مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره چهارم، زمستان ۹۱
۱۵۱-۱۷۲
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر تنش کم‌آبی بر خصوصیات مورفولوژیک ریشه در ارقام کنجد

یاور درگاهی[۱]، *علی اصغری[۲]، مجید شکرپور[۳] و علی رسول‌زاده[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، [۲]دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل،
[۳]استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، [۴]استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱٤

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تنش آبی بر خصوصیات مورفولوژیکی ریشه کنجد، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی پارس آباد در استان اردبیل اجرا گردید. در این آزمایش آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و ده رقم کنجد به عنوان عامل فرعی مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه نیاز آبی کنجد از نرم افزار CROPWAT (روش پنمن-مانتیث) مطابق روش فائو-٥٦ استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که بین ارقام و رژیم‌های آبیاری از نظرخصوصیات ریشه اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اثر متقابل آبیاری در رقم نیز در اکثر صفات معنی‌دار شد. همچنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با اعمال تنش خشکی، قطر، حجم، سطح، وزن تر و خشک ریشه در رقم‌های مورد مطالعه کاهش یافت. در این تحقیق اختلاف ارقام از نظر سیستم ریشه، قابل ملاحظه بود که باید در به‌نژادی کنجد برای مقاومت به خشکی، صفات ریشه مورد استفاده قرار گیرد. گروه‌بندی ارقام نشان داد که ارقام کرج ۱ و اولتان با داشتن سیستم ریشه مطلوب متحمل به تنش کم‌آبی بودند. ارقام هندی ١٤ و یلو وایت سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تری داشتند. از نسل‌های حاصل از تلاقی ارقام متحمل و حساس می‌توان به‌منظور تولید جمعیت‌های در حال تفرق برای مطالعات ژنتیکی و مولکولی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش کم‌آبی، سیستم ریشه‌ای، کنجد، نیاز آبی.

*مسئول مکاتبه: ali_asgharii@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از گیاهان زراعی و با ارزش است که صرف نظر از تیپ یا واریته، برای بذر یا استخراج روغن کشت می‌شود. دانه کنجد تنها منبع پروتئینی است که از نظر میزان سولفور از جمله اسیدهای آمینه ضروری، غنی است. روغن کنجد نیز حاوی گلیسریدها، اسیدهای چرب عمده‌ای چون اسیداولئیک و لینولئیک، مقادیر کمی اسیداستریک، پالمیتیک و آراچیدیک می‌باشد. به‌طورکلی، کنجد محصول خاص مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری تلقی می‌شود (ناصری، ۱۹۹۶) و از آنجایی که بخش اعظم اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند، تعیین تحمل نسبی به خشکی در گیاهان زراعی از جمله کنجد از اهمیت زیادی برخوردار است.

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که آثار مخرب و زیان‌آوری روی مراحل مختلف رشدی گیاه، ساختار اندام و فعالیت آنها دارد (باجی و همکاران، ۲۰۰۱، اسلامی و همکاران، ۲۰۱۲). تنش‌خشکی بر کلیه جنبه‌های رشد و نمو گیاه، به‌میزان مساوی اثر نمی‌گذارد. بعضی از فرایندها، نسبت به افزایش تنش‌خشکی خیلی حساس هستند. در حالی‌که، سایر فرایندها کمتر تحت تأثیر تنش‌خشکی قرار می‌گیرند. همچنین، ساقه و ریشه از جهات مختلف با یکدیگر در ارتباط هستند و اگر چنانچه در رشد یکی از آنها تغییری حاصل شود، دیگری نیز تغییر خواهد کرد (علیزاده، ۲۰۰۹). طبق نظر دای (۱۹۹۶) و ماتسوی و سینگ (۲۰۰۳) در بیشتر اوقات رشد ریشه‌ها در توافق با تنش خشکی است و با افزایش خشکی نسبت ریشه به اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. گیاهان مقاوم به خشکی و سازگار به محیط‌های خشک، دارای تنوع بسیار زیاد از نظر سیستم ریشه هستند. نقش خصوصیات ریشه از قبیل تراکم ریشه، قطر ریشه، عمق و پراکندگی ریشه در انتخاب رقم‌های مقاوم به خشکی به اثبات رسیده است (پرایس و همکاران، ۲۰۰۲؛ کوندو و همکاران، ۲۰۰۳؛ ماتسوی و سینگ، ۲۰۰۳). طول ریشه به‌عنوان شاخصی برای توانایی گیاهان جهت جذب آب از لایه‌های عمیق‌تر خاک و نفوذپذیری بهتر ریشه‌ها در خاک محسوب می‌شود (کولکارنی و اسواتی، ۲۰۰۹). عمق ریشه و توانایی جذب مداوم آب، از مهمترین صفات برای شرایط دیم می‌باشد (گرگوری، ۱۹۸۸) و گیاهانی که ریشه عمیق دارند، قادرند آب را از اعماق زیاد جذب کنند (علیزاده، ۲۰۰۹). همچنین، در طول دوره‌های کمبود رطوبت خاک، توانایی جذب آب از خاک توسط ریشه گیاهان، منوط به پراکندگی و عمق توسعه سیستم ریشه‌گیاهان است (داردانلی و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین، آگاهی از طول ریشه و توزیع آن در داخل پروفیل خاک و همچنین آگاهی از اندازه و شکل سیستم ریشه از اهمیت ویژه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

برخوردار است. عوامل زیادی نیز از جمله گونه، ژنوتیپ، زمان‌کاشت، عمق خاک، بافت خاک، ساختمان خاک، توزیع مواد غذایی و عمق رطوبت خاک در میزان عمق توسعه ریشه تأثیر می‌گذارند (صباغ‌پور، ۲۰۰۶). در صورت محدود بودن آب، تولید ریشه‌های عمیق برای گیاهان زراعی یک حسن بوده و سیستم ریشه عمیق و فعال یکی از خصوصیات مهم ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی می‌باشد (لویت، ۱۹۷۲).

بین توانایی جذب آب و سیستم ریشه (تراکم و پراکنش ریشه‌ها در لایه‌های زیرین خاک) یک رابطه نزدیکی وجود دارد (اپنهایمر، ۱۹۶۰). بنابراین، مقاومت به خشکی اغلب به علت توانایی بالای جذب آب توسط ریشه می‌باشد. همچنین، توسعه ریشه گیاهان علاوه بر این که یک خصوصیت ژنتیکی است، به وضعیت محیطی رشد گیاه نیز بستگی دارد (علیزاده، ۲۰۰۹). به‌طوری‌که، لیو و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش مزرعه‌ای در نواحی نیمه‌خشک و در خاک‌های لومی، مشاهده کردند که انجام آبیاری در دوره خشکی در مقایسه با تیمارهای بدون آبیاری، می‌تواند بیوماس ریشه را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. همچنین در شرایط کمبود رطوبت، تنفس ریشه افزایش یافته و قسمت زیادی از مواد جذب شده، به ریشه منتقل شده و مقدار زیادی از انرژی گیاه مصرف می‌شود (لیو و همکاران، ۲۰۰۴). مریل و همکاران (۲۰۰۲) نیز در بررسی خود نشان دادند که سویا و لوبیا بیشترین رشد ریشه را در سال‌های خشک و کم باران و کمترین رشد ریشه را در سال‌های پرباران دارند.

تنوع ژنتیکی برای صفات ریشه در باقلا (ایکاردا، ۱۹۸۵)، نخود (ناگاراجارو و همکاران، ۱۹۸۰؛ براون و همکاران، ۱۹۸۹)، بادام‌زمینی (رایت و همکاران، ۱۹۹۱؛ رائو و رایت، ۱۹۹۴)، نخودفرنگی (بارادواژ و همکاران، ۱۹۷۱)، لوبیا چشم‌بلبلی (بابالولا، ۱۹۸۰)، کلزا (نعمتی و همکاران، ۲۰۱۲) و عدس (ایکاردا، ۱۹۸۵) گزارش شده است. همچنین، در بسیاری از گونه‌های گیاهی، تنوع ژنتیکی در عمق ریشه و توزیع طولی ریشه با تغییر در میزان رطوبت قابل دسترس خاک گزارش شده است (کارتر و همکاران، ۱۹۸۲). کاروناتیلاکا (۲۰۰۲) سیستم ریشه ارقام کنجد را بررسی و گزارش کرد که عمق ریشه ارقام چند شاخه نسبت به ارقام تک شاخه بیشتر است. بوهم و همکاران (۱۹۷۷) نیز روش‌های ارزیابی سیستم ریشه‌ای ارقام مختلف سویا را مورد بررسی قرار دادند. مالیک و همکاران (۱۹۷۹) گزارش نمودند که بین ارقام پنبه از نظر صفات مربوط به ریشه تنوع وجود دارد. تورچی و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی رابطه خصوصیات مورفولوژیکی ریشه با مقاومت به کمبود آب در تعدادی از ژنوتیپ‌های کلزا دریافتند که صفت طول ریشه و نسبت وزن و طول ریشه به تاج،

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی بالایی با شرایط تنش کمبود آب نشان می‌دهند. خزاعی و کافی (۲۰۰۳) در بررسی ارقام مقاوم و حساس گندم، نتیجه گرفتند که در شرایط تنش خشکی، ارقام مقاوم به خشکی از سطح برگ کمتر، تعداد برگ بیشتر، طول و وزن خشک ریشه بیشتر و از نسبت ریشه به بخش هوایی بالاتری در مقایسه با ارقام حساس برخوردار هستند. توپیتسین و همکاران (۱۹۸۶) به این نتیجه رسیدند که ارقام گندم متحمل به خشکی، ریشه طویل‌تر و حجم ریشه بیشتری نسبت به دیگر ارقام دارند. تورنر (۱۹۸۶) گزارش کرد که تاثیر نامطلوب خشکی بر رشد گیاهان می‌تواند با توسعه ریشه جبران شده و باعث افزایش جذب آب توسط گیاه شود. این فرایند با عمیق‌ترشدن ریشه‌ها، تغییر توزیع سیستم ریشه و یا تغییر اندازه آوندهای ریشه صورت می‌گیرد.

بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی سیستم ریشه ارقام کنجد در شرایط تنش آبی انجام شد، تا ضمن بررسی خصوصیات مورفولوژیکی ریشه کنجد و در صورت وجود اختلاف بین ارقام از نظر الگوی ریشه، در به‌نژادی کنجد برای مقاومت به تنش خشکی، از این صفات استفاده شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی پارس‌آباد واقع در ۱۳ کیلومتری جاده اصلاندوز واقع در استان اردبیل انجام شد. در این آزمایش، ده رقم از مواد ژنتیکی موجود در بانک ژن گیاهی ایران، از نظر تحمل به تنش خشکی و سیستم ریشه‌ای به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. عامل اصلی سطوح آبیاری، شامل سه سطح آبیاری به مقدار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (رطوبت در حد ظرفیت مزرعه‌ای) و عامل فرعی، شامل ده رقم کنجد شامل رقم‌های پاناما، هندی ۱۴، مغان ۱۷، یلووایت، IS، ورامین ۳۷، چینی، ناز چندشاخه، کرج ۱ و اولتان بود. برای اجرای آزمایش ابتدا زمین شخم و دیسک زده شد. بر اساس نقشه آزمایش، چاله‌هایی به عمق ۱۲۰ سانتی‌متر با استفاده از بیل مکانیکی در وسط هر کرت آزمایشی کنده شد. در این چاله‌ها، لوله‌های ۸ اینچی پلی‌اتیلن به صورت عمودی جاگذاری (در هر کرت دو عدد در کنار هم) و لوله‌ها و اطراف آن‌ها با خاک مزرعه پر شد. در نهایت در کرت‌ها جوی و پشته ایجاد گردید و هر رقم در چهار خط ۲ متری با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط در حدود ۲۰-۱۵ سانتی‌متر کشت گردیدند. به‌طوری‌که، در هر لوله‌ی پلی‌اتیلن که در مزرعه جاگذاری شده بود، یک بوته قرار گرفت. آبیاری اول بلافاصله بعد

Archive of SID

www.SID.ir

از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز آبیاری و دور آبیاری محاسبه شده با نرم افزار CROPWAT (آلن و همکاران، ۱۹۹۸)، با پمپ آبیاری، انجام شد. در طول آزمایش با استفاده از وجین دستی با علف‌های هرز مبارزه گردید. در نهایت، در هنگام برداشت، لوله‌های پلی‌اتیلن از زمین بیرون آورده شد. سپس، بوته‌ها (دو بوته داخل لوله‌ها در هر کرت) همراه با ریشه کامل از خاک جدا و یادداشت برداری صفات ریشه در آن دو بوته در آزمایشگاه انجام گرفت و میانگین آن‌ها برای هر صفت در هر تکرار منظور گردید. از دیگر بوته‌های موجود در هر ردیف برای اندازه‌گیری خصوصیات اندام هوایی و شاخص‌های تحمل استفاده شد. صفات ریشه به صورت زیر اندازه‌گیری شد:

تعداد ریشه‌های منشعب شده از ریشه اصلی دو بوته برداشت شده، شمارش و میانگین آنها محاسبه گردید. وزن تر ریشه‌ها از توزین ریشه‌های دو بوته برداشت شده بدست آمد و برای محاسبه وزن خشک، پس از قرار دادن ریشه‌ها در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. حجم ریشه‌ها از طریق غوطه‌ور ساختن ریشه در آب مقطر در درون استوانه مدرج با حجم یک لیتر اندازه‌گیری شد. به طوری‌که، اختلاف حجم اولیه آب و حجم آب پس از غوطه‌ور ساختن ریشه‌ها، تعیین‌کننده حجم ریشه بود. برای اندازه‌گیری قطر ریشه‌ها از کولیس استفاده شد. برای این کار قطر ریشه اصلی به فاصله ۲ سانتی‌متر پایین‌تر از طوقه گیاه، اندازه‌گیری شد. پس از در آوردن ریشه‌ها از خاک و شستشوی آنها، مستقیماً طول ریشه‌ها بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سطح ریشه‌ها با استفاده از روش اتکینسون[1] از فرمول زیر محاسبه شد (علیزاده، ۲۰۰۹):

$$^{0/5}((\text{طول ریشه‌ها (سانتی‌متر)} \times 3/14 \times \text{حجم ریشه‌ها (سانتی‌متر مکعب)} \times 2 = \text{سطح ریشه‌ها (سانتی‌متر مربع)}$$

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات مورد مطالعه انجام گرفت. با توجه به بالا بودن خطای عامل فرعی (رقم‌ها) از خطای عامل اصلی (آبیاری) در برخی از صفات، اثر متقابل عامل فرعی با بلوک، از خطای عامل فرعی تفکیک گردید. میانگین‌ها نیز با استفاده از روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. همبستگی ساده خطی برای تمامی صفات مورد مطالعه محاسبه شد. برای گروه‌بندی ارقام کنجد از روش تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA بر مبنای ماتریس

1- Atkinson

Archive of SID
www.SID.ir

فاصله اقلیدسی و همچنین روش تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد. برای تجزیه داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم‌افزارهای کامپیوتری SPSS16 و Excel 2007 استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که بین رقم‌های مورد مطالعه و رژیم‌های آبیاری، از نظر همه خصوصیات ریشه، اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر اعمال تنش آبی، قطر ریشه کاهش و طول و تعداد انشعابات ریشه افزایش یافت. بیشترین قطر ریشه اصلی در تیمار آبیاری کامل، به میزان ۰/۷۴۰ سانتی‌متر بدست آمد. بیشترین طول ریشه (۸۵/۴۲) و بیشترین تعداد انشعابات ریشه (۱۱۴/۸۰) در تیمار آبیاری به مقدار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بدست آمد. با اعمال تنش آبی، تعداد انشعابات ریشه در رقم‌های مورد مطالعه افزایش یافت (جدول ۲). کاهش قطر ریشه در نتیجه اعمال تنش ممکن است ناشی از مصرف مواد غذایی ریشه برای افزایش طول ریشه‌ها و یا تولید انشعابات زیاد باشد. بسیاری از محققین نیز گزارش کرده‌اند که در اثر تنش آبی طول ریشه‌ها افزایش یافت (پنتالون و همکاران، ۱۹۹۶؛ کارگر و همکاران، ۲۰۰۴؛ آش و همکاران، ۲۰۰۵). اگرچه، نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول ریشه در بررسی نیاکان و قربانلی (۲۰۰۷) نشان داد که در گیاه سویا هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار بین گیاهان شاهد و تحت تنش ملایم و شدید خشکی وجود ندارد. وانگ و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی‌های خود اظهار داشتند که در اثر تنش آبی، طول ریشه‌اصلی به طور معنی‌دار کاهش یافت. عدم تاثیر تنش آبی بر طول ریشه در این آزمایش‌ها ممکن است ناشی از وجود رطوبت کافی در خاک و یا تنش بسیار شدید باشد. مطالعات اینز و همکاران (۱۹۸۵) نیز نشان داد که در شرایط تنش‌آبی پایان فصل، ژنوتیپ‌های پابلند، عملکرد دانه بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های پاکوتاه داشتند. این امر را می‌توان به ریشه‌های گسترده و عمیق‌تر ژنوتیپ‌های پابلند و در نتیجه بهره‌برداری بهینه از آب موجود در خاک نسبت داد. آسنگ و همکاران (۱۹۹۸) بیان داشتند که ریشه‌های گیاهان در شرایط آبیاری کامل (بدون تنش) یا آبیاری مجدد بعد از تنش، لایه‌های کم‌عمق خاک را برای رشد ترجیح می‌دهند، اما در شرایط تنش‌آبی، ریشه‌ها بیشتر در لایه‌های عمیق‌تر خاک که مرطوب هستند، رشد می‌کنند، تا بدین وسیله آب مورد نیاز گیاه را تأمین نمایند. تعداد انشعابات ریشه نیز یک ویژگی ایده‌آل در توصیف کمی (وزن، طول و قطر) ریشه‌ها نمی‌باشد. زیرا، در این روش فقط تعداد ریشه‌های کوتاه و بلند در نظر گرفته می‌شوند. در شرایط تنش‌آبی، ریشه بسیاری از گیاهان زراعی، ریشه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

فرعی زیادی تولید می‌کنند که سطح این ریشه‌ها کوچک بوده و شامل تارهای‌کشنده تک‌سلولی می‌باشند. وجود این ریشه‌های فرعی به توسعه سیستم ریشه‌ای کمک نموده و موجب افزایش توانایی آن در جذب آب می‌شود. از طرفی مقاومت گیاهان زراعی در مقابل خشکی بسته به عمق و فراوانی انشعابات سیستم‌ریشه‌ای است تا بتوانند آب مورد نیاز خود را از توده بیشتری از خاک جذب نمایند (علیزاده، ۲۰۰۹).

مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم‌های اولتان، کرج ۱، ناز چند شاخه و IS بیشترین و رقم‌های هندی ۱۴، چینی، یلووایت، پاناما و ورامین قطر ریشه اصلی کمتری داشتند. همچنین، بیشترین طول ریشه مربوط به رقم‌های کرج ۱، اولتان، ناز چند شاخه و IS و کمترین آن مربوط به رقم‌های پاناما، هندی ۱۴ و یلووایت بود. بیشترین تعداد انشعابات ریشه نیز به رقم‌های کرج ۱، اولتان و IS و کمترین آن به رقم‌های هندی۱۴ چینی و یلووایت اختصاص داشت (جدول ۳).

اثر متقابل آبیاری در رقم در صفت حجم ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش‌آبی، حجم ریشه در رقم‌های مورد مطالعه کاهش یافت. در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، رقم‌های اولتان، کرج ۱ و IS بیشترین و رقم هندی ۱۴ کمترین حجم ریشه را داشتند. پایین بودن حجم ریشه در این رقم نتیجه پایین بودن قطر، طول و تعداد انشعابات ریشه آن می‌باشد (جدول ۳). در هر دو سطح تنش ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی رقم‌های اولتان و کرج ۱ بیشترین و رقم هندی ۱۴ کمترین حجم ریشه را داشتند (شکل ۱). توپیتسین و همکاران (۱۹۸۶) به این نتیجه رسیدند که ارقام گندم متحمل به خشکی ریشه طویل‌تر و حجم ریشه بیشتری نسبت به دیگر ارقام دارند. هال و همکاران (۱۹۸۸) نیز گزارش کردند که در اثر تنش‌آبی، حجم ریشه افزایش می‌یابد.

اثر متقابل آبیاری در رقم در صفت سطح ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش‌آبی، سطح ریشه در رقم‌های مورد مطالعه کاهش یافت (شکل ۲). در هر سه سطح آبیاری، رقم اولتان و کرج ۱ بیشترین و رقم هندی ۱۴ کمترین سطح ریشه را داشتند. در سطح شاهد رقم IS با ارقام کرج ۱ و اولتان اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۲). بنجامین و نیلسن (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر تنش آبی بر توزیع و پراکندگی ریشه سویا، نخود دشتی و نخود ایرانی بیان نمودند که تأثیر آبیاری کردن و تنش آبی بر سطح ریشه در هر دو مرحله اواخر گل‌دهی و اواسط پر شدن نیام در نخود دشتی و نخود ایرانی مشابه بود و اختلاف بین شرایط آبیاری و تنش معنی‌دار نبود. نخود دشتی بیشترین سطح ریشه را در شرایط آبیاری نسبت به شرایط بدون آبیاری داشت. این به‌دلیل تغییر پراکندگی ریشه بین شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری و بدون آبیاری بود. در سویا نیز اختلاف بین رژیم‌های آبیاری از نظر سطح ریشه در مرحله اواخر گل‌دهی معنی‌دار نشد، ولی در مرحله اواسط پر شدن نیام معنی‌دار بود. در اثر اعمال تنش، سطح ریشه کاهش یافته بود و با گذشت زمان از مرحله اواخر گل‌دهی تا اواسط پرشدن نیام، سطح ریشه در شرایط آبیاری کامل سه برابر و در شرایط تنش دو برابر افزایش یافت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده ریشه در رقم‌های مورد مطالعه کنجد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		قطر ریشه اصلی	طول ریشه	حجم ریشه	سطح ریشه	تعداد انشعابات‌ریشه	وزن تر ریشه	وزن‌خشک ریشه
تکرار	۲	۲۲۰/۵۰^{ns}	۷۳/۲۵^{ns}	۵/۵۱^{ns}	۲۱۰/۵۶*	۳۳۲/۶۹^{ns}	۰/۷۱^{ns}	۰/۵۱^{ns}
رژیم آبیاری	۲	۳۷۷۸/۸۲**	۲۶۱۵/۸۹**	۱۳۸/۰۴**	۹۳۰/۴۴**	۱۲۰۸۳/۸۹**	۲۴/۵۶**	۱۸/۲۴**
خطای اول	۴	۴۱/۰۱	۱۲/۷۴	۰/۸۳*	۲۵/۴۵	۹۶/۵۹	۰/۱۴	۰/۰۹
رقم	۹	۳۴۴/۷۵**	۵۰۹/۲۵**	۴۰/۸۴**	۲۱۶۶/۰۳**	۱۳۵۴/۲۸**	۶/۸۲**	۵/۱۳**
آبیاری×رقم	۱۸	۱۰/۱۱^{ns}	۸/۴۷^{ns}	۰/۹۶**	۳۴/۶۸**	۳۰/۱۲^{ns}	۰/۱۷**	۰/۱۲**
تکرار×رقم	۱۸	۶۳/۱۲**	۶۶/۱۳**	۱/۵۰**	۹۸/۳۷**	۲۶۶/۸۸**	۰/۳۰**	۰/۲۱**
خطای دوم	۳۶	۱۶/۳۵	۱۰/۳۸	۰/۲۷	۱۲/۰۶	۸۶/۹۵	۰/۰۶	۰/۰۵
ضریب‌تغییرات‌خطای‌فرعی(٪)		۶/۴۵	۴/۲۲	۵/۸۵	۳/۸۰	۹/۹۶	۶/۷۷	۶/۹۴

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح آبیاری از نظر صفات مورفولوژیک مورد مطالعه

سطح آبیاری	صفات		
	قطر ریشه اصلی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ریشه
آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد نیاز آبی	۰/۷۴^{a}	۶۶/۷۷^{c}	۷۴/۸۸^{c}
آبیاری به مقدار ۷۵ درصد نیاز آبی	۰/۶۲^{b}	۷۶/۹۴^{b}	۹۱/۱۸^{b}
آبیاری به مقدار ۵۰ درصد نیاز آبی	۰/۵۲^{c}	۸۵/۴۲^{a}	۱۱۴/۸۰^{a}
LSD (٪۵)	۰/۰۵	۲/۵۶	۷/۰۵

اعداد با حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند

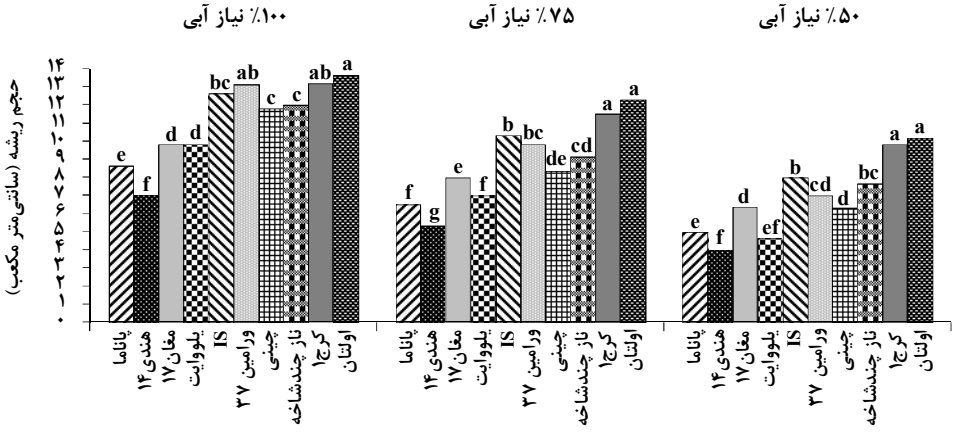
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام کنجد مورد مطالعه از نظر صفات ریشه

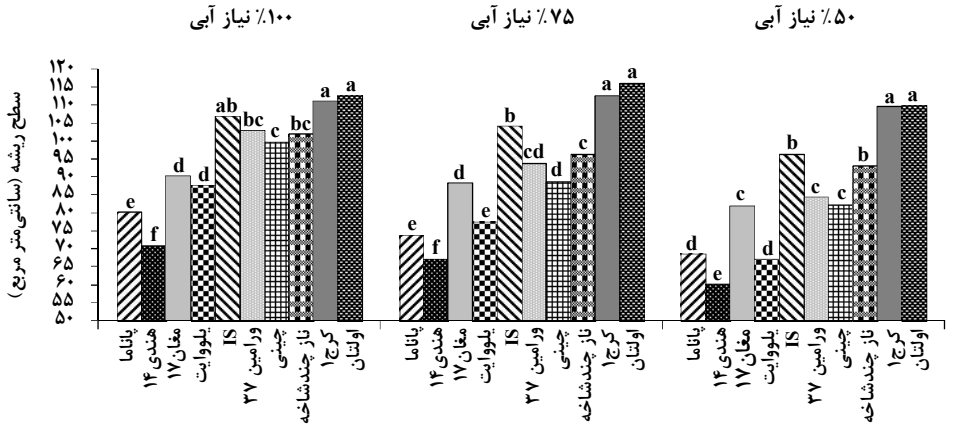
شماره رقم	نام رقم	قطر ریشه اصلی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ریشه
۱	پاناما	۰/۶۱^{bcd}	۶۷/۳۶ ^{e}	۹۱/۲۲^{bc}
۲	هندی ۱۴	۰/۵۳^{e}	۶۵/۸۶ ^{e}	۷۴/۱۷^{d}
۳	مغان ۱۷	۰/۶۳^{bcd}	۷۶/۲۸ ^{bcd}	۹۱/۸۳^{bc}
۴	یلووایت	۰/۵۶^{de}	۶۹/۸۱ ^{de}	۷۹/۲۸^{cd}
۵	IS	۰/۶۷^{ab}	۸۲/۹۷ ^{ab}	۱۰۶/۷۲ ^{ab}
۶	ورامین ۳۷	۰/۶۱^{bcd}	۷۲/۵۳ ^{cde}	۹۴/۲۸^{bc}
۷	چینی	۰/۵۹^{cde}	۷۵/۹۲ ^{bcd}	۸۳/۱۷^{cd}
۸	ناز چندشاخه	۰/۶۶^{abc}	۸۰/۲۸ ^{abc}	۹۹/۶۷ ^{ab}
۹	کرج ۱	۰/۶۹^{ab}	۸۶/۸۹ ^{a}	۱۱۲/۰۰ ^{a}
۱۰	اولتان	۰/۷۳^{a}	۸۵/۸۶ ^{a}	۱۰۳/۸۹ ^{ab}
	LSD(٪۵)	۰/۰۸	۸/۰۵	۱۶/۱۸

اعداد با حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند

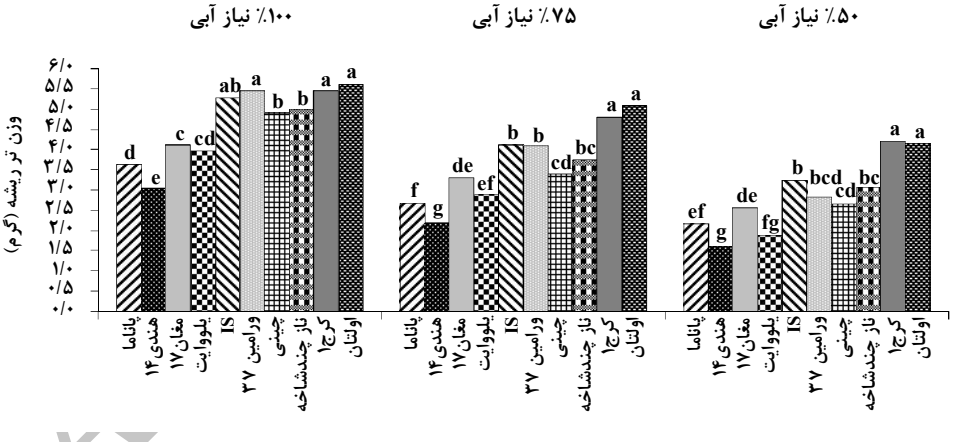


شکل ۱- حجم ریشه بر حسب سانتی‌متر مکعب در سطح آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (LSD٪۵ =۰/۸۷)

www.SID.ir

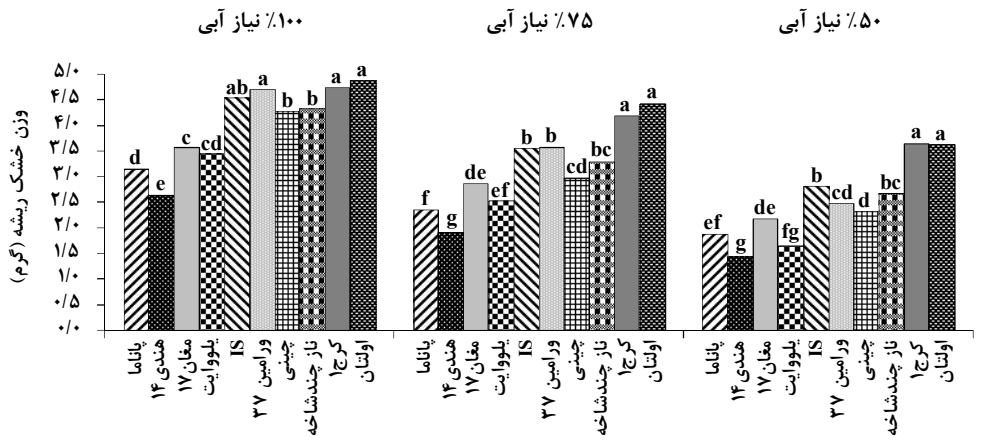


شکل ۲- سطح ریشه بر حسب سانتی‌متر مربع در سطح آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (LSD٪۵ =۵/۷۵)



شکل ۳- وزن تر ریشه بر حسب گرم در سطح آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (LSD٪۵ =۰/۴۲)

www.SID.ir



شکل ۴- وزن خشک ریشه بر حسب گرم در سطح آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (LSD٪۵ =۰/۳۷).

اثر متقابل آبیاری در رقم در صفات وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش‌آبی، وزن تر و خشک ریشه در رقم‌های مورد مطالعه کاهش یافت. همان‌طورکه، در شکل‌های ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، در سطح آبیاری کامل رقم‌های اولتان، کرج۱، ورامین ۳۷ و IS بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه را دارا بودند و رقم هندی۱۴ کمترین مقدار این صفات را داشت. در سطوح آبیاری به مقدار ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی رقم‌های اولتان و رقم کرج ۱ بیشترین وزن تر و خشک ریشه را دارا بودند. در شرایط تنش متوسط رقم هندی ۱۴ و در شریط تنش شدید رقم‌های یلووایت و هندی ۱۴ کمترین وزن‌تر و خشک ریشه را داشتند. اگرچه رقم کرج ۱ در آبیاری کامل و آبیاری به مقدار ۷۵ درصد نیاز آبی، وزن‌تر و خشک ریشه کمتری نسبت به رقم اولتان داشت، ولی در شرایط آبیاری به مقدار ۵۰ درصد نیاز آبی، وزن تر و خشک ریشه رقم کرج۱ نسبت به رقم اولتان و سایر رقم‌ها کمتر کاهش یافت. بنابراین، از بیشترین مقدار این صفات در شرایط آبیاری به مقدار ۵۰ درصد نیاز آبی برخوردار شد. کاهش وزن ریشه در شرایط تنش آبی در سایر تحقیقات مانند بادام زمینی (بهان و میسرا، ۱۹۷۰)، پنبه (گالشی و همکاران، ۲۰۰۵)؛ سویا (نیاکان و قربانلی، ۲۰۰۷)، برنج (آش و همکاران، ۲۰۰۵)، عدس (تورک و همکاران، ۲۰۰۴؛ صالح‌پور و همکاران، ۲۰۰۹)، گندم (توکل و پاک‌نیت، ۲۰۰۷)، فلفل‌قرمز (کولکارنی و اسواتی، ۲۰۰۹) و نخودفرنگی (اوکو و همکاران، ۲۰۰۵) نیز

Archive of SID
www.SID.ir

گزارش شده است. وانگ و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی واکنش سیستم ریشه برنج به تنش آبی بیان نمودند که اثر تنش آبی بر وزن خشک ریشه معنی‌دار نبود. لیو و همکاران (۲۰۰۴) در گندم گزارش کردند که تنش آبی سبب افزایش وزن‌خشک ریشه می‌شود. بنجامین و نیلسن (۲۰۰۶) اظهار داشتند که وزن خشک ریشه نخود دشتی و نخود ایرانی در مرحله اواخر گل‌دهی در هر دو شرایط آبیاری و تنش، مشابه بود و اختلاف وزن خشک ریشه معنی‌دار نشد. در اواسط مرحله پر شدن نیام وزن‌خشک ریشه در شرایط آبیاری، ۱۵۰ درصد شرایط تنش بود و با گذشت زمان وزن‌خشک ریشه از مرحله اواخر گل‌دهی تا اواسط مرحله پر شدن نیام افزایش یافت. در سویا نیز اختلاف بین رژیم‌های آبیاری در هر دو مرحله اواخر گل‌دهی و اواسط پر شدن نیام از نظر وزن خشک ریشه معنی‌دار نبود. خزاعی و کافی (۲۰۰۳) در بررسی تأثیر تنش‌خشکی بر رشد ریشه و توزیع ماده خشک بین ریشه و بخش هوایی در ارقام مقاوم و حساس گندم، نتیجه گرفتند که در شرایط تنش آبی، ارقام مقاوم به خشکی از سطح برگ کمتر و تعداد برگ بیشتر، طول و وزن خشک ریشه بیشتر و از نسبت ریشه به بخش هوایی بالاتری در مقایسه با ارقام حساس به خشکی برخوردار بودند.

در این مطالعه، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی با استفاده از داده‌های استاندارد شده انجام شد. بطورکلی، نتایج نشان داد که در هر سه سطح آبیاری حجم ریشه، سطح ریشه و وزن تر و خشک ریشه در مؤلفه اول ضرایب بزرگتری داشتند. در مؤلفه دوم صفات قطر ریشه اصلی، طول ریشه و تعداد انشعابات ریشه ضرایب مثبت و بالایی داشتند (جدول ۴). با توجه به اینکه مؤلفه اول بیشترین میزان تغییرات بین داده‌ها را توجیه می‌نماید، از صفاتی که در این مؤلفه بزرگ‌ترین ضرایب را دارند، می‌توان برای انتخاب رقم‌های متحمل به تنش آبی استفاده کرد.

گروه‌بندی ارقام بر اساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم در سطح آبیاری به مقدار ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی انجام شد (شکل ۵). بر اساس این گروه‌بندی، بطورکلی رقم‌های یلووایت و هندی ۱۴ از ضرایب پایینی برای مؤلفه‌های اول و دوم برخوردار بودند. رقم‌های کرج ۱ و اولتان، ضرایب بالایی برای این دو مؤلفه داشته و از سیستم ریشه‌ای خوبی برخوردار بودند. رقم‌های دیگر تنها از نظر یکی از مولفه‌ها وضعیت مطلوبی داشتند (شکل ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- بردارهای ویژه، مقادیر ویژه و تغییرات تجمعی دو مؤلفه اصلی اول بر اساس صفات اندازه‌گیری شده ریشه کنجد در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نیاز آبی

	بردارهای ویژه در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی		بردارهای ویژه در سطح آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی		بردارهای ویژه در سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی	
	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
قطر ریشه اصلی	۰/۵۷۵	۰/۷۸۲	۰/۴۸۷	۰/۸۳۸	۰/۶۱۸	۰/۷۴۹
طول ریشه	۰/۵۸۴	۰/۷۶۱	۰/۶۵۶	۰/۶۸۱	۰/۸۲۳	۰/۵۲۹
حجم ریشه	۰/۸۷۷	۰/۴۷۶	۰/۸۵۸	۰/۵۱۰	۰/۸۰۰	۰/۵۹۵
سطح ریشه	۰/۸۰۹	۰/۵۸۴	۰/۸۱۵	۰/۵۷۵	۰/۸۰۹	۰/۵۸۵
تعداد انشعابات ریشه	۰/۴۰۹	۰/۸۷۹	۰/۴۷۱	۰/۸۴۲	۰/۵۴۰	۰/۸۲۴
وزن تر ریشه	۰/۸۶۹	۰/۴۹۱	۰/۸۶۷	۰/۴۹۳	۰/۷۹۴	۰/۵۹۹
وزن خشک ریشه	۰/۸۷۲	۰/۴۸۷	۰/۸۷۰	۰/۴۸۷	۰/۸۰۰	۰/۵۹۱
مقادیر ویژه	۳/۷۷۷	۳/۰۱۱	۳/۷۹۹	۲/۹۴۵	۳/۹۱۴	۲/۹۲۴
تغییرات تجمعی	۵۳/۹۶۲	۹۶/۹۷۳	۵۴/۲۷۳	۹۶/۳۴۲	۵۵/۹۲۱	۹۷/۶۹۰

جدول ۵- میانگین، انحراف از میانگین کل و درصد انحراف از میانگین کل در سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورفولوژیک ریشه کنجد در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی

خوشه	رقم‌ها		قطر ریشه اصلی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	تعداد انشعابات ریشه	وزن‌تر ریشه (گرم)	وزن‌خشک ریشه (گرم)
۱	IS.کرج ۱، اولتان ورامین ۳۷، ناز چندشاخه، چینی	میانگین	۰/۷۷۳	۷۰/۳۰۶	۱۲/۷۵۰	۱۰۶/۰۱۳	۷۹/۹۷۲	۵/۲۸۳	۴/۵۷۶
		انحراف از میانگین	۰/۰۳۳	۳/۵۳۹	۱/۵۶۷	۹/۴۳۸	۵/۰۸۹	۰/۶۳۶	۰/۵۵۱
		درصد انحراف از میانگین کل	۴/۴۴۳	۵/۳۰۰	۱۴/۰۰۹	۹/۷۷۲	۶/۷۹۶	۱۳/۶۷۶	۱۳/۶۸۲
		انحراف معیار	۰/۳۸۴	۴/۱۵۹	۰/۷۲۱	۵/۱۹۸	۷/۳۷۸	۰/۲۸۱	۰/۲۳۸
۲	پاناما یلوواید مغان ۱۷	میانگین	۰/۷۰۸	۶۲/۷۲۲	۹/۴۴۴	۸۶/۱۹۱	۷۰/۲۷۸	۳/۹۱۰	۳/۳۸۴
		انحراف از میانگین	-۰/۰۳۳	-۴/۰۴۴	-۱/۷۳۹	-۱۰/۳۸۵	-۴/۶۰۶	-۰/۷۳۷	-۰/۶۴۱
		درصد انحراف از میانگین کل	-۴/۴۲۴	-۶/۰۵۸	-۱۵/۵۴۹	-۱۰/۷۵۳	-۶/۱۵۰	-۱۵/۸۶۶	-۱۵/۹۳۲
		انحراف معیار	۰/۰۳۵	۳/۴۶۸	۰/۶۷۴	۵/۲۱۱	۵/۰۲۹	۰/۲۴۷	۰/۲۱۵
۳	هندی ۱۴	میانگین	۰/۶۴۱	۵۷/۶۶۷	۷/۰۰۰	۷۱/۱۰۳	۵۸/۱۶۷	۳/۰۴۶	۲/۶۴۵
		انحراف از میانگین	-۰/۰۹۹	-۹/۱۰۰	-۴/۱۸۳	-۲۵/۴۷۲	-۱۶/۷۱۷	-۱/۶۰۱	-۱/۳۸۱
		درصد انحراف از میانگین کل	-۱۳/۳۸۵	-۱۳/۶۳۰	-۳۷/۴۰۷	-۲۶/۳۷۵	-۲۲/۳۲۴	-۳۴/۴۵۷	-۳۴/۲۹۳
		انحراف معیار	-	-	-	-	-	-	-

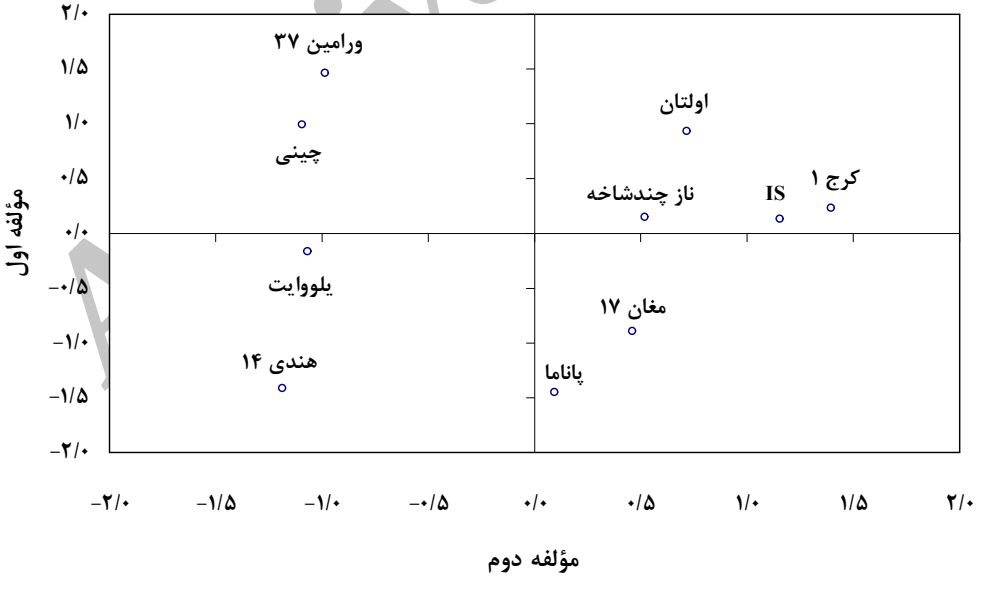
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- میانگین، انحراف از میانگین کل و درصد انحراف از میانگین کل در سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورفولوژیک ریشه کنجد در سطح آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی

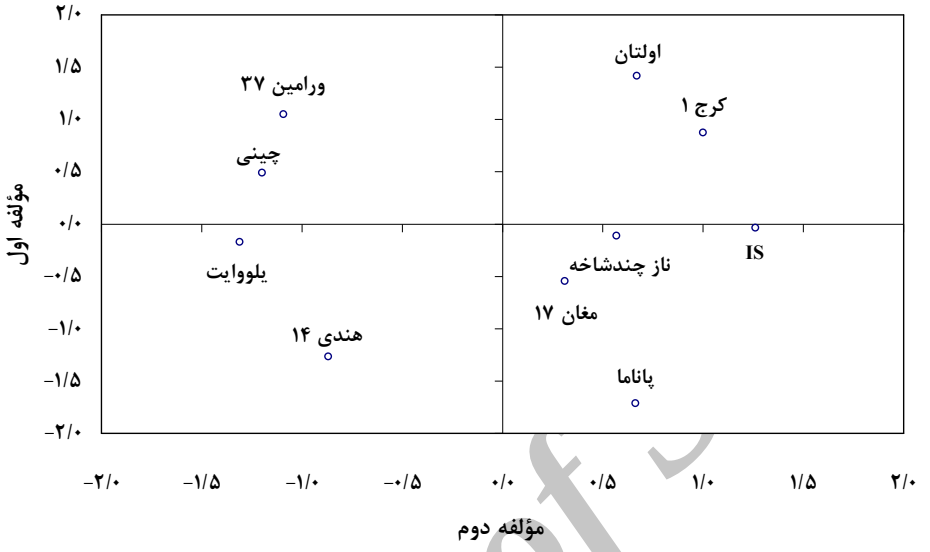
خوشه	رقم‌ها		قطر ریشه اصلی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	تعداد انشعابات ریشه	وزن‌تر ریشه (گرم)	وزن‌خشک ریشه (گرم)
۱	مغان ۱۷، چینی ورامین ۳۷، IS ناز چندشاخه	میانگین	۰/۶۲۱	۷۸/۰۸۳	۹/۱۳۳	۹۴/۴۸۲	۹۲/۷۰۰	۳/۷۴۱	۳/۲۴۹
		انحراف از میانگین	-۰/۰۰۳	۱/۱۴۲	۰/۳۰۰	۲/۴۳۸	۱/۵۱۷	۰/۱۰۴	۰/۰۸۴
		درصد انحراف از میانگین کل	-۰/۴۸۵	۱/۴۸۴	۳/۳۹۶	۲/۶۴۹	۱/۶۶۳	۲/۸۶۳	۲/۶۶۴
		انحراف معیار	۰/۰۴۳	۴/۸۴۲	۰/۹۸۲	۶/۵۸۸	۹/۱۶۶	۰/۳۸۲	۰/۳۲۹
۲	هندی ۱۴ یلووایت پاناما	میانگین	۰/۵۷۱	۶۷/۷۷۸	۶/۲۷۸	۷۲/۹۷۲	۷۹/۵۰۰	۲/۵۹۷	۲/۲۶۸
		انحراف از میانگین	-۰/۰۵۴	-۹/۱۶۴	-۲/۵۵۶	-۱۹/۰۷۲	-۱۱/۶۸۳	-۱/۰۴۱	-۰/۸۹۷
		درصد انحراف از میانگین کل	-۸/۵۸۶	-۱۱/۹۱۰	-۲۸/۹۳۱	-۲۰/۷۲۰	-۱۲/۸۱۳	-۲۸/۶۱۱	-۲۸/۳۴۴
		انحراف معیار	۰/۰۴۴	۱/۰۲۹	۰/۸۵۵	۵/۳۴۶	۸/۷۳۸	۰/۳۶۰	۰/۳۱۵
۳	کرج ۱ اولتان	میانگین	۰/۷۱۲	۸۷/۸۳۳	۱۱/۹۱۷	۱۱۴/۵۵۶	۱۰۴/۹۱۷	۴/۹۳۸	۴/۳۰۰
		انحراف از میانگین	۰/۰۸۸	۱۰/۸۹۲	۳/۰۸۳	۲۲/۵۱۲	۱۳/۷۳۳	۱/۳۰۱	۱/۱۳۵
		درصد انحراف از میانگین کل	۱۴/۰۹۲	۱۴/۱۵۶	۳۴/۹۰۶	۲۴/۴۵۸	۱۵/۰۶۱	۳۵/۷۵۹	۳۵/۸۵۶
		انحراف معیار	۰/۰۴۰	۰/۲۳۶	۰/۵۸۹	۲/۵۹۳	۶/۹۵۳	۰/۲۱۳	۰/۱۶۲

الف

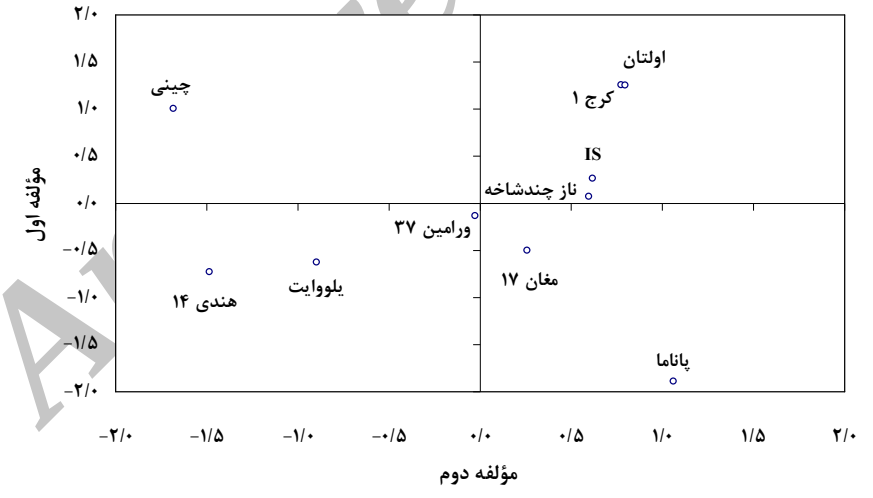


Archive of SID
www.SID.ir

ب



ج



شکل ۵- گروه‌بندی ۱۰ رقم کنجد بر اساس اولین و دومین مؤلفه اصلی حاصل از صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد (الف)، ۷۵ درصد (ب) و ۵۰ درصد نیاز آبی (ج).

www.SID.ir

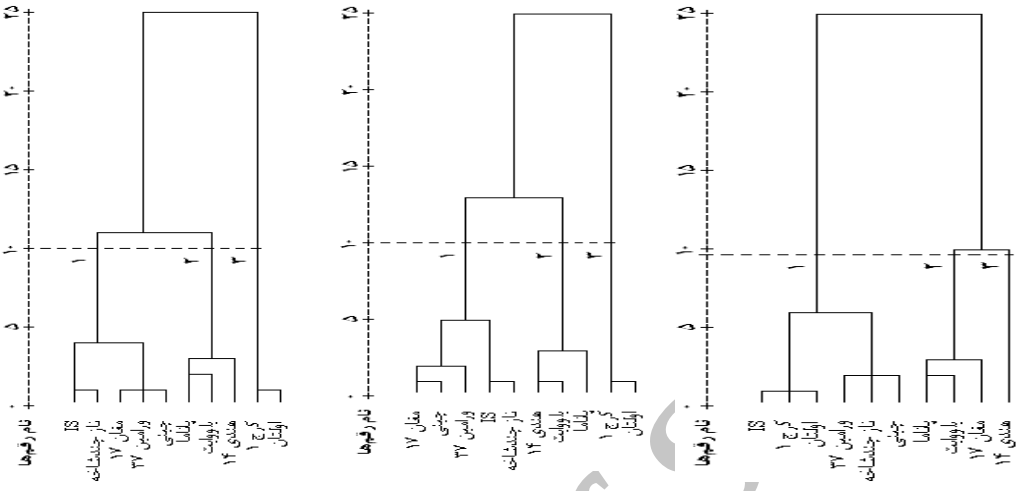
گروه‌بندی رقم‌ها بر مبنای صفات مورفولوژیک ریشه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA نیز انجام شد. در هر سه سطح آبیاری، ارقام مورد مطالعه به ۳ گروه تقسیم شدند (شکل ۶). در شرایط آبیاری کامل (بدون تنش) رقم هندی ۱۴ به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای ضعیف در یک گروه مجزا قرار گرفت. رقم‌های IS، کرج ۱، اولتان، ورامین ۳۷، ناز چندشاخه و چینی در یک گروه و رقم‌های پاناما، یلوواید و مغان ۱۷ در گروه دیگر قرار گرفتند (شکل ۶- الف). در شرایط آبیاری به مقدار ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی، رقم‌های کرج ۱ و اولتان در یک گروه قرارگرفتند. این رقم‌ها از سیستم ریشه‌ای خوبی برخوردار بودند که این سیستم ریشه‌ای را در شرایط تنش نیز حفظ کردند. رقم‌های پاناما، هندی ۱۴ و یلوواید در یک گروه و رقم‌های مغان ۱۷، IS، ورامین ۳۷، چینی و ناز چندشاخه در گروه دیگر قرار داشتند (شکل ۶- ب و ج).

به‌منظور تعیین خصوصیات هر گروه از نظر صفات مورد بررسی، میانگین هر گروه برای هر صفت و انحراف از میانگین کل صفت در هر سه شرایط آبیاری (آبیاری به مقدار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) محاسبه گردید (جدول‌های ۵، ۶ و ۷). این جداول نشان داد که بر اساس خصوصیات مورفولوژیک ریشه، در شرایط آبیاری کامل (بدون تنش)، رقم‌های گروه اول مقداری بالاتر از میانگین و رقم‌های گروه دوم و سوم مقداری کمتر از میانگین کل داشتند (جدول ۵).

در شرایط آبیاری ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه، رقم‌های گروه اول از لحاظ صفات مورد مطالعه غیر از قطر ریشه اصلی بالاتر از میانگین، رقم‌های گروه دوم کمتر از میانگین کل و رقم‌های گروه سوم شامل کرج ۱ و اولتان از نظر تمامی صفات مورد مطالعه بالاتر از میانگین کل بودند (جدول‌های ۶ و ۷). بنابراین، این ارقام را می‌توان به عنوان رقم‌های متحمل به تنش آبی معرفی کرد. دی و کار (۱۹۹۵) گزارش کردند، در شرایط تنش‌خشکی تجمع ماده خشک در بافت‌های ریشه و اندام هوایی ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس است که باعث افزایش تحمل رقم‌ها به خشکی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶- نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای با روش UPGMA برای ۱۰ رقم کنجد بر اساس خصوصیات مورفولوژیک ریشه در سطح آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد (الف)، ۷۵ درصد (ب) و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول ۷- میانگین، انحراف از میانگین کل و درصد انحراف از میانگین کل در سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورفولوژیک ریشه کنجد در سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی

خوشه	رقم‌ها		قطر ریشه اصلی (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی متر)	حجم ریشه (سانتی متر)	سطح ریشه (سا نتی متر)	تعداد انشعابات ریشه	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
۱	IS، ناز چندشاخه مغان ۱۷، ورامین ۳۷ چینی	میانگین	۰/۵۱۵	۸۶/۸۸۳	۷/۰۶۷	۸۷/۷۱۲	۱۱۶/۳۶۷	۲/۸۷۲	۲/۴۹۱
		انحراف از میانگین	-۰/۰۰۱	۱/۴۶۷	۰/۱۶۷	۲/۲۱۴	۱/۵۶۷	۰/۰۳۱	۰/۰۲۲
		درصد انحراف از میانگین کل	-۰/۲۳۷	۱/۷۱۷	۲/۴۱۵	۲/۵۸۹	۱/۳۶۵	۱/۰۸۰	۰/۹۰۳
		انحراف معیار	۰/۰۳۱	۴/۵۶۹	۰/۷۶۰	۶/۷۲۲	۱۰/۹۴۱	۰/۲۸۴	۰/۲۶۲
۲	پاناما یلووایت هندی ۱۴	میانگین	۰/۴۵۱	۷۵/۴۱۷	۴/۵۵۶	۶۵/۵۲۲	۹۹/۷۲۲	۱/۸۹۷	۱/۶۵۳
		انحراف از میانگین	-۰/۰۶۵	-۱۰/۰۰۰	-۲/۳۴۴	-۱۹/۹۷۶	-۱۵/۰۷۸	-۰/۹۴۵	-۰/۸۱۶
		درصد انحراف از میانگین کل	-۱۲/۶۸۰	-۱۱/۷۰۷	-۳۳/۹۷۷	-۲۳/۳۶۴	-۱۳/۱۳۴	-۳۳/۲۵۹	-۳۳/۰۵۵
		انحراف معیار	۰/۰۵۰	۲/۸۴۸	۰/۵۰۹	۴/۵۷۶	۹/۹۱۱	۰/۲۸۰	۰/۲۲۸
۳	کرج ۱ اولتان	میانگین	۰/۶۱۷	۹۶/۷۵۰	۱۰/۰۰۰	۱۰۹/۹۲۸	۱۳۳/۵۰۰	۴/۱۸۳	۳/۶۳۸
		انحراف از میانگین	۰/۱۰۱	۱۱/۳۳۳	۳/۱۰۰	۲۴/۴۳۰	۱۸/۷۰۰	۱/۳۴۱	۱/۱۶۹
		درصد انحراف از میانگین کل	۱۹/۶۱۳	۱۳/۲۶۸	۴۴/۹۲۸	۲۸/۵۷۴	۱۶/۲۸۹	۴۷/۱۸۹	۴۷/۳۲۵
		انحراف معیار	۰/۰۲۷	۱/۴۱۴	۰/۲۳۶	۰/۳۹۷	۴/۲۴۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۶

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که از نظر خصوصیات ریشه در کنجد، اختلاف معنی‌داری بین رقم‌های مورد مطالعه و رژیم‌های آبیاری وجود داشت، اما اثر متقابل آبیاری در رقم، در اکثر صفات معنی‌دار بود. همچنین، در اثر تنش آبی به جزء طول و تعداد انشعابات ریشه، بقیه صفات ریشه (قطر، حجم، سطح، وزن تر و خشک ریشه) در رقم‌های مورد مطالعه کاهش یافت. این تحقیق نشان داد که اختلاف ارقام از نظر الگوی ریشه، قابل ملاحظه بوده و نباید در به‌نژادی کنجد برای مقاومت به خشکی، صفات ریشه را نادیده گرفت. ارقام کرج ۱ و اولتان با داشتن سیستم ریشه مطلوب متحمل به تنش آبی بودند. ارقام هندی ۱۴ و یلووایت در شرایط تنش و بدون تنش از سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تری نسبت به ارقام دیگر برخوردار بودند. از ارقام موجود در این دو گروه می‌توان در تلاقی برای تولید جمعیت‌های در حال تفرق برای مطالعات ژنتیکی و شناسایی ژن‌ها کنترل کننده صفات ریشه استفاده نمود.

منابع

1.Alizadeh, A. 2009. Water, soil and plant relation. 9th edition, Astane Godse Razavi Press, 484p.

2.Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration, guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper, 56: 300-310.

3.Asch, F., Dingkuhn, M., Sow, A. and Audebert, A. 2005. Drought-induced changes in rooting patterns and assimilate partitioning between root and shoot in upland rice. Field Crops Res. 93: 223-236.

4.Asseng, S., Ritchie, J.T., Smucker, A.J.M. and Robertson, M.J. 1998. Root growth and water uptake during water deficit and recovering in wheat. Plant and Soil., 201: 265-273.

5.Babalola, O. 1980. Water relations of three cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivars. Plant and Soil, 56: 59-69.

6.Bajji, M., Lutts, S. and Kinet, J.M. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf) arid condition. Plant Sci. 160: 669-681.

7.Benjamin, J.G., and Nielsen, D.C. 2006. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. Field Crops Res. 97: 248-253.

8.Bhan, S., and Misra, D.K. 1970. Effects of variety, spacing and soil fertility on root development in groundnut under arid conditions. Ind. J. Agric. Sci. 40: 1050-1055.

Archive of SID

www.SID.ir

9.Bharadwaj, S.N., Sharma, P.N. and Nath, V. 1971. Varietal differences in drought tolerance of field pea (*Pisum sativum* L. Var. arvens poir). Ind. J. Agric. Sci. 41: 894-900.
10.Bohm, W., Maduakor, H. and Taylor, H.M. 1977. Comparison of five methods characterizing soybean rooting density and development. Agron. J. 69: 415-419.
11.Brown, S.C., Gregory, P.J., Cooper, P.J.M. and Keating, J.D.H. 1989. Root and shoot growth and water use of chickpea (*Cicer arietenum*) grown in dryland conditions: effects of sowing date and genotype. J. Agric. Sci. 113: 41-49.
12.Carter, P.R., Sheaffer, C.C. and Voorhees, W.B. 1982. Root growth, herbage yield, plant water status of alfalfa cultivars. Crop Sci. 22: 425-427.
13.Daie, J. 1996. Metabolic adjustments, assimilate partitioning and alterations in source-sink relations in drought-stressed plants. In: Zamski, E., Schaffer, A.A. Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source-Sink Relationships. Marcel Dekker, New York, Basel, Hong Kong, Pp: 407-420.
14.Dardanelli, J.L., Ritchie, J.T., Calmon, M., Andriani, J.M. and Collino, D.J. 2004. An empirical model for root water uptake. Field Crops Res. 87: 59-71.
15.De, R., and Kar, R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of mange bean (*Vigana radiata*) under water stress induced by P.E.G 6000. Seed Sci. Techno. 23: 301-308.
16.Eslami, R., Tajbakhsh, M., Ghafari, A., Roustaei, M. and Barnousi, I. 2012. Evaluation of drought tolerance in dry lands wheat genotypes under different moisture. EJCP. 2: 129-143.
17.Galeshi, S., Farzaneh, S. and Soltani, A. 2005. Invaluation of drought tolerance at seedling stage in forty genotypes of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Seed Plant Imp. J. 21: 65-79.
18.Gregory, P.J. 1988. Root growth of chickpea, fababean, lentil, and pea and effects of water and salt stress. In: World Crops: Cool Season Food Legumes. Summerfield, R.J., Kluwer, E.D. Academic Publishers, London, U.K. Pp: 857-867.
19.Hall, M.H., Sheaffer, C.C. and Heichel, G.H. 1988. Partitioning and Mobilization of phytoassimilates in Alfalfa subjected to water deficit. Crop Sci. 8: 879-889.
20.ICARDA. 1985. In: Annual Report, 1984. ICARDA, Aleppo, Syria. Pp: 196-201.
21.Innes, P., Hoogenboom, J. and Blackwell, R.D. 1985. Effects of differences in date of ear emergence and height on yield of winter wheat. J. Agric. Sci. Cam. 105: 543-549.
22.Kargar, S.M.A., Ghannadha, M.R., Bozorgi-pour, R., Khaje ahmad attari, A.A. and Babaei, H.R. 2004. An investigation of drought tolerance indices in some soybean genotypes under restricted irrigation conditions. Iranian J. Agric. Sci. 35: 129-142.
23.Karunathilaka, W.A.K. 2002. Rooting and moisture extraction pattern of sesame. Ann. Sri Lanka Dep. Agric. 4: 73-81.

Archive of SID
www.SID.ir

24.Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2003. Effect of drought stress on root growth and dry matter partitioning between roots and shoots of winter wheat. Iranian J. Filed Crops Res. 1: 33-43.
25.Kondo, M., Pablico, P.P., Aragones, D.V., Agbisit, R., Abe, J., Morita, S. and Courtois, B. 2003. Genotypic and environmental variations in root morphology in rice genotypes under upland field conditions. The Sixth Symposium of the International Society of Root Research, 11-15 November, Nagoya, Japan.
26.Kulkarni, M., and Swati, P. 2009. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum* L.) under water stress. Sci. Hort. 120: 159-166.
27.Levitt, J. 1972. Responses of plant to environmental stresses. Vol. 2; water, radiation, salt and other stresses. NewYork: Academic press, INCH, U.S.A, 607p.
28.Liu, H.S., Li, F.M. and Xu, H. 2004. Deficiency of water can enhance root respiration rate of drought-sensitive but not drought-tolerance spring wheat. Agric. Water Manag. 64: 41-48.
29.Malik, R.S., Dhankar, J.S. and Turner, N.C. 1979. Influence of soil water deficits on root growth of cotton seedlings. Plant and Soil, 53: 109-115.
30.Matsui, T., and Singh, B.B. 2003. Root characteristics in cowpea related to drought tolerance at the seedling stage. Exp. Agric. 39: 29-38.
31.Merrill, S.D., Tanaka, D.L. and Hanson, J.D. 2002. Root length growth of eight crop species in Haplustoll soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 913-923.
32.Naseri, F. 1996. Oil seeds. Second edition, Astane Godse Razavi Press. 816p.
33.Nagarajarao, Y., Mallick, S. and Singh, G.C. 1980. Moisture depletion and root growth of different varieties of chickpea under rainfed conditions. Ind. J. Agron. 25: 289-293.
34. Nemati, M., Asghari, A., Sofalian, O., Rasoulzadeh, A. and Mohamaddoust Chamanabad, H. 2012. Effect of water stress on rapeseed cultivars using morpho-physiological traits and their relations with ISSR markers. J. Plant Physiol. Breed. 2: 55-66.
35.Niakan, M., and Ghorbanli, M.L. 2007. The effect of drought stress on growth parameters, photosynthetic factors, content of protein, Na and K in shoot and root in two soybean cultivars. Bot. J. Iran. 8: 17-32.
36.Okcu, G., Kaya, M.D. and Atak, M. 2005. Effects of salt and drouth stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkian J. Agric. 29: 237-242.
37.Oppenheimer, H.R. 1960. Adaptation to drought: Xeromorphysm in plant-water relationships in arid and semiarid conditions. Arid Zone Res. (UNESCO, Paris). 15: 105-138.
38.Pantalone, V.R., Burton, J.W. and Carter-Te, J.R. 1996. Soybean fibrous root heritability and genotypic correlations with agronomic and seed quality triats. Crop Sci. 36: 1120-1125.

Archive of SID
www.SID.ir

39.Price, A.H., Steele, K.A., Gorham, J., Bridges, J.M., Moore, B.J., Evans, J.L., Richardson, P. and Jones, R.G.W. 2002. Upland rice grown in soil-filled chambers and exposed to contrasting water-deficit regimes. I. Root distribution, water use and plant water status. Field Crops Res. 76: 11-24.
40.Rao, N.R.C., and Wright, G.C. 1994. Stability of the relationship between specific leaf area and carbon isotope discrimination across environments in peanut. Crop Sci. 34: 98-103.
41.Sabbagpour, H. 2006. Indices and mechanisms of drought stress resistance in plants. First edition, National Committee of Drought Press, Assistant Director of Agronomy, Minister of Jehade Keshavarzi.
42.Salehpour, M., Ebadi, A., Izadi, M. and Jamaati-e-Somarin, S. 2009. Evaluation of water stress and nitrogen fertilizer effects on relative water content, membrane stability index, chlorophyll and some other traits of lentils (*Lens culinaris* L.) under hydroponics conditions. J. Environ. Sci. 3: 103-109.
43.Tavakol, E., and Pakniyat, H. 2007. Evaluation of some drought criteria seedling stage in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Pakistan J. Biol. Sci. 10: 1113-1117.
44.Tourchi, M., Shaikh, F., Valizadeh, M., Shakiba, M. and Pasbane Eslam, B. 2005. Relationship between root morphological characters and resistance to water deficit in some canola genotypes. J. Agri. Sci. 15: 15-26.
45.Tupitsyn, N.V., Waines, J.G. and Lyashok, A.K. 1986. Water uptake by the root system of the spring wheats Botanicheskaya 3 and Orenburgskaya 7 in relation to their drought resistance. Plant Breed. Abst. 57: 799-815.
46.Turk, M.A., Tahawa, A.R.M. and Lee, K.D. 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian J. Plant Sci. 3: 394-397.
47.Turner, N.C. 1986. Adaptation to water deficit: A changing perspective. Aust. J. plant physiol. 13: 175-190.
48.Wang, H., Siopongco, J., Wade, L. and Yamauchi, A. 2009. Fractal analysis on root systems of rice plants in response to drought stress. Environ. Exp. Bot. 65: 338-344.
49.Wright, G.C., Hubick, K.T. and Farquhar, G.D. 1991. Physiological analysis of peanut cultivars response to timing and duration of drought stress. Aust. J. Agric. Res. 42: 453-470.

Archive of SID
www.SID.ir

EJCP., Vol. 5 (4): 151-172
http://ejcp.gau.ac.ir

Effect of water deficit stress on root morphological characters in sesame cultivars

Y. Dargahi[1], *A. Asghari[2], M. Shokrpour[3] and A. Rasoulzadeh[4]

[1]M.Sc Student in Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, [2]Associate Prof., University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, [3]Assistant Prof., University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, [4]Assistant Prof., University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: 2011-07-25 ; Accepted: 2012-09-04

Abstract

In order to study the effect of water deficit on root morphological treat of sesame, a three replicated split plot experiment was conducted based on randomized complete block design during 2008- 2009 growing season in Agriculture and Natural Resources Research Center in Parsabad, Ardabil province. In this experiment, irrigation as the main factor with three levels (100 (field capacity), 75 and 50 percent of plant water requirement) and ten sesame cultivars as the secondary factor were included. To calculate the water requirement of the sesame, the CROPWAT software (Penman- Monteith method) was used according to FAO-56. Results showed that difference between cultivars and irrigation regimes in respect to root treat was significant at root characters. Also, interaction between cultivars and irrigation regimes were significant in all traits. Comparing of means showed that under water deficit condition, all root treats (diameter, volume and surface, wet and dry mater), were reduced. In this study difference among cultivars in respect to root system was considerable and should be considered in drought résistance breeding programs. Grouping of cultivars showed that the Karaj1, and Ultan cultivars with suitable root system, were tolerant cultivars against water deficit. The Indian14 and Yellowhite cultivars had weaker root system. Generations which are derived from crossing between tolerant and susceptible cultivars could be used as segregating population in genetic and molecular studies.

***Keywords*:** Sesame; Root system; Water deficit stress; Water need.

*Corresponding Author; Email: ali_asgharii@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir