نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۵، ص. ۱۴۲۵-۱۴۱۵

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 5, Nov.-Dec. 2016, p. 1415-1425

بررسی واکنش عملکرد ارقام پنبه حساس و متحمل به خشکی در شرایط تنش کمبود آب

حمید رضا مهرآبادی[1*]- احمد نظامی[2]- محمد کافی[3]- ملیحه احمدی فرد[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۱

چکیده

بررسی عکس‌العمل ارقام متحمل و حساس گیاه در شرایط تنش می‌تواند منجر به بهبود صفات مرتبط با تحمل و افزایش رشد و عملکرد گیاه پنبه در مناطق خشک شود. این پژوهش به منظور ارزیابی واکنش عملکرد چهار رقم حساس و متحمل به خشکی پنبه در سطوح مختلف آبیاری انجام گرفت. ارقام پنبه به عنوان کرت‌های فرعی در سه سطح آب آبیاری (به میزان ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ نیاز آبی) به عنوان کرت‌های اصلی با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر طی سال ۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تمامی اجزاء عملکرد پنبه بجز وزن غوزه بطور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح کم آبیاری قرار گرفتند. ریزش کمتر گل و غوزه و ابقاء بیشتر غوزه در بوته و حفظ زیست توده در شرایط تنش خشکی مهم‌ترین عوامل موثر در عملکرد ارقام متحمل به خشکی پنبه در مقایسه با ارقام حساس بودند. در شرایط تنش همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد وش با تعداد غوزه در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مشاهده شد. درصورتی‌که در شرایط آبیاری کامل این همبستگی تنها بین دو صفت ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک دیده شد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، ضرایب همبستگی، شاخص برداشت، عملکرد، نیاز آبی

مقدمه

کم بودن نزولات آسمانی و پراکنش زمانی و مکانی نامناسب آن از واقعیت‌های غیر قابل اجتناب تولید محصولات زراعی در ایران است. اگر نواحی تحت تنش آب مناطقی با بارندگی سالیانه کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود، به راحتی می‌توان گفت که بیش از ۹۰ درصد از سطح کشور تحت تنش خشکی قرار دارد (۷). غالب مناطق تحت کشت پنبه در کشور از سیستم آبیاری برخوردارند ولی به دلیل مصادف شدن آبیاری‌های اولیه پنبه با دوره اوج آبیاری سایر گیاهان زراعی بویژه غلات و نیزبا توجه به طولانی بودن دوره آبیاری و نیاز بالای آبی گیاه پنبه به ویژه در مرحله گلدهی و غوزه بندی، گیاه پنبه در معرض یک و یا چند دوره خشکی قرار گرفته و دچار خسارات ناشی از تنش خشکی خواهند شد (۴ و ۱۷)

اگر چه پنبه به عنوان یک گیاه متحمل به خشکی در نظر گرفته می‌شود با اینحال حساسیت به خشکی در گونه‌ها و ارقام آن بسیار متفاوت می باشد. یولا و همکاران (۱۹) با تایید وجود تنوع ژنتیکی در ارقام پنبه در ارتباط با سطح تحمل به تنش خشکی ابراز داشتند، علیرغم عملکرد بالای برخی ارقام پنبه در شرایط آبیاری نرمال، در شرایط کمبودآبیاری این ارقام عملکرد پایینی را تولید نمودند. کمبود آب عملکردهای کمی و کیفی پنبه را کاهش می‌دهد (۱۱)، در همین راستا برخی مطالعات نشان می‌دهند که این گیاه با تحریک جوانه‌های مولد شاخه‌های رویشی و زایشی پس از رفع کمبود آب قادر به تحمل تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی بدون کاهش محسوس عملکرد می‌باشد (۴). همچنین افزایش آبیاری در مراحل اولیه رشد باعث تحریک رشد رویشی می‌شود، اما چون پنبه دارای رشد نامحدود است، بنابر این هر عاملی که باعث تحریک رشد رویشی شود، اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های رویشی گیاه را به دنبال داشته و در نتیجه باعث ریزش گل و غنچه می‌شود (۱۸). افشار و مهرآبادی (۲) طی تحقیقی نشان دادند که کم آبیاری به میزان ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه پنبه تاثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های زایا نداشت.آن‌ها همچنین اظهار داشتند، کاهش آب مورد نیاز پنبه در کل دوره رشد، بیشترین تاثیر را بر رشد رویشی پنبه باقی می‌گذارد. به طوری‌که با

۱-دانشجوی سابق دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: hr.mehrabadi@yahoo.com)
۲ و ۳-استادان دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

کاهش آب مورد نیاز، ارتفاع بوته بطورمعنی‌دار کاهش پیدا کرد. در تحقیقات بعمل آمده در بین اجزاء عملکرد، تعداد غوزه در واحد سطح بالاترین همبستگی را با عملکرد داشت (۹ و ۲۰) و این جزء مهم، بیشتر در مراحل بعد از گلدهی تحت تاثیر تنش واقع می‌شد. یولا و همکاران (۱۹) ابراز داشتند همبستگی بالای بین عملکرد وش و عملکرد بیولوژیک تحت شرایط تنش کمبود آب بیانگر این بود که عملکرد بیولوژیک عامل تعیین کننده اولیه برای عملکرد وش تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد و اینکه بهبود ژنتیکی آن می‌تواند منجر به افزایش عملکرد وش تحت این شرایط شود.

از جمله راهکارهای مناسب برای کاهش اثرات کم آبی بر گیاهان زراعی از جمله پنبه، استفاده از ارقامی است که در شرایط تنش خشکی ضمن رشد و نمو نسبتاً مطلوب، از حداقل کاهش کمی و کیفی پنبه دانه (وش) برخوردار باشد. در این ارتباط شناخت ویژگی‌های گیاهی منحصر بفردی که در برخی از ارقام متحمل به خشکی پنبه وجود دارد، ضروری به نظر می‌رسد. این خصوصیات می‌تواند شامل یک یا همه ویژگی‌های مرفولوژیکی، آناتومیکی و فیزیولوژیکی باشد، که رقم متحمل را در ادامه بقا و رشد تحت تنش خشکی توفیق می‌دهد. هدف از انجام این تحقیق بررسی واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام پنبه متحمل و حساس به خشکی در رابطه با تنش کمبود آب و ارزیابی تغییرات مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش دو رقم پنبه متحمل (ارمغان و ورامین) به همراه دو رقم پنبه حساس به خشکی (کوکر ۳۴۹ و نازیلی) (۸) به عنوان کرت‌های فرعی در سه سطح فراهمی آب خاک (به عنوان کرت‌های اصلی) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر طی سال ۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. قبل از کاشت بر اساس آزمون خاک مقادیر ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار کود اوره (یک سوم به هنگام کاشت، یک سوم پس از تنک بوته و یک سوم در زمان گلدهی) و مقدار ۲۵۰ کلیو گرم سوپر فسفات تریپل (در زمان کاشت) به خاک اضافه شد. کاشت در ۲۰ اردیبهشت ماه در فواصل ردیف ۶۰ سانتی‌متری با فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت شامل چهار خط هشت متری بوده و آبیاری به صورت قطره‌ای با استفاده از لوله‌های تیپ (tape) با خروجی‌هایی بفاصله ۲۰ سانتی‌متر و آبدهی چهار لیتر در ساعت در هر متر از طول صورت گرفت. سطوح آبیاری عبارت بودند از: آبیاری به میزان ۳۳ درصد نیاز آبی پنبه ($I_{33\%}$)؛ آبیاری به میزان ۶۶ درصد نیاز آبی پنبه ($I_{66\%}$) و آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ($I_{100\%}$) (شاهد). با استفاده از روش پنمن- مانتیث (با استفاده از آمار روزانه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کاشمر)، میزان تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شد. تبخیر و تعرق گیاه از حاصلضرب ضریب گیاهی(Kc) بدست آمده در منطقه مورد مطالعه (۱۳) در تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آمد. با در نظر گرفتن درصد سایه انداز و فرمول مربوطه:

$T_d= ET_p\times(0.1\times P_s^{0.5})$ که در آن:

T_d = برابر تبخیر و تعرق روزانه گیاه در روش آبیاری قطره‌ای،

ET_p = تبخیر وتعرق گیاه بدون ملاحظه درصد سایه انداز، و

P_s = درصد سایه‌انداز گیاه که در مراحل مختلف رشد با توجه به سطح آن تعیین می‌گردید

و با اعمال ضرایب (۰/۳۳ ، ۰/۶۶ و ۱/۰۰) و راندمان آبیاری ۹۰ درصد، میزان نیاز آبی روزانه محاسبه و با توجه به دور آبیاری چهار روز (۵) و نیز مساحت هر کرت، میزان آب مورد نیاز هر تیمار از طریق تنظیم با کنتور و شیر فلکه در هر بار آبیاری در اختیار گیاه قرار داده شد. در طول دوره رشد آفات با سموم متداول کنترل و سه نوبت وجین علف‌های هرز با دست صورت گرفت.

یادداشت برداری‌ها جهت تعیین صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، متوسط وزن غوزه، تعداد گل و غوزه ریزش کرده (از طریق تقسیم تعداد موقعیت‌های بارده ریزش کرده شامل غنچه، گل و غوزه بر تعداد کل موقعیت‌های ریزش کرده به اضافه تعداد غوزه باقیمانده در پایان برداشت) بر روی پنج بوته بطور تصادفی از دو ردیف وسط هر کرت در زمان برداشت نهایی انجام گرفت. برای تعیین عملکرد وش، درصد زودرسی (حاصل عملکرد وش در اولین برداشت به عملکرد کل)، عملکرد بیولوژیک (برداشت بیوماس هوایی از یک متر مربع سطح خاک شامل اندام‌های هوایی و قسمت‌های ریزش یافته) و شاخص برداشت با حذف نیم متر از اول و آخر هر ردیف کاشت، دو ردیف وسط هر کرت (سطحی معادل ۸/۴ متر مربع) برداشت شد.

محاسبات آماری طرح با استفاده از نرم افزارMstatc انجام شد. مقایسات میانگین صفات برای اثرات اصلی با استفاده از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار و نیز آزمون دانکن (در مقایسه اثرات متقابل) انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

میانگین ارتفاع بوته پنبه در تیمارهای $I_{33\%}$، $I_{66\%}$ و $I_{100\%}$به ترتیب ۷۳/۴، ۷۹/۶ و ۸۹/۳ سانتی‌متر بود. این نتایج بیانگر کاهش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) ارتفاع بوته در تیمارهای $I_{33\%}$ و $I_{66\%}$ به ترتیب به میزان ۱۷/۸ و ۱۰/۹ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بود (جداول ۱ و ۲). با این وجود تفاوت بین ارقام از نظر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود

(جدول ۱)، ولی کاهش آب مصرفی منجر به کاهش نسبتاً بیشتر ارتفاع بوته به علت اختصاص کمتر اسمیلات‌ها به اندام‌های رویشی در ارقام متحمل به خشکی در مقایسه با ارقام حساس به تنش خشکی شد. میانگین کاهش ارتفاع بوته بدنبال اعمال تیمار $I_{33\%}$ در ارقام ارمغان، ورامین، کوکر ۳۴۹ و نازیلی به ترتیب ۱۸/۲، ۲۱/۹، ۱۱/۶ و ۱۹/۲ درصد بود. بنظر می‌رسد حفظ بیشتر بخار آب در میکروکلیمای بوجود آمده در کانوپی رقم ورامین در نتیجه کاهش فاصله میانگره‌ها، سبب شده تا این رقم در حد متعادلتری از نظر دمایی نسبت به محیط قرار گیرد. این موضوع بنظر می‌رسد بتواند به عنوان یکی از دلایل کاهش کمتر عملکرد در شرایط تنش خشکی در این رقم مطرح باشد. رمضانی‌مقدم (۱۳) خاطر نشان کرد ارتفاع بوته به عنوان یکی از اجزاء مورفولوژیکی گیاه پنبه بدنبال تنش کاهش پیدا کرد.

تعداد غوزه

نتایج حاکی از اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) تعداد غوزه در تیمارهای مختلف آبیاری بود (جدول۱)، بگونه‌ای که سبب کاهش ۵۰/۳ و ۳۰/۸ درصدی تعداد غوزه در بوته در تیمارهای $I_{33\%}$ و $I_{66\%}$ شد (جدول ۲). بطور کلی ارقام متحمل حدود ۱۶درصد غوزه قابل برداشت بیشتری نسبت به ارقام حساس به تنش خشکی تولید نمودند که از نظر آماری معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جداول ۱ و ۲). درصد کاهش تعداد غوزه قابل برداشت پس از اعمال تیمار $I_{33\%}$در ارقام ارمغان، ورامین، کوکر ۳۴۹ و نازیلی به ترتیب برابر ۴۱/۷، ۳۸/۷، ۵۴ و ۵۱/۶ درصد بود که نشان از برتری رقم ورامین در ابقاء تعداد بیشتر غوزه در شرایط سخت محیطی در مقایسه با سایر ارقام داشت. همچنین نتایج نشان داد که رقم کوکر ۳۴۹ با اعمال تنش $I_{33\%}$ بدلیل اختصاص منابع محدود شده به رشد (افزایش ارتفاع) به جای ابقاء تعداد بالاتر غوزه در گیاه، کمترین کاهش ارتفاع بوته در مقایسه با سایر ارقام را نشان داد، این در حالی بود که متحمل‌ترین رقم (ورامین) با کاهش هر چه بیشتر رشد رویشی (ارتفاع بوته) توانایی نگهداری بالاتر اندام‌های بارده را حفظ نموده بود.

وزن غوزه

براساس نتایج بدست آمده تنش خشکی موجب کاهش جزئی و غیر معنی‌دار وزن غوزه شد (جدول ۱). گزارشات دیگر نیز حاکی از تأثیر نسبتا کم میزان آب مصرفی بر تغییرات وزن غوزه (۱) و یا عدم تأثیر آن بر وزن غوزه است (۵). با این وجود سینگ و همکاران (۱۷) کاهش معنی‌دار عملکرد پنبه را در واکنش به کمبود آب خاک، ناشی از کاهش در تعداد و وزن غوزه برشمردند. کاهش احتمالی وزن غوزه در اثر کمبود شدید آب ناشی از تأثیر تنش آب بر متابولیسم و انتقال ترکیبات سلولزی به الیاف تولید شده برای افزایش طولی و عرضی الیاف می‌باشد (۱۰). با این حال تفاوت وزن غوزه بین ارقام مورد مطالعه معنی‌دار بوده ($p\leq ۰/۰۵$) و رقم ورامین از وزن وش غوزه (وزن وش حاصل از یک غوزه) بیشتری نسبت به رقم ارمغان برخوردار بود (جدول ۲) که بنظر می‌رسد وجود اختلاف ژنتیکی بین ارقام عامل اصلی آن باشد.

درصد ریزش گل و غوزه

نتایج نشان داد آبیاری به میزان ۶۶ درصد و۳۳ درصد نیاز آبی گیاه سبب افزایش معنی‌دار (جدول ۱) درصد ریزش گل و غوزه در ارقام پنبه (به ترتیب به میزان ۷۸/۱ و ۳۵/۲ درصد نسبت به شاهد) شد. درصد ریزش اندام‌های بارده در تیمارهای $I_{33\%}$، $I_{66\%}$ و $I_{100\%}$ به ترتیب ۶۵/۶ ، ۴۹/۸ و ۳۶/۸ درصد بود. ریزش اندامهای بارده (غنچه‌ها، گل و غوزه‌های جوان) در شرایط ایده آل نیز اتفاق می‌افتد اما مواجهه گیاه با دوره‌های خشکی، افزایش درجه حرارت محیطی و غیره سبب ریزش آن‌ها حتی تا مقادیر ۱۰۰ درصد می‌گردد، به طوری‌که ممکن است بوته پنبه در پایان فصل رشد عملکردی نداشته باشد (۱۵، ۱۴ و ۱۶). تفاوت بین ارقام از نظر درصد ریزش گل و غوزه در سطوح مختلف آبیاری معنی‌دار بود (جدول ۱). درصد ریزش گل و غوزه در ارقام ارمغان، ورامین، کوکر۳۴۹ و نازیلی به ترتیب برابر ۵۳/۹، ۳۸/۶، ۵۷/۳ و ۵۳/۳ درصد بود. بیشترین ریزش گل و غوزه متعلق به ارقام حساس نازیلی و کوکر ۳۴۹ (به ترتیب ۷۱/۲ و ۶۹ درصد) بدنبال اعمال تیمار $I_{33\%}$ و کمترین آن با ۲۵/۳ درصد متعلق به رقم ورامین در تیمار شاهد بود (شکل ۱). ضرایب همبستگی معنی‌دار درصد ریزش با تعداد و وزن غوزه (به ترتیب $r= -۰/۸۳^{***}$ و $r= -۰/۴۰^{*}$) نشان از آن دارد که افزایش میزان ریزش اندام‌های بارده، علیرغم اینکه منجر به کاهش معنی‌دار تعداد غوزه باقی مانده در بوته شده، ولی مواد فتوسنتزی که می‌توانست به غوزه‌های باقی مانده اختصاص یابد و منجر به افزایش وزن غوزه شود بنظر می‌رسد تاثیری بر آن نداشته است (جدول ۲). با این وجود بنظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی که از یک طرف میزان فتوسنتز خالص تقلیل می‌یابد و از طرف دیگر میزان تنفس گیاه در اثر افزایش دمای برگ و گیاه افزایش پیدا می‌نماید، سبب شده است تا هزینه نگهداری برگ‌ها افزایش پیدا نموده و سهم مواد سنتزی برای افزایش وزن غوزه‌ها به شدت کاهش یابد (۶).

عملکرد وش

نتایج نشان داد کاهش آبیاری به میزان ۶۶ و ۳۳ درصد آب مورد نیاز گیاه سبب کاهش عملکرد به ترتیب به میزان ۲۱/۵ و ۴۶ درصد نسبت به شاهد شد (جدول ۲). ارقام پنبه نیز از نظر عملکرد وش تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) داشته (جدول ۱) و رقم ورامین نسبت به

سایر ارقام از نظر عملکرد برتر بود (شکل ۳ الف). اثر متقابل تنش خشکی و ارقام پنبه نیز از نظر آماری معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود و اعمال تیمار $I_{66\%}$ سبب کاهش عملکرد ارقام متحمل ارمغان و ورامین به ترتیب به میزان ۱۳/۴ و ۱۹/۶ درصد نسبت شرایط عدم تنش شد، در حالیکه مقدار آن برای ارقام حساس کوکر ۳۴۹ و نازیلی برابر ۳۱ و ۲۴/۵ درصد بود. اعمال تنش شدیدتر (تیمار $I_{33\%}$)، کاهش بیشتر عملکرد ارقام حساس کوکر ۳۴۹ و نازیلی (به ترتیب ۶۱/۵ و۵۰/۸ درصد) را در مقایسه با ارقام متحمل ارمغان و ورامین (به ترتیب ۴۰ و ۳۶/۴ درصد) در پی داشت. بیشترین و کمترین تغییرات عملکرد بدنبال تنش خشکی $I_{66\%}$ به ترتیب متعلق به ارقام کوکر ۳۴۹ و ارمغان بود. با افزایش شدت تنش خشکی، رقم ارمغان میزان بالاتری از اُفت عملکرد را در مقایسه با رقم ورامین نشان داد، و رقم کوکر ۳۴۹ همچنان به عنوان حساس‌ترین رقم نسبت به سایر ارقام نشان داد (شکل۲ ب). تغییرات زیاد عملکرد ارقام حساس بویژه رقم کوکر ۳۴۹ ناشی از کاهش قابل ملاحضه تعداد غوزه قابل برداشت در این رقم بود.

درصد زودرسی

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر میزان زودرسی گیاه پنبه داشت ($p\leq$۰/۰۱) و در تیمارهای $I_{66\%}$ و $I_{33\%}$ به ترتیب سبب افزیش ۸/۳ و کاهش ۱۳/۱درصدی زودرسی نسبت به شرایط شاهد شد. بنظر می‌رسد اعمال تیمار $I_{66\%}$ سبب شده تا دوره رسیدن الیاف کوتاه‌تر شده و میزان محصول در اولین برداشت که نشانگر درصد زودرسی گیاه است افزایش پیدا نماید. ولی با اعمال تنش شدید خشکی در تیمار $I_{33\%}$، احتمالاً متابولیسم سلولز، انتقال و ترسیب آن در الیافِ در حال طویل شدن و یا طویل شده دچار اختلال گردیده، لذا باز شدن ناشی از رسیدن غوزه‌ها کاهش یافته و تعداد غوزه کمتری قابل برداشت بودند. به‌طوری‌که درصد زودرسی در این تیمار آبیاری نسبت به تیمار $I_{66\%}$ حدود۱۹/۸ درصد کاهش داشت. همچنین درصد زودرسی در بین ارقام معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود و رقم ارمغان با ۷۵/۹ درصد بالاترین و کوکر ۳۴۹ با ۶۷/۶ درصد از کمترین درصد زودرسی برخوردار بودند. زودرسی یک صفت ژنتیکی است که تحت شرایط محیطی بویژه محتوای آب خاک قرار می‌گیرد. در شرایط کمبود آب، رقابت بر سر مصرف آب بین غوزه و برگ‌ها از یک طرف سبب کاهش رشد طولی و عرضی الیاف شده و از طرف دیگر موجب باز شدن غوزه‌ها قبل از رسیدن کامل می‌شود (۳).

عملکرد بیولوژیک

اعمال تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) عملکرد بیولوژیک به میزان ۲۰/۴ درصد در تیمار ($I_{33\%}$) نسبت به شاهد شد (جداول ۱ و ۲). ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک از تفاوت معنی‌داری برخوردار بودند و رقم ورامین نسبت به سایر ارقام برتری داشت (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات صفات عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه

Table 1- Source of variation, degree of freedom, squares mean of yield and yield component traits of cotton

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غوزه در بوته No of boll/plant	وزن غوزه Boll weight	درصد ریزش گل و غوزه Flower&boll shedding%	عملکرد وش Seed cotton yield	درصد زودرسی Earliness%	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرارReplication	2	16.456	7.270	0.303	17.026	30834.142	13.028	308535.082	1.882
سطوح آبیاری Irigation levels	2	772.623**	243.981**	0.465	2491.982**	11649238.996**	724.694**	14027311.555**	710.379**
خطای Error a	4	103.005	2.767	0.320	13.201	28332.537	12.694	170113.101	2.149
رقمCultivar	3	115.836	28.157**	0.579*	622.241**	4865089.254**	116.370**	21405631.823**	38.653**
آبیاری ×رقمIrrigation×Cutivar	6	24.753	1.806	0.030	67.998	66553.090*	6.287	604428.975*	25.440**
خطایError b	18	43.918	1.706	0.121	58.144	23053.862	4.620	218853.629	5.143
ضریب تغییراتCV		8.21%	8.98%	6.65%	15.02%	4.58%	3.04%	6.34%	6.21%

n.s ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد

n.s, *, **, *** are none significant and significant at 5,1 and 0.1 percent respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه در سطوح آبیاری و در ارقام پنبه

Table 2- Comparison of mean of yield and yield component traits of cotton in irrigation levels and cotton cultivars.

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد غوزه در بوته No Boll/plant	وزن غوزه Boll weight (gr)	درصد ریزش گل و غوزه Flower & Boll shedding %	عملکرد وش Seed cotton yield(kg/ha)	درصد زودرسی Earliness %	عملکردبیولوژیک Biologic yield(kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index
$I_{33\%}$	73.4	10.4	5.1	65.6	2309.8	62.5	6153.0	37.5
$I_{66\%}$	79.6	13.9	5.2	49.8	3357.3	77.9	7819.9	42.9
$I_{100\%}$	89.3	19.3	5.5	36.8	4279.1	71.9	8179.5	52.3
$LSD_{(0.05)}$	11.5	1.9	0.6	4.1	190.8	4.0	467.5	1.7
ارمغانArmaghan	78.1	14.2	5.0	53.9	3726.2	75.9	8254.5	45.1
ورامینVaramin	85.5	17.1	5.5	38.6	4136.2	69.3	9113.3	45.4
کوکر۳۴۹Coker349	81.5	13.0	5.4	57.3	2597.5	67.6	6147.7	42.3
نازیلی۸۴۸۴Nazili8484	77.8	13.9	5.1	53.3	2801.6	70.3	6020.7	46.5
$LSD_{(0.05)}$	6.6	1.3	0.3	7.6	150.4	2.1	463.3	2.3

جدول ۳ - ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه در شرایط تنش خشکی و آبیاری کامل

Table 3- Simple correlation coefficient among yield and yield components under stress and none stress conditions.

عملکرد و اجزاء آن Yield and it,s components	1	2	3	4	5	6	7	8
1- ارتفاع بوتهPlantheight	1.00							
2- تعداد غوزه در بوتهNo boll/plant	0.69^{***}	1.00						
3- وزن غوزهBoll weight	0.52^{**}	0.52^{**}	1.00					
4-درصد ریزش گل و غوزه Flower & Boll shedding%	-0.73^{***}	-0.83^{***}	-0.40^{*}	1.00				
5-عملکردYield	0.62^{**}	0.88^{***}	0.36^{*}	-0.81^{***}	1.00			
6-درصد زودرسیEarliness%	$0.19^{n.s}$	0.37^{*}	$-0.06^{n.s}$	-0.40^{*}	0.54^{***}	1.00		
7-عملکرد بیولوژیکBiologic yield	0.44^{**}	0.67^{***}	$0.30^{n.s}$	-0.67^{***}	0.90^{***}	0.52^{**}	1.00	
8-شاخص برداشتHarvest index	0.61^{***}	0.85^{***}	$0.25^{n.s}$	-0.71^{***}	0.78^{***}	0.42^{**}	0.44^{**}	1.00

$^{n.s}$، *، ** و *** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال آماری ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد

$^{n.s,}$ * ** *** are none significant and significant at 5,1 and 0.1 percent respectively

جدول ٤ - ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه در شرایط تنش خشکی

Table 4- Simple correlation coefficient among yield and yield components under drought stress conditions.

عملکرد و اجزاء آن Yield and it,s components	1	2	3	4	5	6	7	8
1- ارتفاع بوتهPlantheight	1.00							
2- تعداد غوزه در بوتهNo boll/plant	$0.37^{n.s}$	1.00						
3- وزن غوزهBoll weight	0.41^{*}	$0.37^{n.s}$	1.00					
4-درصد ریزش گل و غوزه Flower & Boll shedding%	-0.63^{**}	-0.71^{***}	$-0.34^{n.s}$	1.00				
5-عملکردYield	$0.27^{n.s}$	0.83^{***}	$0.14^{n.s}$	-0.73^{***}	1.00			
6-درصد زودرسیEarliness%	$0.22^{n.s}$	0.61^{**}	$-0.07^{n.s}$	-0.59^{**}	0.71^{***}	1.00		
7-عملکرد بیولوژیکBiologic yield	$0.24^{n.s}$	0.78^{***}	$0.19^{n.s}$	-0.69^{***}	0.95^{***}	0.58^{*}	1.00	
8-شاخص برداشتHarvest index	$0.23^{n.s}$	0.64^{**}	$-0.04^{n.s}$	-0.52^{*}	0.72^{***}	0.72^{***}	0.48^{*}	1.00

$^{n.s}$، *، ** و *** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال آماری ۵، ۱ و ۰/۱ درصد

$^{n.s,}$ * ** *** are none significant and significant at 5,1 and 0.1 percent respectively

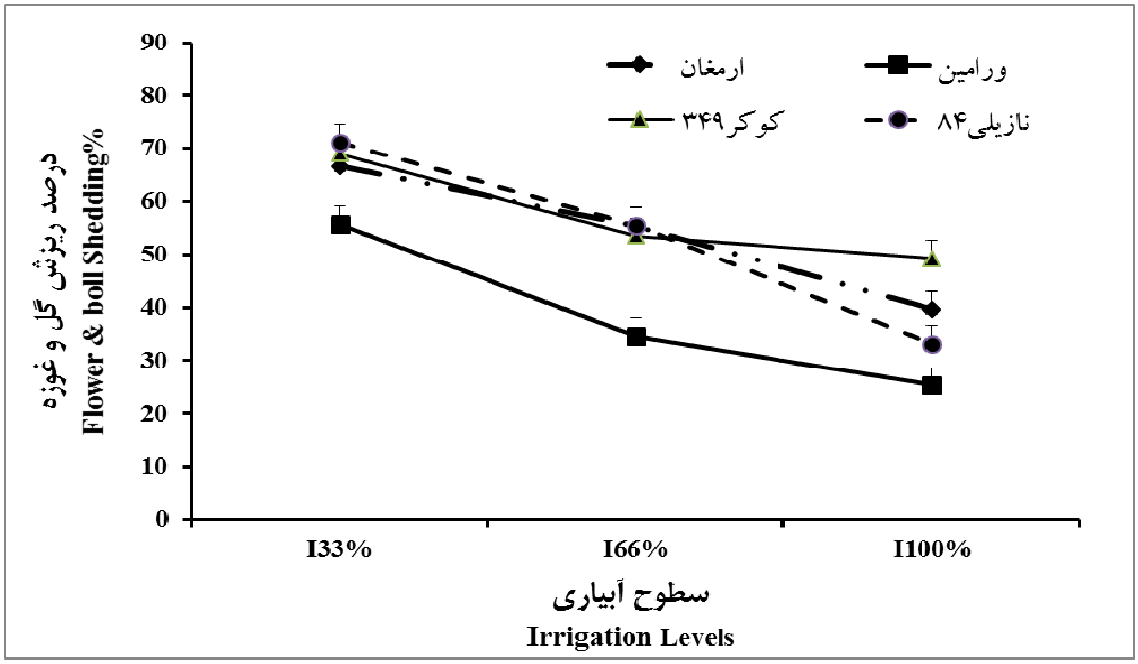
جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه در شرایط آبیاری کامل

Table 5- Simple correlation coefficient among yield and yield components under none stress conditions.

عملکرد و اجزاء آن Yield and it,s components	1	2	3	4	5	6	7	8
۱- ارتفاع بوتهPlantheight	1.00							
۲- تعداد غوزه در بوتهNo boll/plant	$0.44^{n.s}$	1.00						
۳- وزن غوزهBoll weight	$0.45^{n.s}$	0.64^{*}	1.00					
۴-درصد ریزش گل و غوزه Flower & Boll shedding%	$-0.34^{n.s}$	-0.62^{*}	$-0.04^{n.s}$	1.00				
۵-عملکردYield	0.65^{*}	$0.54^{n.s}$	$0.34^{n.s}$	$-0.51^{n.s}$	1.00			
۶-درصد زودرسیEarliness%	$-0.18^{n.s}$	$-0.57^{n.s}$	$-0.29^{n.s}$	$0.39^{n.s}$	$0.03^{n.s}$	1.00		
۷-عملکرد بیولوژیکBiologic yield	$0.57^{n.s}$	$0.43^{n.s}$	$0.28^{n.s}$	$-0.44^{n.s}$	0.97^{***}	$0.20^{n.s}$	1.00	
۸-شاخص برداشتHarvest index	$0.01^{n.s}$	$0.06^{n.s}$	$-0.03^{n.s}$	$-0.02^{n.s}$	$-0.35^{n.s}$	-0.56^{*}	-0.58^{*}	1.00

$^{n.s}$، *، ** و *** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال آماری ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد

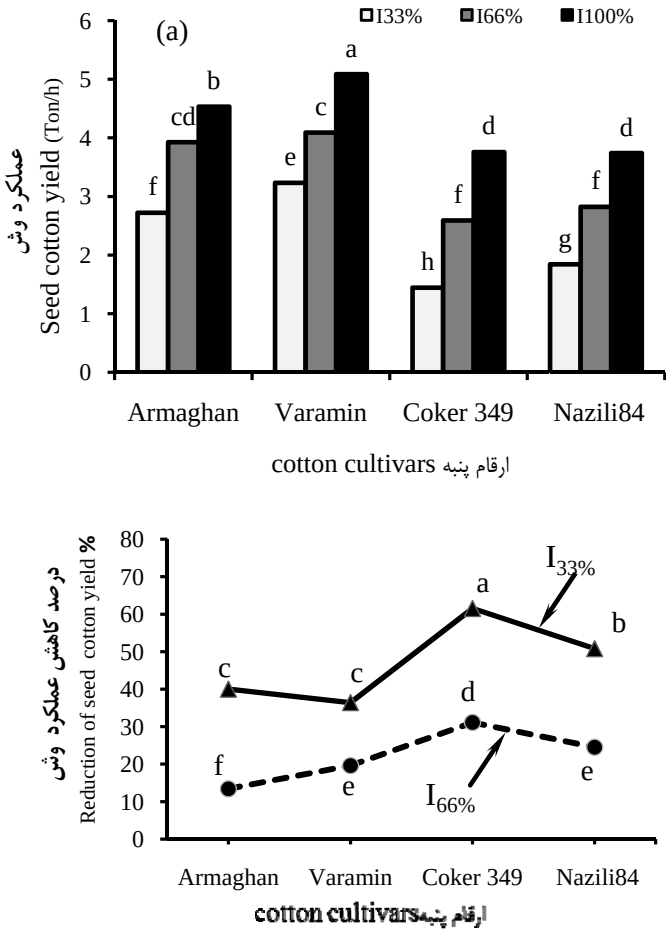
$^{n.s,}$ *,**,*** are none significant and significant at 5,1 and 0.1 percent respectively



شکل ۱- درصد ریزش گل و غوزه ارقام پنبه در سطوح مختلف آبیاری

Fig 1- Percent of shedding of flower and boll in cotton cultivars at different irrigation levels

مقادیر عملکرد بیولوژیک در شرایط عدم تنش خشکی بیانگر تنوع ژنتیکی ارقام در ارتباط با این صفت می‌باشد و رقم ورامین با ۹۶۳۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر ارقام بویژه نازیلی (۶۹۴۹ کیلوگرم در هکتار) و کوکر۳۴۹ (۷۰۰۳ کیلوگرم در هکتار) از برتری قابل ملاحظه‌ای برخوردار بود. یولا و همکاران (۱۹) همبستگی بالایی را بین عملکرد پنبه دانه و عملکرد بیولوژیک تحت شرایط تنش خشکی مشاهده و تاکید نمودند که عملکرد بیولوژیک می‌تواند عامل تعیین کننده‌ای برای عملکرد پنبه دانه (وش) تحت تنش خشکی باشد و لذا بنظر می‌رسد که اصلاح ژنتیکی برای افزایش عملکرد بیولوژیک تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند سبب بهبود عملکرد اقتصادی پنبه شود. نتایج نشان داد با افزایش میزان تنش خشکی میزان همبستگی عملکرد بیولوژیک و عملکرد پنبه دانه بطور ناچیزی کاهش یافت. این موضوع مبین آن بود که در شرایط تنش شدید خشکی، کاهش عملکرد اقتصادی در مقایسه با بیوماس گیاه بیشتر بود (جداول‌های ۲، ۴ و ۵). تأثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک ارقام پنبه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، بگونه‌ای که آبیاری به میزان ۳۳ درصد نیاز آبی سبب کاهش۳۴/۲ درصدی زیست توده رقم کوکر۳۴۹ شد، درحالی که این مقدار برای رقم ورامین تنها ۱۰/۴ درصد بود. به نظر می‌رسد حفظ بیوماس گیاهی تحت شرایط تنش، عامل مهمی در میزان تحمل ارقام پنبه باشد.



شکل ۲- (a) عملکرد وش ارقام پنبه در سطوح مختلف آبیاری (b) درصد کاهش عملکرد ارقام پنبه نسبت به شرایط بدون تنش در سطوح مختلف (حروف مشترک در سطح احتمال آماری ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند)

Fig 2- (a) Seed cotton yield cotton cultivars at different irrigation levels (b) Percent reduction of cotton cultivars yield in comparison with none stress at different irrigation levels.

The same letter are not significantly differents at (p≤ 0.05)

شاخص برداشت

اعمال تیمارهای $I_{66\%}$ و $I_{33\%}$ سبب کاهش معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) شاخص برداشت نسبت به شرایط بدون تنش به ترتیب به میزان ۱۵ و ۳۱/۵ درصد شد. شاخص برداشت در ارقام ارمغان، ورامین، کوکر۳۴۹ و نازیلی به ترتیب برابر ۵۲/۸ ، ۴۷/۷ ، ۴۰/۴ و ۴۸/۳ بود. نتایج بیانگر این نکته می‌باشد که کاهش رشد و نیز کاهش وزن خشک اندام‌های رویشی و اقتصادی بدنبال اعمال تنش خشکی در ارقام متحمل به مراتب کمتر از ارقام حساس به خشکی بوده و اینکه ارقام متحمل ضمن حفظ تولید معینی از بیوماس، مقادیر بیشتری از بیوماس را به اندام‌های اقتصادی اختصاص می‌دادند. ضرایب همبستگی (جدول ۲) بین شاخص برداشت با عملکرد و اجزاء آن نشان داد، شاخص برداشت بیش از اینکه به عملکرد بیولوژیک ($r= ۰/۴۴^{**}$) وابسته باشد، به عملکرد اقتصادی ($r= ۰/۷۸^{***}$) وابسته بوده است.

بررسی ضرایب همبستگی عملکرد با اجزاء عملکرد در شرایط متفاوت تنش و آبیاری کامل (جدول ۳)، تنش خشکی (جدول ۴) و شرایط غیر تنش (جدول ۵) نشان داد که در شرایط تنش خشکی بیشترین همبستگی بین عملکرد و اجزاء عملکرد به ترتیب متعلق به زیست توده ($r= ۰/۹۵^{***}$)، تعداد غوزه در بوته ($r= ۰/۸۳^{***}$)، شاخص برداشت ($r= ۰/۷۲^{***}$)، و درصد زودرسی ($r= ۰/۷۱^{***}$) بود و عملکرد کمترین همبستگی را با ارتفاع بوته ($r= ۰/۲۷^{n.s}$) و وزن

غوزه ($r= ۰/۱۴^{n.s}$) داشت (جدول ۴). ارتباط بین عملکرد و درصد ریزش گل و غوزه در شرایط تنش خشکی منفی و معنی‌دار بود ($r= -۰/۷۳^{***}$). در صورتیکه در شرایط بدون تنش تنها بین عملکرد با ارتفاع بوته($r= ۰/۶۵^{*}$) و زیست توده ($r= ۰/۹۷^{***}$) همبستگی معنی‌داری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

تنش کمبود آب سبب کاهش اجزاء رشد رویشی شد، با این وجود میزان کاهش در ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس پنبه بود. در واقع در مواجهه با تنش کمبود آب اجزاء زایشی در ارقام متحمل کاهش کمتری را در مقایسه با ارقام حساس پنبه تجربه نمودند. نتایج همچنین نشان داد که ابقاء بیشتر غوزه در گیاه عامل اصلی تفاوت ارقام در رابطه با عملکرد می‌باشد. کاهش عملکرد وش در شرایط آبیاری به میزان ۶۶ درصد نیاز آبی گیاه در مقایسه با شاهد در ارقام متحمل پنبه نسبت به ارقام حساس کمتر بود. همچنین نتایج بیانگر واکنش متعادلتر عملکرد رقم ورامین در مواجهه با تنش بالای کمبود آب در تیمار آبیاری به میزان ۳۳ درصد نیاز آبی گیاه پنبه در مقایسه با ارقام حساس بویژه رقم کوکر بود. همبستگی بالایی بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی (وش) بدست مشاهده شد. همچنین همبستگی بالا و معنی‌داری بین عملکرد با تعداد غوزه در بوته و شاخص برداشت بدست آمد. در حالی‌که همبستگی منفی بین عملکرد با ارتفاع بوته مشاهده شد. علاوه بر این بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که مهمترین جزء مؤثر بر عملکرد در شرایط تنش خشکی و آبیاری کامل عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

منابع

1- Afshar, H., and Mehrabadi H.R. 2003. Investigation of different method of alternate furrow irrigation on water use and cotton responses. Final report of Agricultural Engineering Research Institute. P. 38. (in Farsi with English abstract).

2- Afshar, H., and Mehrabadi H.R. 2005. Cotton crop yield on micro irrigation (tape) system. Final report of Agricultural Engineering Research Institute. P. 40. (in Farsi with English abstract).

3- Bhat, J.G. 1996.Cotton physiology. Indian society for cotton improvement. India.

4- Ganotisi, N.D., and Angeles, H.L. 1990. Irrigation strategies for cotton under limited water supply. Cotton Research Journal. 3:20-31.

5- Jolaini, M., and Mehrabadi, H.R. 2009. Investigation on the effect of surface and subsurface drip irrigation methods and irrigation interval on the quality and quantity cotton. Final report of Agricultural Engineering Research Institute. P. 34. (in Farsi with English abstract)

6- Isoda, I.A. 2005.Adaptive responses of soybean and cotton to water stress II. Changes in CO_2 assimilation rate, chlorophyll fluorescence and photochemical reflectance index in relation to leaf temperature. Plant Production Science. 8:131-138.

7- Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati, J. 2009. Physiology of environmental stresses in plants. Jahade Daneshgahi Mashad Press. Mashad. (in Farsi).

8- Mehrabadi, H.R., Nezami, A., Kafi, M., and Ramezani moghadam, M.R. 2015. Evaluation of morphophysiological raits in cotton cultivars (*Gossypium hirsutum*) under water deficiency stress at seedling stage. Iranian journal of Field Crop Research.

9- Morrow, M.R., and Krieg, D.R. 1990. Cotton management strategies for a short growing season environment: Water – nitrogen considerations. Agronomy Journal. 82:52-56.

10- Naseri, F. 1995. Cotton. Astan Ghods press. Mashad. (in Farsi).

11. Pilon-Smits, E.A.H., Ebskamp, M.J.M., Paul, M.J., Jeuken, M.J.W., Weisbeek, P.J. and Smeekens, S.C.M. 1995. Improved performance of transgenic fructan-accumulating tobacco under drought stress. Plant Physiology. 107:125–130.

12- Rahimian, M.H., And Kakhki, A. 2005. Water requirement and related plant coefficient KC by use of lycimetre at Kashamr region. Final report of Agricultural and Natural Resources Research Center of Razavi Khorasan. P. 45. (in Farsi with English abstract).

13- Ramezani moghadam, M.R. 2005. Determination of the best selection index for cotton species (*Gossypium sp*) under salinity stress and non- salinity stress conditions. PhD thesis. Islamic Azad university, science and research unit. Tehran, Iran. P. 138. (in Farsi with English abstract).

14- Reddy, V.R., Reddy, K.R., and Baker, D.N. 1991. Temperature effects on growth and developmentof cotton during the fruiting period. Agronomy Journal. 83:211-217.

15- Reddy, K. R., Hodges, H.F., and Reddy, V.R. 1992. Temperature effects on cotton fruit retention. Agronomy Journal. 84.21:26-36.

16- Rezaei, J., Mehrabadi, H.R., Setodemaram, K., and Nemati, M. 2005. Effect of planting date on shedding, yield and yield components of three cotton cultivars. Final report of Cotton Research Institute. P. 47. (in Farsi with English

abstract).
17- Singh, Y., Singh Rao, S., and Regar, P.L. 2010. Deficit irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in shallow soils of semi-arid environment. Agricultural Water Management. 97: 965–970.
18- Ston J.F., and Nofziger D.L. 1993. Water used and yield of cotton grown under wide- spaced furrow irrigation. Agricultural Water Management. 24:27-38.
19- Ullah, I., Rahmana, M.u., Ashraf, M., and Zafar, Y. 2008. Genotypic variation for drought tolerance in cotton(*Gossypium hirsutum* L.): Leaf gas exchange and productivity. Flora. 203:105–115.
20- Wells, R., and Meredith, W.R. 1984. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. III. Relationship of yield to observed growth characteristic. Crop Science. 24: 868-872.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 5, Nov.-Dec. 2016, p. 1415-1425

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۵، ص. ۱۴۲۵-۱۴۱۵

Survey of the Effect of Different Irrigation Levels on Yield and Yield Components of Sensitive and Tolerant Cotton Cultivars

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

Received: 23-5-2014
Accepted: 01-08-2016

Introduction: More plains of Iran are located in arid and semi-arid regions and so agricultural production systems depend heavily on water. Recently, the reduction of water resources has become a serious threat for crop production such as cotton planting. Therefore, application of low irrigation methods can be an appropriate method to cope with mentioned condition. In addition, it is vital to identify the cotton cultivars reaction to water deficiency. Sensibility of some cotton cultivars is lower than others. Sensitive cultivars seed cotton yield decreases more than tolerant cotton cultivars. Moreover, some of growth stages in cotton plant are more sensitive to water deficiency stress. For example, flowering stage is more sensitive than vegetative growth stage, and boll number per plant is more effective parameter on yield than boll weight. Ulla and et al (2) showed that there are genetic variations for drought stress toleration in cotton plant. Afshar and Mehrabadi (3) indicated that low irrigation on the basis of 50% and 75% of cotton water requirement had no significant effect on vegetative growth of cotton plant. However, it caused the increase of flower and boll shedding per plant. Application of tolerant cultivars compared with sensitive cultivars can increase seed cotton yield under drought stress condition. Consequently, the aim of this study is to survey yield and related morphological traits reactions in sensitive and tolerant cotton cultivars to different water deficiency levels.

Materials and methods: Two tolerant cotton cultivars (Armagan and Varamin) and two sensitive cotton cultivars (Coker349 and Nazili84) as a subplot at three irrigation levels (as a main plot) using split plot design based on complete block design with three replications were carried out at Agricultural Research Station of Kashmar in 2011. Three levels of water consumption based on Penman-Montith method and using cotton K_C coefficients were [33% ($I_{33\%}$), 66% ($I_{66\%}$) and 100% ($I_{100\%}$ of water requirement)] that it were take placed using drip irrigation method. Yield and yield components traits such as height, the number of boll per plant, boll weight, flower and boll shedding percent, seed cotton yield, biological yield, earliness percent and harvest index were determined at the end of experiment. Data analysis was carried out using Excel and MSTAT-C software.

Results and Discussion: The results showed that although water deficiency stress decreased vegetative components, the amounts of decreasing were higher in tolerant cultivars than sensitive cultivars but, by contrast, the reproductive components of tolerant cultivars indicated lower decreasing than sensitive cultivars under water deficiency stress. For example, Varamin cotton cultivar had more number of bolls per plant than Coker349 as a sensitive cultivar. The results also showed that more retention of boll number per plant was the main factor of cultivars difference as for seed cotton yield. The highest number of boll and flower per plant retention belonged to sensitive cultivars such as Coker349 and Nazili (71.2 and 69 percent, respectively) at 66 percent of water consumption and the lowest number of boll and flower per plant retention were 92.3 percent belonging to Varamin as a tolerant cotton cultivar at full water irrigation treatment. The results indicated that all yield components except boll weight were significantly affected by low irrigation levels. In addition, the results revealed that low shedding of flower and boll and accordingly more retention of boll number per plant and also biomass preservation under drought stress were the main factor in yield of tolerant cultivars in comparison with sensitive cultivars. Biological yield reduction was higher than seed cotton yield under water stress condition. High and significant correlation was observed among yields with boll number per plant, biological yield and harvest index under drought stress. Moreover, there was a significant correlation between yield with plant height and biological yield only in full irrigated treatment. Furthermore, harvest index decreased significantly under drought stress. Harvest index value for Coker349 was significantly lower than other cultivars. Coefficient correlation between harvest index and yield and its components showed that harvest index was more dependent with seed cotton yield to biological yield. Therefore, tolerant cultivars had higher seed cotton yield and also biological yield in comparison with sensitive cultivars. While there was a significant correlation between yield

1-Former PhD student of crop physiology, Ferdowsi University of Mashhad and Assistant professor of Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashad, Iran
(*-Corresponding Author: Email: hr.mehrabadi@yahoo.com)
2, 3- Professors of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4- Student of Islamic Azad University of Mashad

with plant height and biological yield only in full irrigated treatment.

Keywords: Correlation coefficient, Drought stress, Harvest index, Water requirement, Yield