Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۴۱۴-۴۰۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 3, Fall. 2016, p. 403-414

ارزیابی خصوصیات مرفوفیزیولوژیک ارقام پنبه (*Gossypium hirsutum*) تحت تنش کمبود آب در مرحله گیاهچه‌ای

حمیدرضا مهرآبادی[۱]- احمد نظامی[۲*]- محمد کافی[۳]- محمدرضا رمضانی‌مقدم[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

شناسایی و استفاده از ارقام متحمل به تنش خشکی یکی از راه‌کارهای بهبود تولید پنبه در سیستم‌های زراعی تحت تنش می‌باشد. بدین‌منظور تعداد ۲۲ رقم پنبه با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده دانشگاه فردوسی مشهد تحت دو شرایط بدون تنش و تنش کمبود آب (۱- مگاپاسکال) رشد یافتند. رطوبت گلدان‌های حاوی ارقام پنبه تا مرحله دو برگ حقیقی در حد ظرفیت زراعی نگه‌داری و پس از آن با استفاده از روش وزنی تا پایان آزمایش پتانسیل آب در حد ۱- مگاپاسکال حفظ شدند. تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار اما متفاوت وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه گیاهچه در ارقام حساس و متحمل شد. نتایج ضرایب همبستگی نشان‌داد، صفات وزن خشک برگ و ریشه بالاترین و وزن خشک ساقه و ارتفاع کمترین همبستگی را با وزن خشک بوته، تحت تنش کمبود آب داشتند. در شرایط تنش میزان تلفات برگ در ارقام متحمل کمتر از ارقام حساس بود. تنش خشکی تأثیر کمتری بر افزیش دمای برگ ارقام متحمل داشت. ارقام ورامین، ۴۳۳۴۷، خرداد، دلتاپاین ۲۵، ۴۳۲۰۰ و-B 433 با کمترین کاهش در میزان تعداد و سطح برگ، و نیز وزن خشک برگ، ریشه و ساقه و وزن خشک بوته و نیز محتوای نسبی آب برگ و هدایت روزنه‌ای به‌عنوان ارقام متحمل و ارقام ۴۳۲۵۹، نازیلی۸۴، کوکر۳۴۹، نارابرای، شیرپان۵۳۹ و Asj2*349 با بیشترین کاهش در مقادیر صفات مذکور به‌عنوان ارقام حساس به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تحمل خشکی، دمای برگ، مقاومت روزنه‌ای، وزن خشک، همبستگی

مقدمه

وجود تنش‌های مختلف زنده و غیرزنده سبب شده است تا گیاهان زراعی تنها به ۱۰ تا ۲۰درصد از عملکرد واقعی خود در شرایط عدم تنش دست یابند (Kafi *et al*., 2009). از بین عوامل مختلف تنش‌زا، تنش خشکی به تنهایی عامل ۴۵ درصد از کاهش محصولات زراعی می‌باشد (Belhassen, 1996). از آنجایی‌که قسمت اعظم اراضی تحت کشت پنبه (*Gossypium hirsutum*) در ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، لذا تنش خشکی جزء جدایی‌ناپذیر سیستم‌های تولید پنبه در این مناطق است. این موضوع با توجه به کشت‌های جایگزین باعث شده است تا زمین‌های تحت کشت پنبه به‌تدریج به اراضی حاشیه‌ای که از شرایط تنش بیشتری برخوردارند، رانده شوند. لذا برآیند مجموعه عوامل مرتبط با سیستم‌های تولید پنبه، لزوم شناسایی و استفاده از ارقام متحمل به تنش خشکی را ایجاد می‌نماید. کمبود آب سبب کاهش رشد گیاه، سطح برگ و در نهایت فتوسنتز می‌شود (Falkenberg, 2003). پژوهش‌گران طی تحقیقی نشان‌دادند که کمبود آب موجب کاهش شدید شاخص سطح برگ شد (Dagdelen *et al.,* 2006). کاهش سطح برگ می‌تواند ناشی از تأثیر بر اندازه برگ و ریزش آن باشد (Boyer, 1985). علاوه بر این کاهش ارتفاع گیاه از اثرات اولیه تنش خشکی در پنبه است (Afshar and Mehrabadi, 2005). بسته به شدت تنش خشکی طی دوره رشد رویشی گیاه، میزان سطح برگ فتوسنتزکننده و تعداد شاخه‌های بارده در پنبه کاهش می‌یابد (Burke (Joleini and Mehrabadi, 2006 ; and Omhony, 2001). تجمع ماده خشک نیز به‌دنبال تنش کمبود آب و تأثیر بر سنتز مواد آلی در گیاه کاهش می‌یابد. تحقیقات نشان‌داد که تنش کمبود آب سبب کاهش تجمع ماده خشک پنبه شد. علاوه بر این همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۹۹^{**}$) بین میزان آب مصرفی و عملکرد مشاهده شد (Dagdelen *et al.,* 2006).

یکی از راه‌کارهای کاهش اثرات منفی تنش خشکی بر رشد و عملکرد پنبه، استفاده از ارقام متحمل به کمبود آب است. نتایج محققان نشان‌داد که با افزایش شدت تنش خشکی مقادیر فتوسنتز

۱- دانشجوی سابق دوره دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد
۲ و ۳- اساتید دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: nezamiahmad@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

خالص، هدایت روزنه‌ای و تعرق کاهش یافت (Deeba, *et al*., 2012). علاوه بَراین، پایش دمای گیاه منفرد و کانوپی می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای تعیین میزان تنش در گیاه پنبه مورد استفاده قرار گیرد (Padhi *et al*., 2012; Falkenberg *et al*., 2003). Nepomuceno *et al*, 1998 نشان‌دادند که تفاوتهای بین ارقام پنبه از حیث سطح تحمل به خشکی می‌تواند در ارتباط با برخی پارامترهای فیزیولوژیک چون سرعت فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای باشد. آن‌ها هم‌چنین نشان‌دادند که ارقام متحمل پنبه توانایی حفظ پتانسیل آب برگ را در مواجهه با تنش کمبود آب ناشی از کاربرد پلی‌اتیلن‌گلایکول داشتند، در حالی‌که ارقام حساس پنبه از چنین قابلیتی برخوردار نبودند. آن‌ها پایش خصوصیات فیزیولوژیک در گیاه پنبه را ابزاری مؤثر در انتخاب و اصلاح ژرم‌پلاسم برشمردند. با این‌حال راه‌کارهای سازگاری و تحمل تنش خشکی بین ارقام پنبه به شکل‌های متفاوت بروز می‌نماید. لذا برخی ارقام در مواجهه با تنش کمبود آب از درجه تحمل بالاتری برخوردارند. اما قطعاً تمامی ارقام متحمل‌تر، عملکرد بالاتری در شرایط تنش و بدون تنش در مقایسه با سایر ارقام نخواهند داشت و لذا رقم ایده‌آل رقمی است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد پایدار و بالا باشد (Blum, 1988; Fernandez, 1992). با این‌حال عملکرد در شرایط تنش اغلب معیار مناسبی برای تحمل نیست، چون تفاوت‌های عملکرد در شرایط تنش به مقدار زیادی تحت تأثیر تفاوت در فرار از خشکی و پتانسیل ذاتی عملکرد قرار می‌گیرد. لذا محققان تلاش کرده‌اند از شاخص‌های دیگری چون ویژگی‌های مرفولوژیک جهت انتخاب ارقام مناسب استفاده کنند (Royo *et al*., 2000). از آنجایی‌که ارزیابی تعداد زیادی از ارقام پنبه در شرایط مزرعه‌ای و اعمال تنش خشکی در آن شرایط دشوار و از دقت کافی لازم برخوردار نیست، و از طرف دیگر همبستگی نسبتاً خوبی بین نتایج تحمل به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای با آزمایشات مزرعه‌ای که گیاه به باروری و برداشت محصول می‌رسد، دیده شده است (Galeshi *et al*., 2005)، لذا در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از صفات مرفولوژیک و وابسته به رشد گیاه در دو شرایط تنش و غیر تنش، تعدادی از ارقام پنبه از حیث تحمل به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۲۲ رقم (جدول۱) از ژرم‌پلاسم گونه آلوتتراپلوئید پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) کشور در دو شرایط تنش خشکی (۱-مگاپاسکال) و عدم تنش خشکی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی سال ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین و کنترل دقیق میزان رطوبت خاک در سطح ۱-مگاپاسکال، از روش وزنی (Galeshi *et al*., 2005 ; Gadallah, 1995) استفاده شد. در این ارتباط سه نمونه ۲۵۰گرمی از خاک مورد استفاده (به نسبت مساوی خاک برگ، خاک مزرعه و ماسه) در آزمایش به‌دقت وزن شد و به‌مدت ۴۸ ساعت در آون قرار گرفت. خاک خشک شده مجدداً وزن شده، داخل ظروف با وزن مشخص ریخته شده و به آرامی و تا سطح ظرفیت اشباع آبیاری شد. سپس با استفاده از دستگاه صفحات فشاری[1]، فشاری برابر ۱۰بار (۱مگاپاسکال) بر آن اعمال شد. سپس با توزین مجدد آن میزان رطوبت وزنی (در پتانسیل ۱-مگاپاسکال) از اختلاف بین وزن به‌دست آمده نسبت به وزن خاک خشک به‌دست آمد. سپس در تمامی گلدان‌ها مقدار یکسانی از نظر وزنی خاک ریخته شد. سپس شش گلدان (که همه از وزن مشابهی برخوردار بودند) به آون منتقل شده و نهایتاً وزن گلدان حاوی خاک خشک تعیین شد. با توجه به محاسبه میزان آب در نمونه خاک با پتانسیل ۱-مگاپاسکال، آبیاری گلدان‌ها در طی تحقیق بر اساس اختلاف وزن گلدان از وزن مرجع (وزن گلدان و گلدان حاوی خاک با پتانسیل آب ۱-مگاپاسکال) صورت گرفت. (توضیح: از هر تیمار تعداد ۲ گلدان اضافه هر یک حاوی سه گیاهچه برای تعیین وزن گیاهچه در طی دوره رشد و به‌منظور تعیین وزن خاک گلدان بدون وزن گیاهچه استفاده شد).

بذر هر رقم برای جلوگیری از رشد عوامل بیماریزای گیاهچه، به‌ویژه قارچ‌ها با استفاده از قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۱/۵ در هزار ضدعفونی شد، سپس هر رقم در گلدانی با حجم یک‌ونیم لیتر (با عمق ۲۲ و قطر دهانه بالایی ۱۸سانتی‌متر) و در هر گلدان تعداد ۱۰بذرکاشت گردید. در مرحله دو برگ حقیقی گلدان‌ها تُنک و در هر تکرار یک بوته نگه‌داری شد. برای پرهیز از هر گونه تنش کمبود آب تا استقرار بوته‌ها (مرحله ۲برگ حقیقی) آبیاری گلدان‌ها به گونه‌ای انجام شد که گیاهچه‌ها هیچ‌گونه تنشی را دریافت ننمایند. پس از این مرحله خاک گلدان‌های تحت تنش خشکی در طول دوره آزمایش (تا مرحله هفت-هشت برگ حقیقی) در حد پتانسیل ۱-مگاپاسکال و گلدان‌های شاهد بر اساس میزان رطوبت وزنی در طول دوره آزمایش در حد ظرفیت زراعی نگه‌داری شدند. صفات مورد اندازه‌گیری در این پژوهش شامل ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه، ریشه و کل گیاهچه بود. هم‌چنین درصد کاهش صفات در هر رقم در شرایط تنش نسبت به عدم تنش در پایان دوره آزمایش تعیین و ثبت شد. مقاومت روزنه‌ای و دمای برگ نیز به‌وسیله دستگاه پرومتر مدل Decagon Devices, Inc بر روی سه برگ از هر گیاهچه اندازه‌گیری و میانگین آن مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برای تعیین محتوای نسبی آب برگ، از برگ‌های توسعه‌یافته در قسمت فوقانی

1- Pressure plate

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه نمونه‌برداری شد. برگ‌ها بلافاصله بعد از جمع‌آوری از گیاه وزن شده و وزن تَر آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس برگ‌ها به درون لوله‌های آزمایش محتوی آب‌مقطر انتقال یافته و به‌مدت ۲۴ساعت جهت آب‌گیری کامل در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

جدول۱- نام و منشاء ارقام پنبه

Table1- Name and origin of cotton cultivars

ردیف Row	نام Name	منشاء Origin	ردیف Row	نام Name	منشاء Origin
1	۴۳۲۰۰(43200)	Greeceیونان	12	(Irma323) ایرما ۳۲۳	Turkeyترکیه
2	۴۳۲۵۹ (43259)	Iran ایران	13	KC-8801	Iran ایران
3	۴۳۳۴۷ (43347)	Greece یونان	14	KC-8802	Iran ایران
4	۸۱۸– ۳۱۲(818-312)	Greece یونان	15	(Narabri) نارابرای	Australiaاسترالیا
5	Asj2 * 349	USA آمریکا	16	(Nazili84) نازیلی۸۴	Turkey ترکیه
6	B-433	Bulgaria بلغارستان	17	(Sahel) ساحل	Iran ایران
7	B-557	Pakistanپاکستان	18	(Super okra) سوپراُکرا	Australia استرالیا
8	(Shirpan 539) شیرپان ۵۳۹	Bulgaria بلغارستان	19	(Tabladila) تابلادیلا	Spain اسپانیا
9	(Coker349) کوکر۳۴۹	USA آمریکا	20	(Khordad) خرداد	Iran ایران
10	(Crema) کرما	Spainاسپانیا	21	(Sepid) سپید	Iran ایران
11	(Deltapine 25) دلتاپاین ۲۵	USA آمریکا	22	(Varamin) ورامین	Iran ایران

پس از ۲۴ساعت برگ‌های فوق دوباره وزن شده و وزن برگ‌های اشباع شده اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌های فوق در آون در دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت خشک گردیده و دوباره وزن شده و بدین‌ترتیب وزن خشک برگ‌ها محاسبه گردید. از معادله زیر جهت تعیین میزان نسبی آب برگ استفاده شد:

= محتوای نسبی آب برگ (درصد)

۱۰۰*[(وزن خشک برگ–وزن برگ آماس کرده)/(وزن خشک برگ–وزن تربرگ)]

تجزیه واریانس و همبستگی صفات به‌وسیله نرم‌افزارهایSAS و Excel انجام شد و مقایسه میانگین صفات به‌وسیله آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد و سطح برگ

تنش خشکی موجب تغییر معنی‌دار ($p< 0.01$) تعداد برگ باقی‌مانده در گیاهچه ارقام مورد بررسی شد (جدول ۲). به‌طوری‌که رقم نارابرای که با ۸/۷ از بالاترین تعداد برگ در بوته در بین ارقام برخوردار بود، پس از اعمال تنش خشکی با ۷۰/۸درصد کاهش به تعداد ۲/۵برگ در بوته رسید، که از نظر آماری معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). کمترین تعداد برگ در بوته در پایان دوره تنش خشکی متعلق به رقم نازیلی۸۴ با ۲/۳برگ بود. این مقدار معادل ۶۳/۹ درصد کاهش در تعداد برگ این رقم پس از اعمال تنش خشکی بود. رقم ورامین با ۲۳/۳درصد از کمترین تلفات برگ در بین ارقام برخوردار بود (جدول۴).

تنش کمبود آب موجب کاهش معنی‌دار ($p< 0.01$) سطح برگ (جدول۲) به‌میزان ۴۵/۸ درصد شد. سطح برگ گیاهچه در شرایط تنش و غیر تنش خشکی به‌ترتیب برابر ۱۱۷/۲ و ۲۱۶/۷ سانتی‌متر مربع بود. کاهش توسعه سطح برگ در اثر محدودیت آب در پنبه به اثبات رسیده است (Boyer, 1985). Parida *et al*., 2007 نیز کاهش سطح برگ در ارقام پنبه را در طی تنش خشکی کوتاه مدت گزارش نمودند. تفاوت بین سطح برگ ارقام پنبه از نظر آماری معنی‌دار ($p< 0.01$) بود. ارقام ۴۳۲۵۹ و کوکر۳۴۹ به‌ترتیب بیشترین و کمترین سطح برگ را در بین ارقام مورد بررسی داشتند (جدول۴). تفاوت بین ارقام از نظر کاهش به‌وجود آمده در سطح برگ ناشی از تنش خشکی در مقایسات میانگین انجام شده معنی‌دار بود (جدول۴) و ارقام مورد بررسی حساسیت‌های متفاوتی را از خود نشان‌دادند. برهم‌کنش تنش خشکی در ارقام مورد بررسی از نظر آماری غیرمعنی‌دار بود. Quisenbery and McMichael, 1996 نشان‌دادند که با ثابت‌بودن سطح کل برگ، ارقامی از پنبه که دارای تعداد برگ بیشتر ولی برگ‌های کوچک‌تری بودند، عملکرد بیشتری در شرایط تنش خشکی داشتند.

ارتفاع بوته

از آنجایی‌که یکی از واکنش‌های اولیه ساختارهای گیاهی به دنبال کمبود آب درون‌سلولی کاهش تقسیم سلولی و میزان بزرگ‌شدن آن‌ها می‌باشد (Rai and Takabe, 2006)، لذا واکنش

www.SID.ir

Archive of SID

اغلب گیاهان زراعی پس از طی یک دوره تنش خشکی کاهش جثه گیاه می‌باشد (Kafi *et al*., 2009). نتایج بیان‌گر تأثیر معنی‌دار ($p<0.01$) تنش خشکی بر ارتفاع بوته و نیز تفاوت معنی‌دار ($p<0.01$) بین ارقام از حیث این صفت بود (جدول۲). کاهش ارتفاع پنبه به‌عنوان یکی از اثرات مهم تنش رطوبتی توسط Grimes and Yamada, 1982 گزارش شده است. اثر متقابل تنش خشکی و ارقام پنبه از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<0.01$). درصد تغییرات (کاهش) ارتفاع بوته هر یک از ارقام در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون تنش در همان رقم از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول۳). رقم ورامین با کمترین میزان کاهش ارتفاع (به‌میزان۴/۱درصد) در مقایسه با سایر رقم‌ها برتری نشان‌داد (جدول۵). ارقام ۴۳۲۰۰، ۴۳۳۴۷ (ارمغان) و ساحل که ارقام تجاری می‌باشند نیز کاهش ارتفاع بوته نسبتاً کمی را در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی در شرایط تنش خشکی از خود نشان‌دادند. تنش خشکی بیشترین تأثیر را در ارقام کوکر۳۴۹، ۴۳۲۵۹ (گلستان)، ایرما۳۲۳، نارابرای و سوپراُکرا داشت (جدول۴). بیشترین ارتفاع بوته با ۲۸۵ و ۲۸۰میلی‌متر به‌ترتیب متعلق با ارقام سوپراُکرا و کوکر۳۴۹ بود که در شرایط بدون تنش به‌دست آمد. علاوه بر این ارتباط مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با تعداد و سطح برگ در بوته مشاهده شد (جدول۵). با این وجود تنش خشکی تأثیر بیشتری بر تعداد برگ در بوته در مقایسه با ارتفاع بوته داشت.

وزن خشک برگ

نتایج نشان‌داد برهم‌کنش تنش خشکی و رقم بر وزن خشک برگ در گیاهچه از نظر آماری معنی‌دار است (جدول۲). تنش خشکی بیشترین تأثیر(۸۳/۹درصد کاهش) را بر وزن خشک برگ رقم ۴۳۲۵۹ که در شرایط غیر تنش بالاترین وزن خشک برگ را داشت باقی گذارد (جدول۴) که در مقایسه با سایر ارقام از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول۳). رقم B-433 که در شرایط غیر تنش دارای کمترین وزن خشک برگ در گیاهچه بود، نیز کمترین کاهش وزن خشک را پس از اعمال تنش خشکی به‌میزان ۳۰/۴ نشان‌داد. این موضوع حاکی از این است که ارقامی که در شرایط تنش خشکی بیشترین وزن خشک برگ را تولید نموده‌اند، الزاماً کاهش وزن خشک برگ کمتری نسبت به شاهد خود نداشته‌اند. بر اساس نتایج ضرایب همبستگی، تغییرات وزن خشک برگ بیشتر با تغییرات سطح برگ ($r=0/82^{**}$) و سپس با تعداد برگ ($r=0/76^{**}$) ارتباط داشت (جدول۵). این موضوع بیان‌گر اهمیت تغییرات سطح برگ بر میزان تحمل به تنش خشکی در ارتباط با تولید ماده خشک می‌باشد. Galeshi *et al*., 2005 ابراز داشتند که سطح برگ در ارقام پنبه بیشترین کاهش را در نتیجه تنش خشکی نسبت به سایر صفات دارد.

وزن خشک ساقه

نتایج بیان‌گر معنی‌دار بودن اثر متقابل تیمار تنش خشکی و ارقام پنبه بر وزن خشک ساقه بود (جدول۲). به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه با ۲۱۸۹ و ۳۱۵ میلی‌گرم به‌ترتیب متعلق به ارقام ۴۳۲۵۹ (گلستان) و کوکر۳۴۹ بود. با این‌حال رقم ۴۳۲۵۹ با ۷۷/۳ درصد بالاترین و رقم ورامین ۲۵/۲درصد از کمترین میزان کاهش در وزن خشک ساقه به‌دنبال تنش خشکی برخوردار بودند (جدول ۴). رجوع به ضرایب همبستگی بین وزن خشک ساقه با ارتفاع، تعداد و سطح برگ گیاهچه بیان‌گر تأثیر معنی‌دار تغییرات این صفات به‌ویژه با صفت وزن خشک برگ بود (جدول۵). این موضوع مبیّن اهمیت اختصاص بیشتر ماده خشک به برگ‌ها در هردو شرایط تنش و به‌ویژه در شرایط آبیاری کامل می‌باشد.

وزن خشک ریشه

واکنش ارقام پنبه به تنش کمبود آب در رابطه با تغییرات رشد و وزن خشک ریشه از نظر آماری معنی‌دار ($p<0.01$) بود (جداول ۲ و۳). به‌طوری‌که ارقام ۴۳۲۵۹ و نارابرای که دارای بالاترین وزن خشک ریشه در شرایط آبیاری کامل بودند، در شرایط تنش خشکی بیشترین کاهش در وزن خشک ریشه را نشان‌دادند. کمترین میزان کاهش در وزن خشک ریشه به‌دنبال تنش خشکی متعلق به ارقام ۴۳۳۴۷ و ورامین بود (جدول۴). توجه به نتایج به‌دست آمده به روشنی معلوم می‌سازد که ارقامی چون ورامین و ۴۳۳۴۷ که از کمترین میزان کاهش در سطح برگ و وزن خشک برگ و ساقه برخوردار بودند، کمترین کاهش در وزن خشک ریشه را نشان‌دادند، در حالی‌که ارقامی چون ۴۳۲۵۹، Asj2*349، کوکر۳۴۹، نارابرای و نازیلی۸۴ با کاهش قابل‌ملاحظه در سطح و وزن خشک برگ و در نتیجه کاهش سطح تعرق‌کننده، نیازی به گسترش بیشتر ریشه نداشته و در نتیجه با کاهش بیشتر وزن خشک ریشه در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها مواجه شدند. کاهش وزن خشک ریشه و نیز نسبت وزن خشک ریشه به اندام‌های هوایی در پنبه به‌دنبال تنش خشکی نیز گزارش شده است (Zhao and Oosterhuis, 1997).

وزن خشک بوته

وزن خشک بوته نشان‌گر برآیند میزان واکنش تمامی اجزاء رشد نسبت به تنش خشکی است. نتایج نشان‌داد تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار ($p<0.01$) وزن خشک بوته (جدول۲) به‌میزان ۶۲/۹ درصد در نتیجه کاهش سطح و تعداد برگ، ارتفاع بوته و وزن خشک ریشه شد. بر اساس ضرایب همبستگی تغییرات وزن خشک برگ ($r=0/95^{**}$)، ساقه ($r=0/94^{**}$)، ریشه ($r=0/92^{**}$) و تعداد برگ ($r=0/80^{**}$) بیشترین تأثیر را بر میزان تغییر وزن خشک بوته داشتند (جدول۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعداد و سطح برگ، وزن خشک اجزاء و کل بوته و صفات فیزیولوژیک ارقام پنبه

Table 2- Analyze variance of number and leaf area, dry weight whole cotton cultivars plantlet and its components and physiologic traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد برگ بوته No of Plant.leaf	سطح برگ بوته Plant leaf area	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک بوته Plant dry weight	محتوای نسبی آب برگ RWC	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance	دمای برگ Leaf temperature
رقم (Cultivar)	21	0.707$^{n.s}$	8541.386**	2672.642**	121195.866**	155054.571**	865589.633**	605200.089**	61.826**	1691174.603**	5.900**
خشکی (Drought)	1	256.485**	326578.912**	80660.371**	30852135.273**	28038021.939**	12804519.273**	208360370.94**	9381.241**	145857784.364**	421.225**
رقم× خشکی (Cultivar×Drought)	21	1.818**	2457.888$^{n.s}$	1069.387**	189520.209**	175520.892**	106472.622**	915009.638**	99.907**	1560840.221**	5.914**
خطا (Error)	88	0.597	1515.108	315.834	26039.144	6463.265	17090.902	176293.902	5.505	589090.280	0.102
ضریب تغییرات (CV)		15.2%	13.3%	8.1%	15.2%	14.2%	19.8%	15.3%	3.0%	15.1%	1.1%

$^{n.s}$, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% respectively. $^{n.s}$، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک‌درصد

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد تغییرات وزن خشک اجزاء بوته، و صفات فیزیولوژیک ارقام پنبه در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش

Table 3- Analyze variance of variation percent of components of plant dry weight and physiologic traits in drought stress compared with control in cotton cultivars

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد تغییرات هر یک از صفات نسبت به شاهد Variation percent of each trait than its control									
		تعداد برگ بوته No of plant leaf	سطح برگ بوته Plant leaf area	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک بوته Plant dry weight	محتوای نسبی آب برگ RWC	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance	دمای برگ Leaf temperature
(Replication) تکرار	2	22.029$^{n.s}$	385.035$^{n.s}$	31.447$^{n.s}$	33.545$^{n.s}$	112.373$^{n.s}$	210.272$^{n.s}$	52.698$^{n.s}$	11.420$^{n.s}$	16047.514$^{n.s}$	4.682$^{n.s}$
رقم (Cultivar)	21	452.436*	489.064*	215.897**	494.362**	1072.878**	457.629**	323.188**	224.729*	152793.288**	168.439**
خطا (Error)	42	142.394	215.095	69.637	30.552	411.926	84.309	18.842	5.441	4983.169	2.433
ضریب تغییرات (CV)		19.03%	13.2%	12.2%	9.2%	15.4%	14.9%	7.1%	12.3%	16.8%	12.3%

$^{n.s}$, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% respectively $^{n.s}$ * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک‌درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- میانگین صفات مرفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام پنبه و درصد تغییرات آنها در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش در هر رقم

Table 4- Mean of physiologic and morphologic traits and their variations percent in drought stress compared with control in each cotton cultivars

رقم Cultivar	تعداد برگ بوته No of plant	سطح برگ بوته Plant leaf area	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن خشک (Dry weight) (mg)				محتوای نسبی آب برگ RWC	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance ($s.m^{-1}$)	دمای برگ Leaf temperature (°C)
				برگ(Leaf)	ساقه (Stem)	ریشه (Root)	بوته (Plant)			
43200	4.8 (-28.9)	177.3 (-57.0)	169.0 (-8.6)	1189.7 (-53.5)	733.8 (7.7)	641.2 (-54.5)	2732.8 (-48.7)	80.1 (-6.8)	1632.3 (346.7)	28.9 (10.1)
43259	5.4 (-58.6)	308.6 (19.0)	213.8 (-35.7)	1344.8 (-83.9)	1340.3 (-77.3)	911.5 (-79.5)	3596.7 (-80.7)	79.9 (-10.9)	2064.2 (716.5)	30.0 (-1.1)
43347	5.3 (-39.3)	151.9 (-28.1)	210.0 (-9.1)	1103.2 (-46.1)	916.2 (-36.3)	546.8 (-38.8)	2566.2 (-41.7)	81.4 (-29.7)	2763.0 (938.5)	29.6 (20.5)
818-312	4.5 (-50.0)	140.7 (-43.6)	228.0 (-18.3)	873.5 (-59.9)	953.7 (-58.1)	560.2 (-66.2)	2249.5 (-62.4)	83.0 (-29.7)	1968.5 (718.7)	29.4 (27.8)
Asj2*349	5.2 (-44.5)	151.8 (-35.2)	238.3 (-22.3)	947.5 (-70.9)	949.3 (-75.9)	708.7 (--69.0)	26056 (-72.5)	77.0 (-24.1)	1945.5 (433.2)	29.5 (25.1)
B-433	4.8 (-28.9)	152.2 (-25.8)	247.9 (-21.9)	932.8 (-30.4)	1082.7 (-58.4)	830.3 (-77.7)	2775.2 (-55.7)	79.7 (-26.5)	1404.7 (498.1)	31.2 (9.3)
B-557	4.8 (--36.7)	17.1.7 (-57.0)	195.4 (-20.9)	1122.7 (-63.5)	1105.7 (-63.0)	703.0 (-62.4)	2931.3 (-63.1)	79.0 (-3.8)	1813.5 (418.8)	31.6 (13.4)
Shirpan539	4.9 (-44.4)	176.3 (-58.4)	216.6 (-18.2)	1180.7 (-73.4)	1160.3 (-69.1)	525.5 (-69.5)	2866.5 (-71.1)	81.9 (-18.9)	1724.0 (205.7)	31.5 (17.0)
Coker349	4.8 (-54.1)	118.0 (-51.1)	228.3 (-36.3)	808.5 (-71.2)	874.7 (-76.7)	473.8 (-62.6)	2157.0 (-71.5)	75.3 (-19.0)	1015.5 (294.4)	30.5 (22.1)
Crema	5.6 (-40.0)	155.9 (-37.0)	245.0 (-22.3)	979.8 (-49.4)	1190.0 (-59.9)	672.2 (-52.4)	2842.0 (-54.2)	72.0 (-30.8)	1154.2 (517.1)	30.1 (11.9)
Deltapine25	5.1 (-28.7)	213.2 (-48.2)	172.5 (-12.6)	1323.2 (-52.9)	1113.5 (-64.0)	633.8 (-35.9)	3013.0(-57.0)	78.4 (-23.5)	2048.5 (135.4)	30.8 (7.5)
Irma323	5.0 (-33.3)	153.5 (-56.8)	219.7 (-27.3)	1045.0 (-74.9)	1004.3 (-64.1)	619.3 (-68.2)	2668.7 (-70.5)	84.5 (-16.3)	930.3 (314.9)	31.6 (12.9)
KC-8801	5.0 (-42.1)	174.4 (-34.5)	222.9 (-24.2)	1007.3 (-54.1)	1084.5 (-64.6)	647.7 (-67.5)	2831.8 (-59.8)	79.8 (-11.3)	1100.0 (184.0)	30.6 (4.0)
KC-8802	5.0 (-32.1)	154.8 (-42.1)	235.5 (-13.4)	931.8 (-63.1)	1334.2 (-60.1)	612.8 (-67.8)	2878.8 (-64.6)	80.7 (-25.9)	1262.0 (346.1)	31.9 (11.5)
Narabrai	5.6 (-70.8)	163.6 (-53.2)	219.6 (-28.9)	1092.8 (-59.9)	1043.2 (-64.9)	962.0 (-797)	3112..3 (-68.3)	81.0 (--27.1)	1501.8 (175.0)	30.0 95.7)
Nazili84	4.5 (-63.9)	174.7 (-64.5)	236.3 (-19.0)	1068.7 (-78.9)	1151.2 (-71.4)	677.5 (-61.0)	2897.3 (-72.1)	74.5 (-23.3)	2717.8 (792.7)	31.4 (12.7)
Sahel	5.2 (-35.2)	168.3 (-47.8)	232.1 (-9.2)	1097.0 (-51.2)	952.2 (-54.8)	715.8 (-64.5)	2764.7 (-64.1)	72.6 (-25.8)	1629.5 (581.3)	29.3 (5.9)
Super okra	5.2 (-44.2)	149.8 (-31.6)	245.0 (-27.6)	1009.7 (-50.0)	966.8 (-54.2)	711.5 (-57.0)	2688.2 (-56.8)	80.0 (-17.7)	1090.3 (214.8)	30.3 (1.1)
Tabladila	5.3 (-27.8)	193.3 (-64.5)	212.5 (-15.1)	1290.7 (-67.7)	993.2 (-64.8)	599.7 (-67.9)	2887.8 (-66.3)	78.3 (-10.5)	2040.2 (551.4)	32.1 (17.1)
Khordad	5.8 (-35.7)	147.4 (-43.9)	228.8 (-24.0)	955.3 (-46.3)	1047.7 (-52.6)	646.5 (-53.4)	2649.5 (-51.0)	76.6 (-3.1)	1300.5 (403.3)	31.7 (17.4)
Sepid	5.0 (-41.7)	133.2 (-36.8)	200.4 (-15.9)	958.7 (-66.6)	763.5 (-54.90	555.3 (59.0)	2277.5 (-56.4)	78.4 (-9.9)	1294.2 (409.7)	29.3 (18.0)
Varamin	4.6 (-23.3)	142.2 (-35.9)	212.1 (-4.1)	992.0 (-50.6)	789.2 (-25.2)	542.5 (-37.4)	2323.7 (-39.7)	82.2 (-21.5)	861.8 (140.6)	31.0 (9.0)
$LSD_{(0.05)}$	0.9 (-19.3)	44.1 (-31.4)	20.4 (-13.6)	185.1 (-9.1)	284.5 (-32.8)	150.0 (-15.6)	481.7 (-7.40	2.7 (-3.8)	480.6 (116.3)	0.4 (2.6)

در هر ستون اعداد داخل پرانتز درصد تغییرات صفت در هر رقم نسبت به شاهد همان رقم می‌باشد.

In each column, data in parenthesis are variation percent of trait at each cultivar compared with control in the same cultivar.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مرفوفیزیولوژیک در ارقام پنبه

Table 5- Simple correlation coefficient among morphophysiological traits in cotton cultivars

صفات مرفوفیزیولوژیک پنبه morphophysiological traits of cotton	تعداد برگ بوته No of plant leaf	سطح برگ بوته Plant leaf area (cm^2)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (mg)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (mg)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن خشک بوته Plant dry weight (mg)	محتوای نسبی آب برگ RWC	مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance ($s.m^{-1}$)	دمای برگ Leaf temperature (°C)
تعداد برگ در بوته No of plant leaf	1.00									
سطح برگ در بوته Plant leaf area	0.57**	1.00								
ارتفاع بوته Plant height	0.70**	0.32**	1.00							
وزن خشک برگ Leaf dry weight	0.76**	0.82**	0.50**	1.00						
وزن خشک ساقه Stem dry weight	0.73**	0.70**	0.67**	0.84**	1.00					
وزن خشک ریشه Root dry weight	0.77**	0.69**	0.63**	0.82**	0.85**	1.00				
وزن خشک بوته Plant dry weight	0.80**	0.79**	0.62**	0.95**	0.94**	0.92**	1.00			
محتوای نسبی آب برگ RWC	0.72**	0.55**	0.49**	0.70**	0.68**	0.69**	0.73**	1.00		
مقاومت روزنه‌ایStomatal resistance	-0.71**	-0.49**	-0.56**	-0.71**	-0.67**	-0.67**	-0.73**	-0.72**	1.00	
دمای برگ Leaf temperature	-0.65**	-0.54**	-0.46**	-0.66**	-0.58**	-0.61**	-0.65**	-0.67**	0.67**	1.00

** معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک‌درصد ** is significant at 1%

Galeshi *et al*, 2005 در این مورد بیان داشتند که کاهش وزن خشک کل بوته پنبه در نتیجه کاهش وزن خشک برگ و ساقه بود. تأثیر تنش خشکی بر ارقام پنبه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول۲). به‌طوری‌که رقم ۴۳۲۵۹ که از بالاترین وزن خشک گیاهچه برخوردار بود، به‌دنبال تنش خشکی، کاهش ۸۰/۷درصدی را تجربه کرد، در حالی‌که رقم کوکر۳۴۹ که دارای کمترین وزن خشک گیاهچه بود، تنها ۷۱/۵ درصدکاهش را در وزن خشک خود نشان‌داد. کمترین کاهش (۳۹/۷درصد) در وزن خشک گیاهچه متعلق به رقم ورامین بود (جدول۴).

محتوای نسبی آب برگ

تنش خشکی سبب کاهش قابل توجه و معنی‌دار ($p< 0.01$) محتوای نسبی آب برگ ارقام پنبه شد (جدول۲). محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی و آبیاری کامل به‌ترتیب ۷۰/۵ درصد و ۸۷/۴ درصد بود که نشان از کاهش ۱۹/۷درصدی محتوای نسبی آب برگ بود. Leidi *et al*, 1999 نیز نشان‌دادند، تنش خشکی منجر به کاهش سطح برگ، پتانسیل اسمزی و محتوای نسبی آب برگ شد. ارقام موردمطالعه نیز تفاوت معنی‌داری را در ارتباط با محتوای نسبی آب برگ خود نشان‌دادند. به‌طوری‌که ارقام ایرما۳۲۳ و کرما به‌ترتیب با ۸۴/۵ درصد و ۷۲ درصد از بالاترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ برخوردار بودند. اثر متقابل تنش خشکی و رقم معنی‌دار بوده و نتایج نشان‌داد، بالاترین محتوای نسبی آب برگ (۹۷/۵درصد) در شرایط آبیاری کامل متعلق به رقم۳۱۲-۸۱۸ و کمترین آن (۶۱/۹درصد) در شرایط تنش خشکی متعلق به رقم ساحل بود (جداول۳ و۴). به‌طور کلی ارقام متحمل‌تر مقادیر کمتری از کاهش محتوای نسبی آب برگ را در مواجهه با تنش خشکی در مقایسه با ارقام حساس نشان‌دادند. هم‌چنین گیاهان با محتوای نسبی آب برگ بالاتر، از وزن خشک بیشتری برخوردار بودند (جدول۵) و (شکل ۱-a). محققان ارتباط خوبی را بین محتوای نسبی بالاتر آب برگ با سازگاری بیشتر ارقام در مناطق خشک گزارش نمودند (Blum *et al*., 1981).

مقاومت روزنه‌ای

تنش خشکی تأثیر بارز و معنی‌داری ($p< 0.01$) بر مقاومت روزنه‌ای داشت. میزان مقاومت روزنه‌ای که در شرایط آبیاری کامل برابر ۵۵۱ثانیه بر متر بود، در شرایط تنش خشکی مقدار آن با ۴/۸برابر افزایش به عدد ۲۶۵۴ثانیه بر متر رسید. به‌عبارت دیگر میزان مقاومت روزنه‌ای افزایشی معادل ۳۸۱/۷ درصد را نشان‌داد. این مقدار کاهش در میزان هدایت روزنه‌ای تأثیر به‌سزایی بر میزان فتوسنتز خالص گیاه پنبه باقی می‌گذارد، با این وجود افزایش میزان مقاومت روزنه‌ای، به‌گونه‌ای که منجر به خسارت به دستگاه فتوسنتزی گیاه در نتیجه افزایش دما و خسارات فتواُکسیداتیو در گیاه نگردد، می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری برای مقابله با دوره‌های کوتاه‌مدت تنش خشکی و پرهیز از خسارات ناشی از پسابیدگی در گیاه مفید واقع گردد (Nepomuceno *et al*., 1998). ارقام پنبه از حیث میزان مقاومت روزنه‌ای تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای را نشان‌دادند (جدول۲). ارقام ۴۳۳۴۷ و نازیلی۸۴ هر

www.SID.ir

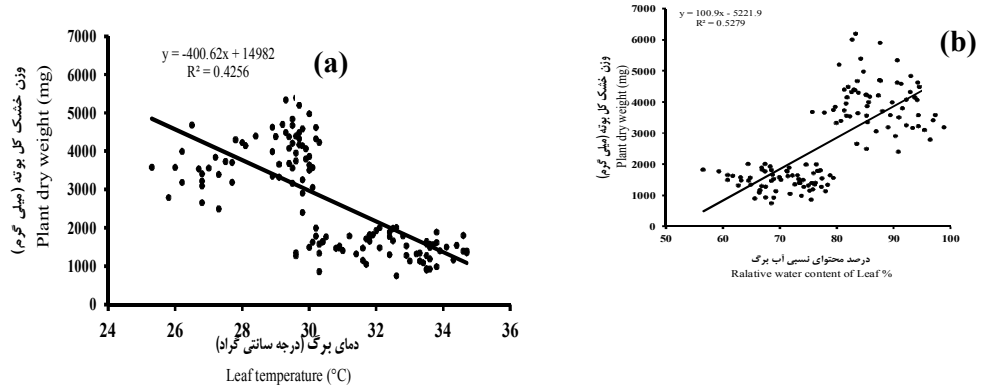
Archive of SID

کدام با ۲۷۶۳ و ۲۷۱۷/۸ ثانیه بـر متـر بـالاترین و ارقـام ورامـین و ایرما۳۲۳ به‌ترتیب با ۸۶۱/۸ و ۹۳۰/۳ ثانیه بر متر کمتـرین مقاومـت روزنه‌ای را نشان‌دادند (جـدول۴). بـا ایـن وجـود بیشـترین افـزایش مقاومت روزنه‌ای در اثـر تـنش خشـکی متعلـق بـه ارقـام ۴۳۳۴۷ و نازیلی۸۴ بود (جدول۴).

اثر متقابل تنش خشکی و ارقام پنبه از نظر آماری معنی‌دار بـود ($P< 0.01$). در شرایط تنش خشکی بالاترین میزان مقاومت روزنه‌ای (۵۰۴۱/۷ثانیه بر متر) متعلق به رقم ۴۳۳۴۷ و کمترین آن (۱۲۱۶ثانیه بر متر) متعلق به رقم ورامین بود. در شرایط آبیاری کامل بالاترین و کمترین میزان مقاومت روزنه‌ای به‌ترتیب با ۱۲۲۱ و ۳۲۷/۳ ثانیه بـر متر متعلق به ارقام دلتاپاین۲۵ و کرما بود. صرف‌نظر از افزایش بالای مقاومت روزنه‌ای رقم۴۳۳۴۷ در شرایط تنش خشکی، میزان افـزایش مقاومت روزنـه‌ای در ارقـام حساسـی چـون: نـازیلی۸۴، کـوکر۳۴۹، نارابرای، شیرپان۵۳۹ و Asj2*349 در مقایسه با ارقام متحمل‌تـری چـون: ورامـین، خـرداد، دلتاپـاین۲۵، ۴۳۲۰۰ و B-433 بیشـتر بـود. همبستگی بین مقاومت روزنه‌ای با دیگر صفات اندازه‌گیری شده منفی و معنی‌دار بوده و نشان‌دهنده تأثیر منفی افزایش این صفت بر سـایر صفات گیاهی بود (جدول۴).

تنش خشکی سبب افزایش معنی‌دار دمای برگ گیـاه پنبـه شـد. میانگین دمای برگ ارقام پنبه در شرایط آبیاری کامل برابر با $28/8^{\circ}C$ بود که در شرایط تنش خشکی بـا ۱۲/۲درصـد افـزایش بـه $32/3^{\circ}C$ رسید. افزایش دمـای بـرگ در اثـر تـنش خشـکی توسـط محققـان (Falkenberg *et al*., 2003; Padhi *et al*., 2012) تأییـد شـده است. این افزایش از یک طرف مربوط به کاهش محتوای نسـبی آب برگ و از طرف دیگر در ارتباط با کاهش هدایت روزنه‌ای بود. علاوه بَر این، نتایج نشان‌داد میزان تولید ماده خشک گیاهچه ارقام پنبه بـا افزایش دمای برگ کاهش معنی‌داری پیدا می‌نماید (شکل۱– b). بـا بروز تنش خشکی در گیاهچه ارقام پنبه، بـرگ‌هـا آب بیشـتری را از دست داده، میزان هدایت روزنه‌ای در اثر تنظـیم روزنـه‌ای کـاهش و فرآیند سردشدن تعرقی کاهش قابل‌ملاحظه‌ای پیدا می‌کرد (جداول۴ و ۵). ارقام مورد بررسـی تفـاوت معنـی‌داری را از نظـر دمـای بـرگ نشان‌دادند (جدول۲). در ایـن خصـوص رقـم تـابلادیلا بـا $32/1^{\circ}C$ بالاترین و رقم شـماره۴۳۲۰۰ بـا $28/9^{\circ}C$ از کمتـرین دمـای بـرگ برخوردار بودند (جدول۴). تفاوت میانگین دمای برگ ارقام حسـاس و متحمل در شرایط تنش و غیر تنش چندان محسوس نبود، ولی نتایج نشان‌داد میزان افزایش دمای برگ در ارقام حساس پس از مواجهه با تنش خشکی در مقایسه با ارقام متحمل بیشتر است (جدول۴).

دمای برگ



شکل۱- همبستگی بین وزن خشک بوته با (الف) محتوای نسبی آب برگ و (ب) دمای برگ در ارقام پنبه
Figure 1- Correlation between plant dry weight with (a) RWC and (b) Leaf temperature in cotton cultivars

نتیجه‌گیری

تنش خشکی شایع‌ترین نوع تنش در مناطق خشک و نیمه‌خشک و به‌ویژه در مناطق تحت کشت پنبه در کشور محسوب می‌شود. یکی از راه‌کارهای کاهش اثرات سوء تنش خشکی، استفاده از ارقام متحمل به تنش خشکی و اصلاح آن‌ها برای افزایش سطح تحمل و عملکـرد است. لذا ارزیابی و تعیین ارقام متحمل به تنش خشکی، گام نخسـت در این‌راستا می‌باشد. از آنجایی‌که عملکرد در پنبه تا اندازه زیـادی در ارتباط با میزان رشد رویشی اولیه و ایجاد ساختارهای حاوی اندام‌های بارده (گل و غوزه) در گیاه می‌باشد و از طرف دیگر ورود به فاز زایشی و غوزه‌بندی و نیاز بالای آن‌ها برای مواد فتوسنتزی موجـب کـاهش میزان رشد رویشی به‌ویژه در شرایط تنش خشکی می‌شود، لذا ارقامی که از توانایی رشد رویشی بیشتری در این دوره (مرحلـه گیاهچـه‌ای)

www.SID.ir

Archive of SID

برخوردارند، قابلیت بیشتری برای دست‌یابی به عملکردهای بالا تحت شرایط یکسان خواهند داشت. تنش خشکی اجزاء رشد در گیاه را در اندازه‌های متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این‌حال به‌نظر می رسد وزن خشک گیاه می‌تواند به‌عنوان برآیند تمامی اجزاء ملاک عمل قرار گیرد. نتایج نشان‌دادند تنش خشکی بیشترین تأثیر منفی را بر وزن خشک ریشه به‌میزان ۶۴/۲ درصد داشت. کمترین تأثیر منفی ناشی از تنش به‌میزان ۴/۹درصد متعلق به نسبت ریشه به اندام‌های هوایی بود. بر اساس ضرایب همبستگی به‌دست آمده، وزن خشک برگ و ریشه بالاترین و وزن خشک ساقه و ارتفاع کمترین همبستگی را با وزن خشک بوته در شرایط تنش خشکی داشتند. میانگین درصد کاهش تعداد و سطح برگ ارقام متحمل در شرایط تنش خشکی به‌ترتیب برابر ۳۰/۸ و ۳۹/۲ بود، درحالی‌که این مقادیر برای ارقام حساس برابر ۵۶ و ۴۸/۲ درصد بود. این موضوع حاکی از این مطلب است که ارقام متحمل گرایش بیشتری به حفظ تعداد برگ نسبت به سطح برگ در شرایط تنش دارند، درحالی‌که تنش خشکی تأثیر کمتری بر رشد ریشه آن‌ها می‌گذارد. محتوای رطوبت نسبی برگ به‌دنبال تنش کاهش قابل‌ملاحظه‌ای یافت و ارتباط معنی‌داری بین این صفت با وزن خشک تولیدی مشاهده شد. میزان افزایش مقاومت روزنه‌ای ارقام مورد بررسی در اثر تنش خشکی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تفاوت داشت و در ارقام حساس به‌طور محسوسی بالاتر بود. به‌دنبال تنش خشکی دمای برگ تقریباً در تمامی ارقام افزایش معنی‌داری پیدا نمود و میزان آن در ارقام حساس بیشتر از ارقام متحمل بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده ارقام و ارقام ورامین، ۴۳۳۴۷، خرداد، دلتاپاین۲۵، ۴۳۲۰۰ وB-433 با کمترین کاهش در میزان وزن خشک بوته، تعداد و سطح برگ، و نیز وزن خشک برگ، ریشه و اندام‌های هوایی و محتوای نسبی آب برگ و نیز افزایش کمتر در میزان مقاومت روزنه‌ای به‌عنوان متحمل‌ترین و ارقام ۴۳۲۵۹، نازیلی۸۴، کوکر۳۴۹، نارابرای، شیرپان۵۳۹ و Asj2*349 با بیشترین تغییرات در مقادیر صفات مورد اشاره به‌عنوان حساس‌ترین ارقام نسبت به تنش خشکی اعمال شده در این پژوهش شناخته شدند.

Refferences

1. Afshar, H., and Mehrabadi, H. R. 2005. Cotton crop yield on micro irrigation (tape) system. Final report. Agricultural Engineering Research Institute Press. Karaj. P. 40. (In Persian with English Abstract).
2. Belhassen, E. 1996. Drought in higher plants: Genetical, Physiological and Molecular biological analysis. ENSA-INRA SGAP, Montpellier, France. 152 p.
3. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC. press, Inc. pp. 45-56.
4. Blum, A., Gozlan, G., and Mayer, J. 1981.The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. Crop Science 21: 495-499.
5. Boyer, J. S. 1985. Water transport. Annual review of plant Physioogy. 36: 473-516.
6. Burke, J. J., and Omhony, J. 2001. Protective role in acquired thermo tolerance of developmentally regulated heat shock proteins in cotton seeds. Journal of Cotton Science 2: 147-183.
7. Chaves, M. M. and Oliveira, M. M. 2004. Mechanism underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water- saving agriculture. Journal of Experimental Botany 55: 2365-2384.
8. Dagdelen, N., Yilmaz, E., Sezgin, F. and Gurbuz, T. 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. Agricultural Water Management 82: 63–85.
9. Deeba, F., Pandey, A.K., Ranjan, S., Mishra, A., Singh, R., Sharma,Y.K., Shirke, P.A. and Pandey, V. 2012. Physiological and proteomic responses of cotton (*Gossypium herbaceum* L.) to drought stress. Plant Physiology and Biochemistry 53: 6-18.
10. Falkenberg, N. R., Piccinni, G., Cothren, J. T., Leskovar, D. I. and Rush, C. M. 2003. Remote sensing of biotic and abiotic stress for irrigation management of cotton. Agricultural Water Management 87: 23–31.
11. Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance in proceeding of and the Symposium. Taiwan, 13-16, AUG. ByC. O. Kuo. AVRDC.
12. Fernandez, C. J., Mcinnes, K. J. and Cothern, T. 1996. Water status and leaf area production in water and nitrogen stressed cotton. Crop Science 36: 1224-1233.
13. Gadallah, M. M. A. 1995. Effect of water stress, abscisic acid and proline on cotton plants. Journal of Arid Environment 30: 315-325.
14. Galeshi, S., Farzaneh, S. and Soltani, A. 2005. Investigation of drought tolerance in forty cotton cultivar (*Gossypium hirstum* L.) at seedling stage. Seed and Plant. 21: 65-79. (In Persian with English Abstract).
15. Grimes D.W. and Yamada H. 1982. Relation of cotton growth and yield to minimum leaf water potential. Crop Science 22: 134-139.
16. Joleini, M. and Mehrabadi, H. R. 2006. Investigation on the effect of surface and subsurface drip irrigation methods and irrigation interval on the quality and quantity cotton. Final report. Agricultural Engineering Research Institute Press. Karaj. P. 35. (In Persian with English Abstract).
17. Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati, J. 2009. Physiology of environmental

www.SID.ir

Archive of SID

stresses in plants. Jahade Daneshgahi Mashad Press. Mashad. (In Persian)
18. Leidi, E. O., LoÂpez, M., Gorhamc, J. and GutieÂrre, J. C. 1999. Variation in carbon isotope discrimination and other traits related to drought tolerance in upland cotton cultivars under dry land conditions. Field Crops Research 61: 109-123.
19. Nepomuceno, A. L., Oosterhuis, D. M. and Stewart, J. M. 1998. Physiological responses of cotton leaves and roots to water deficit induced by polyethylene glycol. Environmental and Experimental Botany 40: 29–41.
20. Padhi, J., Misra, R. K. and Payero, J. O. 2012. Estimation of soil water deficit in an irrigated cotton field with infrared thermography. Field crop research 126: 45-55.
21. Parida, A. S., Dagaonkar, V. S., Phalak, M. S., Umalkar, G. V. and Aurangabadkar, L. P. 2007. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery. Plant Biotechnology Reproduction 1: 37–48.
22. Pessarakli, M. 2002. Handbook of Plant and Crop Physiology. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. 997p.
23. Quisenbery, J. E. and McMichael, B. L. 1996. Screening cotton germplasm for root growth potential. Environmental and Experimental Botany 36: 333-337.
24. Rai, A. and Takabe, T. 2006. Abiotic Stress Tolerance in Plants. Toward the Improvement of Global Environment and Food. Published by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands. 256P.
25. Royo, C., Abaza, M., Blanco, R. and Garcia Del Moral, L. F. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Australian Journal plant of Physiology 27: 1051-1059.
26. Zhao, D. and Oosterhuis, D. 1997. Physiological response of growth chamber-grown cotton plants to the plant growth regulator PGR-IV under water-deficit stress. Environmental and Experimental Botany 38: 7-14.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 3, Fall. 2016, p. 403-414

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۴۱۴-۴۰۳

Evaluation of Morphophysiological Traits of Cotton Cultivars (*Gossypium hirsutum*) under Water Deficiency Stress at Seedling Stage

H. R. Mehrabadi[1]- A. Nezami[2*]- M. Kafi[3]- M. R. Ramezani Moghadam[4]

Received: 17-05-2014
Accepted: 31-01-2015

Introduction

Major cultivated cotton regions of Iran are located in dry and semiarid climates, therefore water deficiency or drought stress is inseparable part of cotton production systems in these regions. So identification and introduction of drought tolerant cotton genotypes is crucial. showed that water stress decreased plant growth rate, leaf area and finally photosynthesis in cotton. In addition plant height reduction is a primary effect of water stress. According to results, net photosynthesis, stomatal conductance and transpiration decreased simultaneously with an increase in drought stress intensity.

Physiologic traits monitoring were notified as a proper gadget for selection and improvement of germplasm. Whereas investigation of many genotypes in field conditions under drought stress is difficult and it is not accurate enough, also good correlation has observed between the results of drought tolerance at seedling stage and field experiments, therefore this research has tried to evaluate some of the morphologic traits in cotton genotypes at seedling stage under drought stress and none stress conditions.

Materials and Methods

22 cotton cultivars were grown under none water stress (field capacity) and drought stress conditions (-1MPa) using a factorial arrangement of treatments based on randomized completely design with three replications at College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2011. Then each genotype (10 seed) was sown at a pot (1.5 l^{-1}). At two true leaf stages, pots were tinned to one seedling. Soil moisture content was kept up to two true leaf stages at field capacity and at the end of experiment, it was conserved about -1MPa using weight method.

The measured parameters were:

Plant height, leaf area, dry weight of leaf, stem, root and whole plant and also decreasing percent of each parameter under stress in comparison with control in any genotype was determined at the end of experiment. Stomatal resistance and leaf temperature were measured with leaf porometer set (model Decagon Devices, Inc) on three leaf stage of cotton seedling. Relative water content (RWC) of leaf was also measured. Variance analysis, Comparison of trait means and correlation between traits were carried out using SAS and Excel and least significant difference (LSD).

Results and Discussion

Interaction between water deficiency stress and cotton cultivars were significant ($P<0.01$). Drought stress decreased the number of leaf per plant significantly ($p<0.01$) by about 43.2%. Leaf area decreased significantly ($P<0.01$) under drought stress, but there was not significant correlation between leaf area and total dry mater or leaf dry weight. This object showed that effect of variations of leaf area on the amount of drought tolerance in relation with dry matter production was low. Overall drought stress decreased dry weight of stem (29.1%), leaf (59.9%) and root (61.5%) significantly at the all cultivars in comparison with well-watered condition. According to the correlation coefficient, leaf dry weight altered with changes in leaf surface ($r=0.82^{**}$) and leaf number ($r=0.76^{**}$).

Under conditions (stress and none stress), maximum dry matter had allocated in leaves. In addition to

1- Former PhD Student of Srop Physiology, Ferdowsi University of Mashhad and Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad
2 & 3- Professors of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4- Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad
(*- Corresponding Author Email: nezamiahmad@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

cultivars such as Varamin and 43347 that had the lowest decrease in leaf area and leaf and stem dry weight, root dry weight showed the lowest decrease of. The most decrease of plant dry weight after drought stress belonged to 43259 (80.7%), Asj2*349 (72.5%) and Nazili84 (72.1%) cultivars and the least decrease of plant dry weight after drought stress belonged to Varamin cultivar (39.7%). According to the correlation coefficients, changes of leaf dry weight ($r=0.95^{**}$), stem dry weight ($r=0.94^{**}$) and leaf number per plant ($r=0.80^{**}$) had the most effect on changes of plant dry weight. The results showed that cultivars with the maximum dry weight necessarily had not the lowest decrease of dry weight in comparison with the control. According to the result of leidi and *et al,* (1999) drought stress decreased relative water content of leaf in cotton cultivars significantly ($p<0.01$), Tolerant cotton cultivars showed lower decreasing of RWC under drought stress in comparison with susceptible cultivars and also plants with higher RWC had higher plant dry weight. Drought stress had significant effect ($p<0.01$) on stomatal resistance and amount of stomatal resistance reached 4.8 fold under drought stress. Cotton cultivars showed obvious difference in stomatal resistance. 43347 and nazili84 cultivars had the highest and Varamin and Irma had the lowest stomatal resistance, respectively. In addition stomatal resistance increased more in susceptible cotton cultivars in comparison with tolerant cotton. Stomatal resistance had negative effect on other parameters. Drought stress increased leaf temperature significantly ($p<0.01$) and also difference of leaf temperature among cotton cultivars was significant ($p<0.01$)

Keywords: Correlation, Drought tolerance, Dry weight, Leaf temperature, Stomatal resistance

www.SID.ir