (شمارهٔ توده)		ضریب تنوع رخ‌نمونی (٪)		ضریب تنوع ژنتیکی (٪)		وراثت‌پذیری عمومی (٪)
	نبودتنش	تنش	نبود تنش	تنش	نبود تنش	تنش	نبودتنش	تنش	نبود تنش	تنش	
عملکرد علوفهٔ خشک (گرم در مترمربع)	۳۲۴/۶	۲۷۴/۸	۱۷۶/۹(۷)	۱۶۶/۸(۷)	۴۵۳/۸(۱۷)	۳۷۶/۱(۱۴)	۶۷/۱	۶۲/۶	۲۵/۵	۲۴/۱	۶۱
درصد مادهٔ خشک	۳۳/۳	۳۵/۹	۲۹/۵(۵)	۳۲/۸(۵)	۳۶/۵(۱۷)	۳۹/۲(۲)	۱۶/۲	۱۴/۲	۴/۶	۴/۱	۴۴
درصد برگ	۵۴/۸	۶۰	۴۹/۸(۲۰)	۵۴/۷(۱۴)	۶۰/۷(۷)	۶۶(۱)	۱۸/۵	۱۷/۵	۶/۹	۶/۵	۶۴
درصد ساقه	۴۵/۲	۴۰	۳۹/۳(۷)	۳۴(۱)	۵۰/۲(۲۰)	۴۵/۳(۱۴)	۲۱/۷	۱۹/۸	۸/۸	۷/۱	۶۴
نسبت برگ به ساقه	۱/۲۴	۱/۶۳	۱/۰۱(۲۰)	۱/۲۷(۱۴)	۱/۵۶(۷)	۲/۰۷(۱)	۳۶/۶	۳۱/۸	۱۶/۳	۱۳/۱	۶۷
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۶۷/۳	۵۷/۳	۵۷/۳(۱۸)	۴۷/۹(۱۸)	۷۶/۱(۱۵)	۶۳/۷(۱۵)	۲۶	۲۱/۱	۸/۹	۶/۴	۸۵
طول خوشه (سانتی‌متر)	۱۰/۲	۸/۷	۸/۳(۱۸)	۷/۲(۱۸)	۱۲/۱(۱۰)	۱۰/۴(۱۰)	۲۸/۷	۲۳/۱	۱۰/۱	۸/۱	۸۲
شمار گره در ساقهٔ اصلی	۵/۸	۵	۴/۶(۱۸)	۳/۹(۱۸)	۶/۶(۱۵)	۵/۸(۱۵)	۲۳/۹	۲۲	۹/۵	۸/۸	۷۶
شمار ساقه در واحد سطح	۸۶/۶	۷۴/۷	۶۶/۷(۱۸)	۵۶/۹(۱۸)	۱۰۹/۳(۱۲)	۹۴/۶(۱۲)	۵۶/۴	۵۶/۹	۲۲/۳	۱۹/۱	۷۷
شمار ساقه در بوته	۱۸/۶	۱۶/۲	۱۴/۶(۱۸)	۱۳/۱(۱۸)	۲۲/۸(۱۵)	۱۹/۳(۱۴)	۳۲	۲۷/۲	۱۳/۱	۱۱/۳	۶۶
شمار شاخهٔ فرعی	۳/۵	۳	۳(۲۱)	۲/۵(۱۸)	۴(۹)	۳/۳(۹)	۲۱	۱۶/۳	۸/۵	۶/۳	۵۷
شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	۲۸/۷	۲۲/۷	۲۶/۳(۱۴)	۲۱(۱۶)	۳۱(۲)	۲۵/۳(۵)	۱۱/۱	۱۰/۶۴	۴/۴	۴/۱	۴۷
امتیاز رشد پاییزه*	۵	۴/۱	۲/۳(۴)	۲(۱۸)	۸(۱۰)	۶/۳(۱۷)	۵۱/۲	۵۲/۳	۲۹/۴	۲۸/۱	۳۴

* برای صفت امتیاز رشد پاییزه عدد ۱ به‌عنوان بدترین و عدد ۹ به‌عنوان بهترین در نظر گرفته شده است.

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که بین ارقام، محیط‌های رطوبتی و تأثیر متقابل آنها برای همهٔ صفات مورد بررسی اختلاف بسیار معنی‌داری وجود داشت (جدول‌های ۲ و ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها برای عملکرد علوفهٔ خشک، درصد مادهٔ خشک و نسبت برگ به ساقه در جدول ۴ نشان داده شده است. عملکرد علوفهٔ خشک کاهش ۱۴/۹۸ درصدی را در شرایط بود تنش نسبت به نبود تنش رطوبتی نشان داد (جدول ۴).

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام اسپرس در شرایط بود و نبود تنش خشکی

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد علوفهٔ خشک	درصد مادهٔ خشک	درصد برگ	درصد ساقه	نسبت برگ به ساقه	طول خوشه
محیط	۱	۳۱۲۷۱۰**	۸۹۵/۰۲**	۳۴۳۱**	۲۵۴۶**	۱۸/۹۵**	۲۶۶/۱۱**
خطای a	۴	۱۹۶۶	۰/۸۸	۳/۴۴	۷/۲۱	۰/۰۱	۰/۱۴
رقم	۲۰	۱۳۷۳۳۶**	۵۳/۹۰**	۲۶۸/۷۰**	۳۲۴/۳۰**	۱/۰۷**	۱۸/۷۵**
رقم × محیط	۲۰	۴۲۸۱**	۷/۷۸**	۷/۶۹**	۶/۷۰**	۰/۱۱**	۱/۵۲**
خطای b	۸۰	۱۳۷۰	۰/۸۷	۲/۰۱	۳/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۵۱
چین	۳	۴۹۳۲۹۹۷**	۹۱/۸۴**	۴۹۶۷**	۳۵۶۸**	۱۹/۰۴**	۲۰۸/۳۴**
چین × محیط	۳	۳۰۲۹۲**	۲۸۲/۲۹**	۷۵۵/۰۶**	۶۸۸/۰۴**	۵/۹۴**	۳۵/۱۴**
چین × رقم	۶۰	۳۸۹۹۶**	۶۶/۰۵**	۵۰/۱۶**	۵۶/۲۶**	۰/۱۹**	۲/۶۶**
چین × رقم × محیط	۶۰	۲۹۲۶**	۸/۸۵**	۲/۶۹**	۴/۷**	۰/۰۴**	۰/۲۵^{ns}
خطای باقی‌مانده	۲۵۲	۱۴۱۶	۱/۱۲	۱/۸۵	۱/۷۵	۰/۰۰۷	۰/۶۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۷/۶۹	۶/۸۵	۲/۵۲	۳/۳۹	۶/۲۲	۸/۳

ns، * و ** به‌ترتیب نبود معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح احتمالات ۵ و ۱ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تجزیهٔ واریانس برای صفات ریخت‌شناختی در ارقام اسپرس در شرایط بود و نبود تنش خشکی

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	ارتفاع بوته	شمار گره در ساقهٔ اصلی	شمار ساقه در واحد سطح	شمار ساقه در بوته	شمار انشعاب‌های فرعی
محیط	۱	۲۲۶۸**	۱۲۵۰۴/۹۰**	۸۱/۰۷**	۱۸۰۵۲/۷۹**	۷۲۷/۴۰**	۳۸/۸۷**
خطای a	۴	۰/۸۳	۸۰/۰۴	۰/۶۹	۲۸۷/۲۴	۱/۰۲	۰/۰۵
رقم	۲۰	۱۳/۶۲**	۶۰۸/۵۳**	۶/۱۹**	۴۱۹۳/۱۳**	۱۱۱/۱۸**	۱/۷۹**
رقم × محیط	۲۰	۲/۳۱**	۳۰/۹۷^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۴۹/۲۹^{ns}	۲/۹۱^{ns}	۰/۰۸^{ns}
خطای b	۸۰	۰/۶۵	۶۷/۰۹	۰/۲۳	۶۶/۰۱	۲/۱۷	۰/۱۳
چین	۳	۱۸۲۴/۱۴**	۷۷۵۳/۲۹**	۲۷/۵۳**	۸۲۳۵/۹۰**	۴۷۸/۶۳**	۱۷/۳۳**
چین × محیط	۳	۱۱۲**	۱۹۸۱/۳۷**	۱۰/۶۳**	۲۲۴۲/۵۷**	۹۲/۵۵**	۶/۴۲**
چین × رقم	۶۰	۶/۳۵**	۷۳/۴۹**	۰/۸۸**	۵۰۷/۶۸**	۱۳/۰۶**	۰/۵۵**
چین × رقم × محیط	۶۰	۱/۴۴^{ns}	۱۱/۹۶^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۱۹/۲۷^{ns}	۱/۲۷^{ns}	۰/۰۴^{ns}
خطای باقی‌مانده	۲۵۲	۰/۸۹	۵۱/۶۹	۰/۲۱	۵۳/۸۹	۱/۷۲	۰/۱۲
ضریب تغییرات (٪)		۳/۶۸	۱۱/۵۴	۸/۴۶	۹/۱	۷/۵۷	۱۰/۷

ns، * و ** به‌ترتیب نبود معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح احتمالات ۵ و ۱ درصد.

کاهش عملکرد علوفه در تنش‌های کم‌آبی به کاهش شمار ساقه در گیاه، ارتفاع ساقه و هم‌چنین کاهش میزان نورساخت، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تثبیت نیتروژن مربوط می‌شود (Esfandiary *et al.*, 2008; Delago *et al.*, 2008). در شرایط نبود تنش ارقام فریدون‌شهر۲، خوانسار۲ و کبوترآباد به‌ترتیب با ۴۴۱/۸۸، ۴۵۳/۷۸ و ۴۴۵/۸۶ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد علوفهٔ خشک و ارقام سمیرم و خوانسار به‌ترتیب با ۱۷۶/۹۵ و ۱۹۳/۱۵ گرم در مترمربع کمترین عملکرد را داشتند. در شرایط تنش ارقام کبوترآباد، فریدون‌شهر۲ و جنت‌آباد به‌ترتیب با ۳۶۷/۸۳، ۳۶۶/۰۴ و ۳۷۶/۱۵ گرم در مترمربع بیشترین تولید را دارا بودند. با توجه به اینکه رقم فریدون‌شهر۲ در هر دو محیط بود و نبود تنش دارای عملکرد بالایی بود و درصد کاهش عملکرد آن نیز متوسط است، می‌توان این رقم را پس از بررسی‌های بیشتر برای کشت در محیط‌های خشک معرفی کرد.

صفت نسبت برگ به ساقه در شرایط بود تنش نسبت به نبود تنش رطوبتی به طور میانگین ۳۰/۹ درصد افزایش را نشان داد. در شرایط نبود تنش ارقام سمیرم و اراک بیشترین میزان نسبت برگ به ساقه را به خود اختصاص دادند و رقم سیرجان کمترین میزان نسبت برگ به ساقه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در شرایط تنش رطوبتی ارقام اراک و سمیرم دارای بیشترین میزان نسبت برگ به ساقه بودند، و رقم جنت‌آباد دارای کمترین میزان نسبت برگ به ساقه بود. نسبت برگ به ساقه از معیارهای کیفیت علوفه در گیاهان علوفه‌ای است (Sleper & Polman, 2006). Petil *et al.* (1992) نیز گزارش کردند که نسبت برگ به ساقه در اثر تنش رطوبتی افزایش می‌یابد که علت این افزایش می‌تواند ناشی از کاهش میزان رشد ساقه (و نه افزایش میزان برگ) باشد. افزایش نسبت برگ به ساقه در یونجه در اثر شرایط آبیاری توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Bagheri, 1999; Buxton, 2004). تاریخ گل‌دهی نیز در شرایط تنش کاهش یافت به‌طوری‌که ارقام در شرایط تنش خشکی به‌طور میانگین شش روز زودتر به گل رفتند (جدول ۵). در شرایط نبود تنش رقم نجف-آباد با سی‌ویک روز دیرس‌ترین رقم مورد بررسی بود. در این شرایط ارقام جنت‌آباد و اصفهان به‌ترتیب با ۲۶/۳۳ و ۲۶/۶۷ روز کمترین شمار روز تا گل‌دهی را داشتند. در شرایط تنش رقم بروجن و اصفهان به‌ترتیب با ۲۵/۳۳ و ۲۱ روز کمترین شمار روز تا گل‌دهی را داشتند (جدول ۵). صفات ارتفاع بوته و شمار ساقه به‌عنوان اجزای اصلی عملکرد علوفه، نیز در شرایط تنش به‌ترتیب ۱۴ و ۱۲ درصد کاهش نسبت به شرایط نبود تنش کاهش نشان دادند. در بین ارقام مورد بررسی رقم سوییسی perly کمترین ارتفاع و شمار ساقه را به خود اختصاص داد (جدول ۵). این رقم عملکرد کمی نیز در بین ارقام بررسی‌شده داشت. با توجه به بومی نبودن این رقم و ناسازگاری به شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

آب و هوایی ایران این نتیجه قابل توجیه است. از سویی این مسئله توان بالقوهٔ بالای ارقام بومی کشور را برای بهبود و ایجاد ارقام اصلاحی دارای عملکرد بالا نشان می‌دهد. Nasirzadeh *et al.* (2005) با بررسی تنش کم‌آبی بر رشد رویشی شش گونه اسپرس بیان داشتند که تنش خشکی بر صفات طول ریشه و ساقه، نسبت طول ریشه به ساقه و وزن خشک ریشه و اندام هوایی گونه‌ها تأثیر منفی معنی‌داری داشت. کاهش رشد ساقه در اثر تنش خشکی که خود باعث کاهش قطر ساقه و طول میان‌گره می‌شود توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Boner, 1997; Martens, 2007; Saeed & El-Nadi, 1997).

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین ارقام در محیط‌های رطوبتی و تأثیر متقابل آنها برای صفات عملکرد علوفه، درصد مادهٔ خشک و نسبت برگ به ساقهٔ اسپرس

ژن‌نمون (توده)	عملکرد علوفهٔ خشک (g/m^2)		درصد	درصد مادهٔ خشک		درصد	نسبت برگ به ساقه		درصد
	نبود تنش	تنش	کاهش	نبود تنش	تنش	کاهش	نبود تنش	تنش	کاهش
اراک	۲۴۵/۱۸^{i}	۱۸۱/۴۱^{i}	۲۶/۰۱	۳۲/۴$^{e-h}$	۳۵/۷۹$^{d-g}$	-۱۰/۴۴	۱/۵۲^{a}	۲/۰۷^{a}	-۳۶/۴۷
نجف‌آباد	۲۶۰/۹۷^{hi}	۲۴۵/۶۱^{gh}	۵/۸۸	۳۵/۵۸^{b}	۳۹/۲۵^{a}	-۱۰/۳۲	۱/۴۴^{b}	۱/۷۳^{cd}	-۲۰/۸۱
خمین	۳۵۴/۲$^{c-e}$	۲۸۵/۰۸^{e}	۱۹/۵۱	۳۵/۰۳^{bc}	۳۵/۴۶^{g}	-۱/۲۲	۱/۱۹$^{e-g}$	۱/۶۳^{e}	-۳۷/۱۸
خوانسار	۱۹۳/۱۵^{j}	۱۶۹/۰۸^{i}	۱۲/۴۶	۳۱/۹۴^{h}	۳۴/۱۲^{i}	-۶/۸۴	۱/۴۳^{bc}	۲/۰۱^{a}	-۴۰/۸۲
بروجن	۲۰۶/۴۸^{j}	۱۸۱/۳۸^{i}	۱۲/۱۵	۲۹/۵۱^{i}	۳۲/۷۸^{j}	-۱۱/۰۷	۱/۳۸^{c}	۱/۸۶^{b}	-۳۴/۹۹
گلپایگان	۳۰۶/۷۲^{fg}	۲۷۲/۴۵^{ef}	۱۱/۱۷	۳۳/۰۴^{de}	۳۶/۲۷$^{c-f}$	-۹/۷۸	۱/۱۵$^{f-i}$	۱/۵۳^{fg}	-۳۲/۶۷
سمیرم	۱۷۶/۹۵^{j}	۱۶۶/۷۹^{i}	۵/۷۴	۳۲/۲۵$^{f-h}$	۳۶/۳۶^{ce}	-۱۲/۷۳	۱/۵۶^{a}	۲/۰۷^{a}	-۳۲/۴۹
سنندج	۲۵۵/۲۲^{i}	۲۳۴/۴۶^{h}	۸/۳۳	۳۳$^{d-f}$	۳۷/۷^{b}	-۱۴/۲۵	۱/۳۹^{bc}	۱/۸۲^{bc}	-۳۱/۰۲
جویفورت	۲۹۱/۶۱^{gh}	۲۴۸/۹۶$^{f-h}$	۱۴/۸	۳۳/۳۳^{d}	۳۵/۲۹^{g}	-۵/۸۹	۱/۳۹^{c}	۲/۰۱^{a}	-۴۶
کبوترآباد	۴۴۵/۸۶^{a}	۳۶۷/۸۳^{ab}	۱۷/۷۲	۳۲/۷۲$^{d-g}$	۳۴/۰۱^{i}	-۳/۹۶	۱/۰۳^{lm}	۱/۳^{ij}	-۲۵/۵۶
بوئین‌میاندشت ۱	۳۷۲/۵۵^{bc}	۳۴۰/۴۱^{bc}	۸/۶۳	۳۲/۸۴$^{d-f}$	۳۵/۵۸$^{e-g}$	-۸/۳۱	۱/۲۱^{ef}	۱/۴۸^{fg}	-۲۲/۷۳
فریدون‌شهر ۲	۴۴۱/۸۸^{a}	۳۶۶/۰۴^{ab}	۱۷/۱۶	۳۳/۴^{d}	۳۴/۰۴^{i}	-۱/۹۲	۱/۱۳$^{h-j}$	۱/۳۶^{i}	-۲۰/۸۳
خرم‌آباد	۳۶۸/۹۳$^{b-d}$	۳۱۳/۸۲^{d}	۱۵/۲۱	۳۲/۴۱$^{e-h}$	۳۶/۴۶^{cd}	-۱۲/۵۱	۱/۱۴$^{g-i}$	۱/۴۵^{gh}	-۲۶/۹۱
جنت‌آباد	۳۹۴/۴۷^{b}	۳۷۶/۱۵^{a}	۴/۶۴	۳۳/۰۲^{de}	۳۶/۹۳^{bc}	-۱۱/۸۴	۱/۰۸$^{j-l}$	۱/۲۷^{j}	-۱۷/۵۸
دامنه	۳۹۰/۰۵^{b}	۳۴۹/۲۳^{bc}	۱۱/۳۷	۳۳/۴۲^{d}	۳۵/۵۲^{fg}	-۶/۲۷	۱/۱$^{i-k}$	۱/۵۴^{f}	-۳۹/۷۲
اصفهان	۳۹۳/۱^{b}	۳۳۰/۱۶^{cd}	۱۶/۰۱	۳۵/۳۴^{bc}	۳۷/۶۸^{b}	-۶/۶۲	۱/۰۶$^{k-m}$	۱/۳۱^{ij}	-۲۳/۴
خوانسار ۲	۴۵۳/۷۸^{a}	۳۳۷/۰۲^{cd}	۲۵/۷۳	۳۶/۵۵^{a}	۳۹/۰۸^{a}	-۶/۹۴	۱/۱۷$^{f-h}$	۱/۶۴^{e}	-۴۰/۷۶
رقم perly	۲۵۷/۰۸^{i}	۱۸۷/۹۶^{i}	۲۷/۲۸	۳۳/۲^{d}	۳۵/۰۵^{gh}	-۵/۵۹	۱/۳۱^{d}	۱/۷۳^{d}	-۳۲/۲۸
بافت	۳۴۴/۱۱$^{c-e}$	۲۷۵/۲۶^{ef}	۲۰/۰۱	۳۲/۷۷$^{d-f}$	۳۴/۴۵^{hi}	-۵/۱۱	۱/۲۳^{e}	۱/۶۷^{de}	-۳۵/۲۹
سیرجان	۳۳۷/۲۴$^{d-f}$	۲۷۲/۹۸$^{e-g}$	۱۹/۳۵	۳۲^{gh}	۳۵/۱۷^{gh}	-۹/۸۸	۱/۰۱^{m}	۱/۳۷^{i}	-۳۵/۹۸
کرمان	۳۲۳/۹۶$^{e-g}$	۲۷۴/۲۲^{ef}	۱۵/۳۵	۳۴/۷۴^{c}	۳۷/۴۸^{b}	-۷/۸۹	۱/۱۹$^{e-g}$	۱/۳۷^{hi}	-۱۵/۴۱
میانگین	۳۲۴/۶۴^{A}	۲۷۴/۸۲^{B}	۱۴/۹۸	۳۳/۲۶^{B}	۳۵/۹۳^{A}	-۸/۰۷	۱/۲۴^{B}	۱/۶۳^{A}	-۳۰/۹
LSD (٪۵)	۳۸/۹۲	۳۳/۷۵		۰/۸۸	۰/۹۶		۰/۰۵	۰/۰۸	
LSD (٪۵) اثرگذاری‌های متقابل		۳۴/۴۱			۰/۹۱			۰/۰۶	

در هر ستون میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵درصد هستند.

شکل ۱ مقایسهٔ میانگین تأثیر متقابل چین و محیط رطوبتی برای صفات عملکرد علوفهٔ خشک، درصد مادهٔ خشک و نسبت برگ به ساقه را نشان می‌دهد. به‌طور کلی تحت هر دو محیط رطوبتی عملکرد علوفهٔ تر در چین اول بیشترین میزان را داشت و در چین‌های بعدی کاهش یافت (شکل ۱-الف). این درحالی بود که برای درصد مادهٔ خشک روند معکوسی دیده شد به‌طوری که درصد مادهٔ خشک در شرایط تنش نسبت به نبود تنش از چین اول به چهارم افزایش نشان داد (شکل ۱-ب). نسبت برگ به ساقه از چین اول به چهارم افزایش نشان داد و در هر

www.SID.ir

Archive of SID

چین نیز در شرایط تنش نسبت به نبود تنش بیشتر بود (شکل ۱-ج). این امر می‌تواند ناشی از آن باشد که از چین اول به چین چهارم به‌دلیل گرم‌تر شدن دمای هوا، اعمال تنش رطوبتی تأثیر بیشتری بر گیاه داشته و گیاه را وادار نموده که سریع‌تر رشد زایشی خود را پایان دهد. بیشترین افزایش نسبت برگ به ساقه در شرایط تنش مربوط به چین چهارم (۶۹/۰۵ درصد) و کمترین آن در چین اول (۲/۱۴ درصد) رخ داد.

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین ارقام در محیط‌های رطوبتی و تأثیر متقابل آنها برای صفات شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، ارتفاع بوته و شمار ساقه در بوته

ژن‌نمون (توده)	شمار روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی		درصد	ارتفاع بوته (cm)		درصد	شمار ساقه در بوته		درصد
	نبود تنش	تنش	کاهش	نبود تنش	تنش	کاهش	نبود تنش	تنش	کاهش
اراک	۲۹/۳۳^{cd}	۲۲/۱۷$^{e-g}$	۲۴/۴۳	۷۰/۳۲$^{b-g}$	۵۷/۲۵$^{a-c}$	۱۸/۵۹	۱۸/۱۷$^{f-h}$	۱۵/۴۳$^{g-i}$	۱۵/۱۱
نجف‌آباد	۳۱^{a}	۲۳/۳۳^{bc}	۲۴/۷۳	۶۵/۹^{fg}	۵۶/۶۱$^{a-c}$	۱۴/۰۹	۱۵/۴$^{k-m}$	۱۳/۵^{jk}	۱۲/۳۱
خمین	۲۹/۱۷^{cd}	۲۳/۳۳^{bc}	۲۰/۰۲	۵۸/۹۳^{h}	۵۱/۷۲$^{b-d}$	۱۲/۲۳	۱۸/۲$^{f-h}$	۱۶/۲۵$^{e-g}$	۱۰/۷۴
خوانسار	۳۰^{bc}	۲۳$^{b-e}$	۲۳/۳۳	۵۹/۲۱^{h}	۴۹/۳۳^{cd}	۱۶/۶۸	۱۷/۷۶$^{g-i}$	۱۵^{hi}	۱۵/۵۲
فرادنبه (بروجن)	۳۰/۶۷^{ab}	۲۵/۳۳^{a}	۱۷/۳۹	۶۵/۵۶^{g}	۵۷/۰۹$^{a-c}$	۱۲/۹۱	۱۶/۰۸$^{j-l}$	۱۴/۴۱^{ij}	۱۰/۲۷
گلپایگان	۲۹/۱۷^{cd}	۲۳/۱۷$^{b-d}$	۲۰/۵۷	۵۸/۴۱^{h}	۴۹/۵۳^{cd}	۱۵/۲۱	۱۴/۸۳^{lm}	۱۳/۱۵^{k}	۱۱/۲۸
آقاداش (سمیرم)	۲۸/۸۳$^{d-f}$	۲۳/۱۷$^{b-d}$	۱۹/۶۵	۵۹/۰۱^{h}	۵۱/۹۵$^{b-d}$	۱۱/۹۷	۱۶/۲۷^{jk}	۱۴/۵^{ij}	۱۰/۸۸
سنندج	۲۷/۱۷$^{g-i}$	۲۲^{fg}	۱۹/۰۲	۷۳/۵۲^{ab}	۵۹/۰۸^{ab}	۱۹/۶۴	۱۸/۷۴$^{e-g}$	۱۶/۰۵$^{f-h}$	۱۴/۳۲
جویفورت	۲۸/۵$^{d-g}$	۲۳/۳۳^{bc}	۱۸/۱۳	۶۹/۴۳$^{b-g}$	۵۹/۲۱^{ab}	۱۴/۷۱	۱۶/۸۵^{ij}	۱۵/۴۶$^{g-i}$	۸/۲۱
کبوترآباد	۲۹^{de}	۲۳/۸۳^{b}	۱۷/۸۲	۶۸/۳۳$^{c-g}$	۶۱/۴۴^{a}	۱۰/۰۸	۲۰/۰۱$^{c-e}$	۱۸/۲۶$^{a-c}$	۸/۷۴
بوئین‌میاندشت ۱	۲۷/۶۷$^{g-i}$	۲۱/۸۳^{gh}	۲۱/۰۸	۷۱/۶۲$^{a-d}$	۶۲/۰۶^{a}	۱۳/۳۵	۲۰/۹۷^{bc}	۱۷/۴$^{c-e}$	۱۷/۰۲
فریدون‌شهر ۲	۲۸/۱۷$^{e-g}$	۲۲/۸۳$^{c-f}$	۱۸/۹۳	۷۲/۳۲$^{a-c}$	۶۳/۱۸^{a}	۱۲/۶۳	۲۱/۴۴^{b}	۱۸/۶۳^{ab}	۱۳/۱۱
خرم‌آباد	۳۰/۸۳^{ab}	۲۳/۵^{bc}	۲۳/۷۸	۷۱/۱۲$^{a-e}$	۶۰/۷۵^{a}	۱۴/۵۸	۱۹/۱۳$^{d-f}$	۱۶/۱۹^{fg}	۱۵/۳۲
جنت‌آباد	۲۶/۳۳^{j}	۲۱/۵^{gh}	۱۸/۳۵	۶۷/۱۸$^{d-g}$	۵۸/۵^{ab}	۱۲/۹۳	۲۱/۸۴^{ab}	۱۹/۲۷^{a}	۱۱/۷۷
دامنه (فریدن)	۲۹^{de}	۲۲/۳۳$^{d-g}$	۲۲/۹۹	۷۶/۰۹^{a}	۶۳/۶۸^{a}	۱۶/۳	۲۲/۸۲^{a}	۱۹/۲۳^{a}	۱۵/۷۳
اصفهان	۲۶/۶۷^{j}	۲۱^{h}	۲۱/۲۵	۶۶/۳۴$^{e-g}$	۵۸/۲^{ab}	۱۲/۲۷	۲۰/۰۹^{cd}	۱۷/۱۹$^{c-f}$	۱۴/۴۶
خوانسار ۲	۲۸/۱۷$^{e-g}$	۲۲/۳۳$^{d-g}$	۲۰/۷۱	۶۹/۵۶$^{b-g}$	۵۶/۹۵$^{a-c}$	۱۸/۱۳	۲۲/۱۷^{ab}	۱۷/۹۷$^{b-d}$	۱۸/۹۷
رقم perly	۲۸/۵$^{d-g}$	۲۲/۸۳$^{c-f}$	۱۹/۸۸	۵۷/۳۳^{h}	۴۷/۹۳^{d}	۱۶/۴	۱۴/۶۳^{m}	۱۳/۱۱^{k}	۱۰/۴۴
بافت	۲۹^{de}	۲۱/۵^{gh}	۲۵/۸۶	۷۳/۳۶$^{a-c}$	۵۸/۴۹^{ab}	۲۰/۲۶	۱۹/۹۹$^{c-e}$	۱۷/۰۳$^{d-f}$	۱۴/۸
سیرجان	۲۷^{ij}	۲۲^{fg}	۱۸/۵۲	۶۸/۹۲$^{b-g}$	۵۹/۵۵^{ab}	۱۳/۶	۱۷/۱۱$^{h-j}$	۱۵/۷۲^{gh}	۸/۱۳
کرمان	۲۸$^{f-h}$	۲۱/۸۳^{gh}	۲۲/۰۲	۷۰/۷۴$^{b-f}$	۶۱/۴۷^{a}	۱۳/۱	۱۷/۲۴$^{h-j}$	۱۵/۵۳$^{g-i}$	۹/۹۴
میانگین	۲۸/۶۷^{A}	۲۲/۶۷^{B}	۲۰/۸۸	۶۷/۲۹^{A}	۵۷/۳۳^{B}	۱۴/۷۵	۱۸/۵۶^{A}	۱۶/۱۶^{B}	۱۲/۷۲
LSD (٪۵)	۰/۸۹	۰/۹۹		۵/۱۲	۸/۰۷		۱/۲۸	۱/۱۵	
LSD (٪۵) اثرگذاری‌های متقابل			۰/۶۸		۴/۷۶			۰/۸۴	

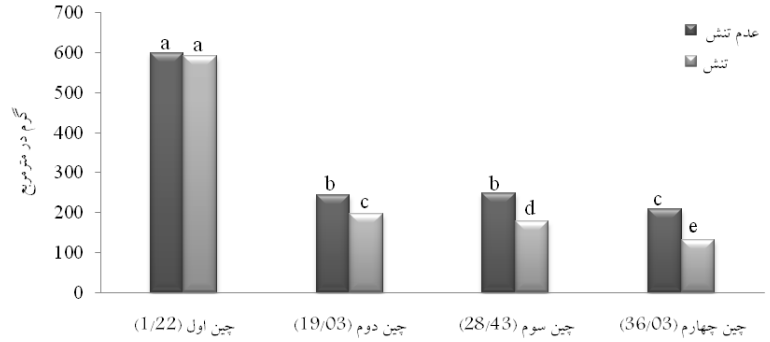
در هر ستون میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک بدون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵درصد هستند.

گروه‌بندی ارقام در شرایط نبود تنش، آنها را در دو گروه اصلی جداگانه قرار داد (شکل ۲). به‌طوری که در گروه اول ده رقم و درگروه دوم یازده رقم جای گرفتند. ارقام هر گروه نیز در دو زیرگروه جداگانه قرار گرفتند. ارقام گروه اول از نظر عملکرد و اجزای عملکرد بر گروه دوم برتری داشتند به‌طوری که در زیر گروه اول این گروه، ارقام خوانسار۲ و فریدون‌شهر۲ قرار گرفتند که در محیط نبود تنش بیشینهٔ عملکرد را دارا بودند. ارقام گروه دوم عملکرد علوفهٔ خشک و درصد ساقهٔ پایین و نسبت برگ به ساقهٔ بالاتری داشتند و می‌توانند برای تولید ارقام با کیفیت بالاتر استفاده شوند. در شرایط تنش خشکی ارقام اسپرس در سه گروه قرار گرفتند (شکل۳). در گروه اول ارقام ۱۲، ۱۴ و ۱۵ جای گرفتند. ارقام این گروه دارای عملکرد علوفهٔ بالایی بودند ولی از

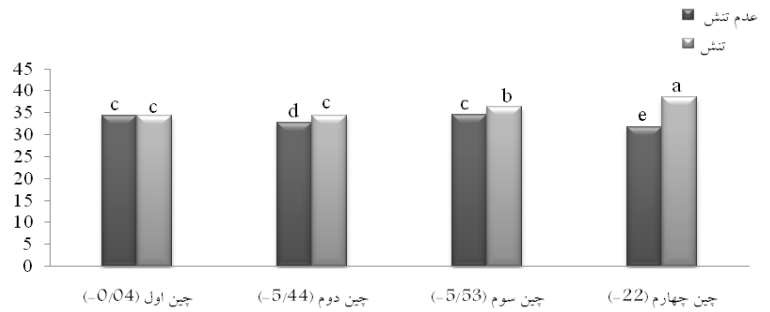
www.SID.ir

Archive of SID

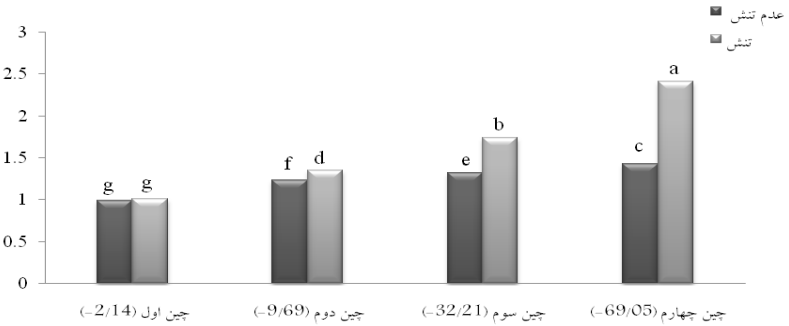
لحاظ نسبت برگ به ساقه (از معیارهای کیفیت علوفه) مقادیر کمتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). این ارقام که همگی از استان اصفهان نیز بودند گروه مقاوم را تشکیل دادند. گروه دوم با یازده رقم بزرگترین گروه در بین گروه‌های به‌دست‌آمده بود که گروه نیمه مقاوم را به‌وجود آوردند. گروه سوم شامل رقم‌هایی بودند که کمترین تولید در شرایط تنش خشکی داشتند و براساس این معیار می‌توان آنها را به‌عنوان ارقام حساس در نظر گرفت. Delgado *et al.* (2008) با بررسی سی‌وهشت تودهٔ اسپرس معرفی‌شده و شش رقم خارجی در سه منطقه در اسپانیا، دو منطقه با آبیاری و یک منطقه بدون آبیاری اعلام داشتند که تجزیهٔ خوشه‌ای (کلاستر) توانست ارقام مقاوم و حساس را از یکدیگر شناسایی کند. در این بررسی اگرچه همخوانی کامل بین چگونگی گروه‌بندی با منشأ ارقام مورد بررسی دیده نشد، ولی در بسیاری از موارد این همخوانی دیده شد به‌عنوان مثال ارقامی که از شهرستان‌های استان کرمان گردآوری شده بودند همگی در گروه دوم قرار گرفتند.



الف) عملکرد علوفهٔ خشک (گرم در مترمربع)



ب) درصد ماده خشک

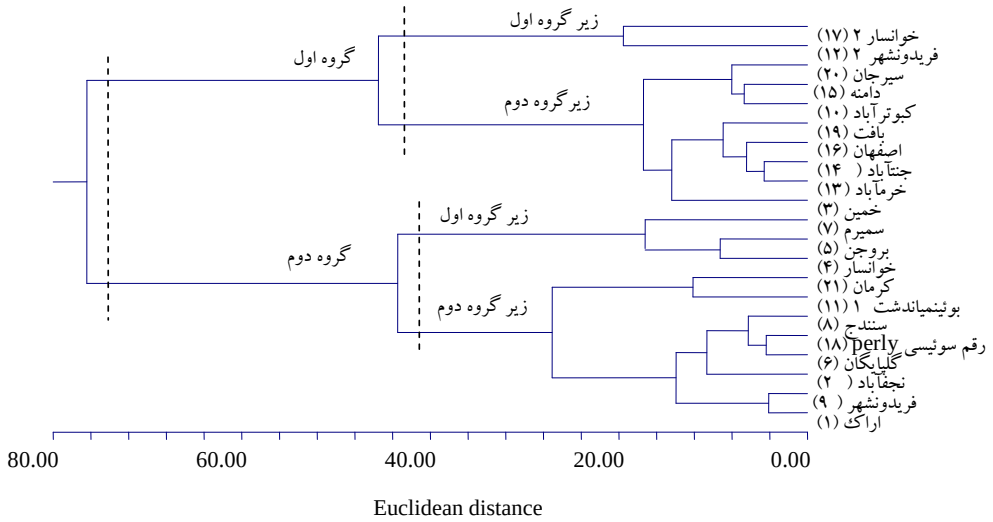


ج) نسبت برگ به ساقه

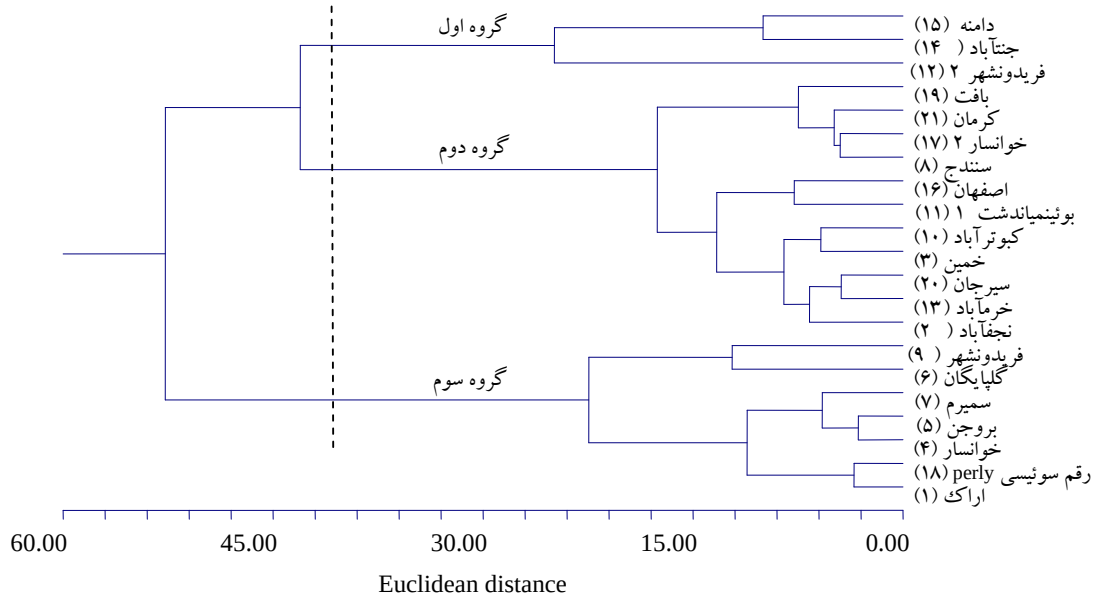
شکل ۱. مقایسهٔ میانگین تأثیر متقابل چین و محیط رطوبتی برای صفات عملکرد علوفهٔ خشک، درصد مادهٔ خشک و نسبت برگ به ساقه (اعداد درون پرانتز برای هر چین درصد کاهش صفت از بود تنش نسبت به نبود تنش است) میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک بدون اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح ۵درصد هستند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. نمودار خوشه‌ای براساس صفات ریخت‌شناختی و زراعی در ارقام اسپرس براساس معیار فاصلهٔ اقلیدسی و روش UPGMA در شرایط نبود تنش



شکل ۳. نمودار خوشه‌ای براساس صفات ریخت‌شناختی و زراعی در ارقام اسپرس براساس معیار فاصلهٔ اقلیدسی و روش UPGMA در شرایط تنش خشکی

نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای گویای آن است که بر مبنای همهٔ ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده فاصلهٔ ژنتیکی زیادی بین ارقام مورد بررسی در هر دو شرایط رطوبتی وجود دارد به‌طوری که این اطلاعات می‌تواند ما را در شناسایی دورترین ژن‌نمون‌ها به‌عنوان والدین اولیه برای تلاقی‌ها یاری دهد. در اسپرس نیز همچون بسیاری از گیاهان علوفه‌ای روش ایجاد رقم ترکیبی کاربرد زیادی دارد (Sleper & Polman, 2006) بنابراین شناسایی والدینی که بتوانند پس از آمیزش چندرگه‌ای (پلی‌کراس) دورگ-برتری (هتروزیس) بالایی را در نسل بعد نشان دهند دارای اهمیت ویژه‌ای است. اصولاً در تجزیهٔ خوشه‌ای ژن‌نمون‌هایی که درون یک گروه یا زیرگروه قرار می‌گیرند خویشاوندی ژنتیکی بیشتری به یکدیگر دارند (Majidi & Arzani, 2009).

در مجموع نتایج نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های ریخت‌شناختی اسپرس داشت که این تأثیر از چین اول به چهارم افزایش یافت. با وجود این بین توده‌های مورد

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی از نظر ویژگی‌های مورد بررسی و در نتیجه تحمل به تنش خشکی تنوع ژنتیکی زیادی بود. وجود فاصلهٔ ژنتیکی بالا بین برخی نمونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که این نمونه‌ها می‌توانند پس از انجام بررسی‌های تکمیلی و تعیین قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی برای توسعهٔ رقم‌های ترکیبی استفاده شود.

REFERENCES

1. Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P. & Jabbari, F. (2007). *Introduction to Plant Physiology* (translated), Volume II, Tehran University Press. (in Farsi)
2. Alizadeh, A. (1999). *Relationship between soil and plants.* University Press of Imam Reza (AS). (in Farsi)
3. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements irrigation and drainage.* paper 56, Rome, Italy.
6. Aranjuelo, M. I., Irigoyen, J. J. & Diaz, M. S. (2001). Effect of increased temperature and drought associated to climate change on change on productivity of nodulated alfalfa. *En. XIV Eucarpia Medicago SPP. Group Meeting*. Quality in Lucerne and Medics for animal production. Zaragoza.
7. Bagheri, A. (1999). *Sainfoin, a forage crop*. Agriculture Committee of Jihad Isfahan. (In Farsi)
8. Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer. 258 PP.
9. Blum, A. (1989). *Breeding methods for drought resistance*. PP. 197-216. In: Jones, H. G., Flowers, T. J. and Jones, M. B. (Eds.), Plant under stress. Cambridge Univ Press, UK.
10. Blum, A. (1996). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul*. 20, 135-148.
11. Buxton, D. R. (2004). *Growing quality forages under variable environmental conditions*. USDA, Iowa State University, USA.
12. Bonner, D. M. (1997). *Comparative water relation and drought tolerance among alfalfa cultivars*. M. Sc. thesis, Department of Plant Science University of Manitoba, Winnipep, Manitoba.
13. Delgado, I., Andres, C. & Munoz, F. (2008). Effect of the environmental conditions on different morphological and agronomical characteristics of sainfoin. *Options Mediterraneennes, Series A*. 79, 199-202.
14. Delgado, I., Salvia, J., Buil, I. & Andres, C. (2008). The agronomic variability of a collection of sainfoin accessions. *Spanish. Agric. Res*., 6, 401-407.
15. Esfandiary S., Hasanli, A.M., Safari, H. & Farshadfar, M. (2008). Study on drought resistance of five annual medics in kermanshah province. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, 15(2), 283-294. (in Farsi)
16. Estiali, A., Ehdaie, B., Naqvi H. H., Dierig, D. A., Ray, D. T. & Thampson, A. E. (1992). Correlation and path analysis of Agronomic traits in guayle. *Crop Sci*, 32, 953-957.
17. Farshadfar, M., Fareghi, S.H., Farshadfar, E. & Jafari, A.A. (2008). Study of genetic variation in *Medicago sativa* L. using morphological and biochemical indices. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16, 1-13. (in Farsi)
18. Gerami, B. (1990). *Sainfoin*. Isfahan University of Technology Press, 87p. (in Farsi)
19. Hallauer, A.R., Carena, M.J. & Miranda Filho, J.B. (2010). *Quantitative genetics in maize breeding* (Handbook of Plant Breeding). Springer. 500 P.
20. Heidarisharifabad, H. & Dari, M. (2001). *Forage plants*, the first volume, Research Institute of Forests and Range. (in Farsi)
21. Karimi, H. (1997). *Weather Report of the Central Region of Iran*. University Jihad of Isfahan Publications. (in Farsi)
22. Kochaki, A. & Alizadeh, A. (1995). *Principles of Agriculture in Drylands* (Volume I). Astan Ghods Razavi publications. (In Farsi)
23. Majidi, M.M. & Arzani, A. (2009). Study of relationship between morphological, agronomic and qualitative traits in sainfoin populations (*Onobrychis viciifolia* Scop). *Journal of Plant Production*, 16(2), 159-172. (in Farsi)
24. Mansat, P., Prosperi, J.M., Demarquet, F. & Angevian. M. (1994). Evaluation agronomic of local varieties sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) of south-east of france. *Agron. J*., 14, 285-298.
25. Nasirzadeh, A., Khoramshokoh, M. & Heidari Sharifabad, H. (2005). Study of the physiological effect of water deficit (drought) on vegetative growth of six species of sainfoin (*Onobrychis*). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 12, 365-376. (in Farsi)
26. Nguyen, H. T. & Sleper, D. A. (1983). Theory and application of half-sib matings in forage grass breeding. *Theor. Appl Genet*, 64, 187-196.
27. Peel, M. D., Asay, K. H., Johonson, D. A. & Waldron, B. L. (2004). Forage Production of Sainfoin across an Irrigation Gradient. *Crop Sci*, 44, 614-619.

www.SID.ir

Archive of SID

28. Petil, H. V., Pesat, A. R., Barnett, G. M., Mason, W. N. & Dionne, J. L. (1992). Quality and morphological characteristics of alfalfa as affected by soil moisture, PH and phosphorous fertilization. *Com J Plant Sci*, 72, 147-162.
29. Quisenberry, J. E. (1982). Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. In: Christiansen, M. N and C.P. Lewis. (eds.), *Breeding plants for less favorable environments Willey Inter sciences*. New York, U.S.A. PP. 193-212.
30. Saeed, I. A. M. & El-Nadi, A. H. (1997). Irrigation effects on the growth, yield, and water use efficiency of alfalfa. *Irrig Sci*, 17, 63-68.
31. SAS Institute, Inc. (2001). *SAS User Guide: Statistics*. (8th ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
32. Sleper, D. A. & Poehlman, J. M. (2006). *Breeding Field Crops.* (6th ed.). Van Nostrand Reinhold Company., New York.
33. Srivastava, J. P., Acevedo, E. & Varma, S. (1987). *Drought tolerance in winter cereal*. John Wiley. Chapter, 6, 79-87.
34. Toorchi, M., Ahari Zad, S., Moghadam, M., Etedali, F. & Tabae Vakili, S.H. (2007). Estimation of genetic parameters and combining ability of yield in sainfoin landraces. *J Sci and Techno of Agric and Natu Res*, 50(4), 213-222. (in Farsi)
35. Valliyodan, B. & Nguyen, H. T. (2006). Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants. *Curr Opin Plant Biol*, 9, 1-7.
36. Xia, L. H., Gang, G. Z., Ming, W. S., HE, Z. Z. & Rong, W. Y. (2005). A new procedure for evaluating Lucerne genotypes for semi-arid land in west China. *New Zeal J Agric Res*, 48, 109-116.

www.SID.ir