دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هشتم، ۱۳۹۸

اثر قطع آبیاری بر محتوای کلروفیل و عملکرد ژنوتیپ های مختلف پنبه (*Gossypiumhirsutum* L.)

وحید قدرت[۱]، رضا حمیدی[۲]، امید علیزاده[۳]، فرود بذرفشان[٤]، شهرام شرف زاده[٥]

دریافت: ۹۵/۱۲/۲٤ پذیرش: ۹٦/۳/۳۱

چکیده

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری بر محتوای کلروفیل و عملکرد ژنوتیپ های مختلف پنبه آزمایشی در سال زراعی۹٤-۹۳ به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کاملا تصادفی با سه تکرار درشهرستان حاجی آباد با موقعیت جغرافیایی (۲۸ درجه ۳٦ دقیقه شمالی و ٥٤ درجه و ٤۱ دقیقه شرقی)انجام شد. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف خشکی (آبیاری کامل به صورت ۱۰ روز یک بار و قطع آبیاری به میزان دو دور(۳۰ روز)) و فاکتور فرعی شامل ژنوتیپ های مختلف پنبه: (۱) سوپر الیت آرین (۲) سوپر الیت گلستان (۳) کیسا (٤) اس- بی-۳٥ (٥) اوپال (٦) سوپر الیت بختگان (۷) تی-۲ (۸) دکتر عمومی (۹) خندق (۱۰) سوپر اکرا (۱۱) ترمز- ۱٤ (۱۲) تی-۳ (۱۳) ساحل (۱٤) سپید (۱٥) سیلند (۱٦) ارمغان (۱۷) پاک (۱۸) و اولتان بود. نتایج آزمایش نشان داد که قطع آبیاری باعث کاهش محتوای کلروفیل و عملکرد در ژنوتیپ های مختلف شد. بیشترین وکمترین میزان بتاکارتنوئید، گزانتوفیل، کلروفیل a، کلروفیلb و کلروفیل کل به ترتیب مربوط به ژنوتیپ های ترمز-۱٤و دکتر عمومی بود.در بین ژنوتیپ های مختلف پنبه مورد مطالعه بعضی از ژنوتیپ ها در شرایط قطع آبیاری محتوای کلروفیل و عملکرد زیادتری داشتند از جمله خندق، ساحل، ارمغان، پاک، اولتان و اوپال که توانستند شرایط تنش خشکی را بهتر تحمل کنند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پنبه، عملکرد، بتاکارتنوئید، گزانتوفیل

قدرت، و.، ر. حمیدی، ا. علیزاده، ف. بذرافشان و ش. شرف زاده. ۱۳۹۸. اثر قطع آبیاری بر محتوای کلروفیل و عملکرد ژنوتیپ های مختلف پنبه(*Gossypiumhirsutum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۸: ۱۸٦-۱۷٤.

۱-دانشجوی دکتری زراعت، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران

۲- دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

۳- دانشیار، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران- مسئول مکاتبات. alizadehomid51@yahoo.com

٤- استادیار، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران

٥- استادیار، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران

مقدمه

آب فراوان ترین ماده روی زمین است، ولی در عین حال کمبود آب شیرین مهم ترین عامل محدودیت تولید محصولات کشاورزی در جهان می باشد(خواجه پور، ۱۳۷۸).خشکی حتی به صورت موقت محصولات زراعی را به طور قابل توجهی کاهش می دهد(بلوم، ۱۹۸۹). در اکثر گیاهان نگهداری و ادامه رشد ونمو به حفظ مقادیر آب نسبتاً بالادر پروتوپلاسم بستگی دارد، زیرا فرایندهای فیزیولوژیکی بسیار مهم مثل گسترش برگ، باز شدن روزنه ها و انجام فتوسنتز، به طور مستقیم در اثر کاهش پتاسیل آب برگ تحت تأثیر قرار می گیرد (بیلوری و همکاران، ۱۹۸۳). وجود آب کافی برای رشد و توسعه عادی گیاه پنبه یک عامل اساسی برای زراعت این گیاه است (بیلوری و همکاران، ۱۹۸۳). کمبود آب رشد گیاه، سطح برگ ودر نهایت فتوسنتز را کاهش می دهد (فرناندز و همکاران، ۱۹۹٦). در هنگامی که گیاه در شرایط تنش قرار می گیرد، فعالیت فتوسنتزی آن کاهش یافته و در نتیجه میزان رشد، سطح برگ و محتوای کلروفیل کاهش می یابد (ویرا سانتوز، ۲۰۰٤). به نظر می رسد که کاهش غلظت کلروفیل به دلیل اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (سیلواو همکاران،۲۰۰۷). کاهش محتوای کلروفیل a ، b و کارتنوئیدها با افزایش تنش خشکی در گیاهان مختلف گزارش شده است (یو و همکاران، ۲۰۰۷).

مهمترین علت در کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش، کاهش فعالیت آنزیم های موثر در سنتز کلروفیل (ALA-دهیدروژناز) و تولید آن می باشد (ویرا سانتوز، ۲۰۰٤). کلروپلاست ها حاوی رنگدانه کلروفیل ومقادیر زیادی کاروتن ها و گزانتوفیل ها می باشند. کارتنوئیدها گروهی از رنگدانه های نارنجی و زرد هستند که محلول در چربی بوده و در غشاء تیلاکوئیدهای کلروپلاست یافت می شوند. وظیفه این رنگدانه ها جمع آوری انرژی و محافظت نوری از مولکول کلروفیل می باشد (احمدی و همکاران، ۲۰۰۷). کارتنوئیدها جزء آنتی اکسیدانهای غیر آنزیمی نیز محسوب می شوند (تلیسنسکی و همکاران، ۲۰۰۸). تحمل تنش در یک ژنوتیپ گیاهی به برخی از ویژگی های فیزیولوژیک و مورفوفیزیولوژیک آن بستگی دارد. تلاش برای یافتن معیارهای که بتوان از آن به طور مؤثری در انتخاب ژنوتیپ های متحمل یا مقاوم بهره جست، ادامه دارد. استفاده از تنوع گیاهی برای گزینش صفات مطلوب در شرایط تنش، از راه های موثر در شناسایی این صفات است (داداشی و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به اطلاعات محدود در زمینه واکنش های فیزیولوژیک ازجمله محتوای کلروفیل ژنوتیپ های مختلف پنبه نسبت به تنش خشکی و رابطه آن با میزان عملکرد، این پژوهش انجام شد.

جدول ۱- ازمون خاک محل آزمایش

ویژگی های فیزیک وشیمیایی	حاجی آباد
بافت خاک	رسی لومی
pHخاک	۷/۷۸
درصد کربن	۱/٤
درصد موادآلی	۱/۵
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم برگیلوگرم)	٥٦۲
فسفر قابل جذب (میلی گرم برکیلوگرم)	۲۸
درصد نیروژن (میلی گرم برکیلوگرم)	۱۱٤
آهن قابل جذب (میلی گرم برکیلوگرم)	۲/۷
منیزیم قابل جذب (میلی گرم برکیلوگرم)	۰/۵
روی قابل جذب (میلی گرم برکیلوگرم)	۰/٤۲
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۵۵

مواد وروش ها

این آزمایش در سال زراعی۹۴-۹۳ به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کاملا تصادفی با سه تکرار درشهرستان حاجی آباد با موقعیت جغرافیایی (۲۸ درجه ۳٦ دقیقه شمالی و ٥٤ درجه و ٤١ دقیقه شرقی) انجام شد. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف خشکی (آبیاری کامل به صورت ۱۰ روز یک بار و قطع آبیاری به میزان دو دور(۳۰ روز)) و فاکتور فرعی شامل ژنوتیپ مختلف پنبه (۱) سوپر الیت آرین (۲) سوپر الیت گلستان (۳) کیسا (٤) اس- بی-۳۵ (٥) اوپال (٦) سوپر الیت بختگان (۷) تی-۲ (۸) دکتر عمومی (۹) خندق (۱۰) سوپر اکرا (۱۱) ترمز- ١٤ (۱۲) تی-۳ (۱۳) ساحل (١٤) سپید (۱٥) سیلند (١٦) ارمغان (۱۷) پاک (۱۸) و اولتان بود. بذر ژنوتیپ های پنبه از مرکز تحقیقات پنبه ایران تهیه شد.

جهت تهیه بستر ابتدا زمین به وسیله گاوآهن برگردان دار شخم خورده و پس از دیسک زنی به وسیله ماله تسطیح و سپس به وسیله مرزبند کرت ها و ردیف های مورد نظر آماده شد. پس از آماده سازی زمین، کاشت به صورت خشکه کاری روی پشته ها و با دست صورت گرفت. هر کرت اصلی شامل ۱۰۸خط کشت بود (۱۸ واریته و هر واریته در پنج خط به اضافه ۱۸ خط نکاشت بین واریته ها). فاصله خطوط ۷۰ سانتی متر و فاصله بوته ها از یکدیگر ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. آبیاری پس از کاشت برای تمام تیمارها انجام شد و تمام تیمارها تا پیش از رسیدن به مرحله‌ی ٥ تا ۱۰درصد گلدهی هر ۱۰ روز یک بار (مطابق عرف منطقه) آبیاری شد. طبق آزمون خاک (جدول ۱) پتاسیم، فسفر و نیتروژن به میزان نیاز به خاک اضافه شدند. نیتروژن در دو مرحله به خاک اضافه شد بدین صورت که نیمی در زمان کاشت و باقیمانده در زمان ۸ برگی گیاه به خاک اضافه شد. انجام تیمارهای خشکی در مرحله‌ی ٥ تا ۱۰درصد گلدهی صورت گرفت. نمونه گیری از قسمت های یکسان بوته های ژنوتیپ های مختلف در روز ۲۰ اعمال قطع آبیاری انجام و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. در زمان رسیدگی محصول جهت تعیین میزان عملکرد از هر کرت ٥ بوته نمونه گیری شد.

اندازه گیری صفات

برای اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئید ۲۰۰ میلی گرم از برگ توزین شد و در هاون چینی قرار داده شد. پس از افزودن مقدار استون ۸۰ درصد، قطعات برگ کاملاً ساییده شدند و حجم آن ها با استون ۸۰ درصد به ۲٥ میلی لیتر رسانده شد. محلول های حاصل با سرعت ٤۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. از محلول فوقانی برای اندازه گیری کلروفیل و کارتنوئید استفاده گردید. بدین منظور، جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (UV-160A) که با استون۸۰ درصد صفر شده بود، در طول موج های ٦٦۳ نانومتر برای کلروفیل a، ٦٦٤ نانومتر برای کلروفیل b و ٤۷۰ نانومتر برای کارتنوئید اندازه گیری گردید. از فرمول های زیر برای محاسبه مقدار کلروفیل ها و کارتنوئید برگ استفاده شد. در این فرمول ها Vحجم نهایی محلول بر حسب میلی لیتر و F.W وزن تر بافت بر حسب میلی متر گرم می باشد (آرون، ۱۹٦۷).

$$\text{chlorophyll a} = (19.3 \times A663 - .086 \times A645)v/100w$$

$$\text{chlorophllb} = (19.3 \times A645 - 3.6 \times A663)v/100w$$

$$= 100(A470) - 3.27(\text{mg chl.a}) - 104(\text{mg chl.b})/227$$

با استفاده از عصاره تهیه شده مرحله قبل، جداسازی گزانتوفیل توسط حلال های آلی، متانول و دی اتیل اتر از رنگیزه های کلروفیل صورت گرفت (هلوبوس و کارجی، ۱۹۷۸). جذب نوری عصاره در ٤٥٥ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد و اعداد در فرمول زیر جایگزین شد

$$C = (v \times A \times F \times 10)/2500$$

در این فرمول V حجم عصاره بدست آمده بر حسب میلی لیتر، A میزان جذب نوری در طول موج ٤٤٥ نانومتر، F ضریب رقت وC تراکم کلی رنگیزه مورد نظر برحسب میلی گرم در میلی لیتر بود. برای تجزیه های آماری از آزمون دانکن (٥ درصد) با استفاده از نرم افزارSAS انجام شد.

نتایج و بحث

بتاکارتنوئید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری×ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین هانشان داد که سطح قطع آبیاری باعث کاهش بتاکارتنوئید نسبت به سطح آبیاری کامل شد (جدول ۳). کلروپلاستهاحاوی رنگدانه کلروفیل ومقادیرزیادی ازکاروتن ها وگزانتوفیلها می باشند. کاروتنوئیدها گروهی ازرنگدانه های نارنجی و زرد هستند که محلول درچربی بوده و در غشاء تیلاکوئیدهای کلروپلاست یافت می شوند. وظیفه این رنگدانه هاجمع آوری انرژی و محافظت نوری از مولکول کلروفیل می باشد. کاروتنوئیدها جزء آنتیاکسیدانهای غیرآنزیمی نیزمحسوب می شوند (لوگینی ۱۹۹۹؛ مونبوش و پنولا،۲۰۰۳). در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان بتاکارتنوئید مربوط به رقم ترمز-١٤و دکتر عمومی به ترتیب به میزان ۲/٥ و

۰/۵ (میلی گرم در گرم وزن تر) بود و در سطح قطع آبیاری بیشترین و کمترین میزان بتاکارتنوئید مربوط به رقم خندق و دکتر عمومی به ترتیب به میزان ۱/٦ و ۰/٤(میلی گرم در گرم وزن تر) بود (جدول ٤). تنش خشکی باعث کاهش این فاکتور شد که در بعضی از ژنوتیپ ها این کاهش نسبت به شاهد کمتر بود. لاولور و کورنبک (۲۰۰۲) بیان کردند که کارتنوئیدها به عنوان رنگیزه کمکی مؤثرند و نقش های مهم دیگری چون محافظت از غشاهای تیلاکوئید و جلوگیری از فتواکسیداسیون کلروفیلها را نیز بر عهده دارند. جیرامیرج و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که کمبود ملایم آب باعث افزایش کارتنوئید می شود، در حالی که کمبود شدید آب موجب کم شدن کارتنوئید علاوه بر کاهش کلروفیل شد. تحت تنش شدید، کلروفیل ۰/٦۳ و کارتنوئید ۰/۷۵ کاهش یافته بود که به عقیده آنها تخریب کاروتن در خشکی شدید را می توان به اکسیژن یکتایی تولید شده در تیلاکوئید ربط داد. علاوه بر آن، سایرامر و همکاران (۱۹۹۸)، کارتنوئید با استفاده از چرخه گزانتوفیل و با واکنش های اپوکیداسیون و دیوکسیداسیون، مصرف اکسیژن را کاهش داده و از کلروفیل در مقابل فتواسیداسون محافظت می کنند. در این آزمایش مشخص شد بتاکارتنوئید با تمام صفات به جز نسبت کلروفیل *a/b* و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸). می توان گفت ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش میزان بالاتری بتاکارتنوئید دارند، شرایط تنش خشکی را بهتر تحمل می کنند.

جدول ۲- میانگین مربعات وسطح معنی داری فاکتورهای مختلف واثرات متقابل آنها درصفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	بتاکارتنوئید	a کلروفیل	bکلروفیل	گزانتوفیل	a/bنسبت کلروفیل	کلروفیل کل
اثرتکرار	۲	۰/۰۲۸۸٤٦۱۳	۰/۳۱۲۱۰۸۷	۰/۳۱۲۱۰۸۷	۰/۰۲۳۰٦۷٤۷	۰/۰۰۰۷٤۹٦۱	۰/۵۳۳٤٤۵۸۷
سطوح آبیاری	۱	**۲/۵۰۲۵۰۳۷۸	**۲۸/۲۵۸۷۲۱۰۲	**۲/٤۰۷۸۷۸۳۳	**۱/۲۷۵۵٤۵۳۲	**۰/۱٤۸۷٦۷۰٦	**٤۷/۱٦٤۳۰۳٦۸
خطای A	۲	۰/۰۰۰۷۲٤۵۱	۰/۰۰۸۱۸۱۳۲	۰/۰۰۰٦۹۷۱۲	۰/۰۰۰۳٦۹۲۹	۰/۰۰۰۰٤۳٤	۰/۰۱۳٦۵٤۸
ارقام	۱۷	**۰/۹۰۰۰۰۷۱۷	**٤/٦۹۰٤۳۵۳۳	**۰/۹۹۹۷۳۷۳۹	**۰/۳۱۸۷۷۵۷۸	**۲/۹۳٦۸۲۸۱۲	**۹/۳۸۰٤۳۹٦
سطوح آبیاری× ارقام	۱۷	**۰/۱٦۲۷۹٦۵۳	**۰/٦۰۸٤۸٦۱۸	**۰/۱۱۱۵۲۰٤۲	**۰/۰۵۳۰٤۰۰۳	**۱/۱۱۹۸۹۳۰۹	**۰/۹۷۹٦۵۱۲
خطا	٦۸	۰/۰۰۰۱۵۳۸۵	۰/۰۰۰۷٦۷۱	۰/۰۰۰۰۱٦۰۸٦	۰/۰۰۰۰۵۳۸۲	۰/۰۰۰۰۰۷۳٦	۰/۰۰۱٤۹۹۷
کل	۱۰۷	۰/۱۹۲۸۹۵۰٤۳	۱/۱۱۲۳۵٦۰۲۱	۰/۱۹۹۷۵۷۱۵۸	۰/۰۷۱٤٦٦۷۹۹	۰/٦٤۵۹۳۵٦٤٦	۲/۰۹۷۹٦۲۸۷۹
ضریب تغییرات(CV)		۲/۲۹	۰/۸۸	۱/۳	۰/۸۵	۰/۰۷	۰/۹٤

گزانتوفیل

بر اساس نتایج بدست آمده سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که سطح قطع آبیاری باعث کاهش گزانتوفیل نسبت به آبیاری کامل شد (جدول ۳). گزانتوفیل ها رنگیزه های زرد رنگی از گروه کارتنوئیدها می باشند. ساختار آنها مبنی بر ساختار کاروتن ها می باشد ولی بعضی از اتم های هیدروژن در آنها با گروه های هیدروکسیل تعویض شده اند و برخی اتم های هیدروژن با اتم های اکسیژن جابه جا شده اند. گزانتوفیل ها در برگ های بیشتر گیاهان و به صورت ترکیب شده در پلاستیدها یافت می شوند. گزانتوفیل همراه با کلروفیل سبز رنگ در فتوسنتز درگیر می باشند. هنگامی که کلروفیل در اثر تنش تخریب می شود گزانتوفیل به گیاه پوششی زرد رنگ می دهد(تایز و زایگر ۱۹۹۸). در اثر تنش خشکی میزان گزانتوفیل در گیاه کاهش یافت (جاین و گادرا ۱۹۹۸ ، مظفر ۱۹۹۸). در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان گزانتوفیل به ترتیب مربوط به ژنوتیپ های ترمز-۱٤و دکتر عمومی و در سطح قطع آبیاری مربوط به ژنوتیپ های ساحل و سیلند بود (جدول ٤). در گیاهان گزانتوفیل ها به عنوان رنگیزه های کمکی، همراه با آنتوسیانین ها، کاروتن ها عمل می کنند (تایز و زایگر ۱۹۹۸). در این آزمایش مشخص شد بتاکارتنوئید با تمام صفات، به جز نسبت کلروفیل *a/b* همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸).

کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری×ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که سطح قطع آبیاری باعث کاهش کلروفیل a نسبت به سطح آبیاری کامل شد (جدول۳). توکلی و همکاران (۲۰۰۹) به کاهش محتوای کلروفیل a و شاخص سبزینگی طی تنش خشکی اشاره کرده اند. از جمله دلایلی که برای کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی عنوان شد، می توان به تخریب غشاهای تیلاکوئیدهای کلروپلاست و اکسیداسیون نوری کلروفیل در اثر افزایش فعالیت گونه های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز اشاره کرد. همچنین با افزیش مقدار برخی از تنظیم کننده های رشد نظیر اتیلن و آبسیزیک اسید در اثر تنش خشکی فعالیت کلروفیلاز تحریک می شود(دراکیویز، ۱۹۹٤). در سطح آبیاری کامل ژنوتیپ های ترمز-۱٤ و دکتر عمومی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a را داشتند. در سطح قطع آبیاری بیشترین میزان مربوط به ژنوتیپ خندق و کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ تی-۳ بود (جدول ٤). از دست رفتن کلروفیل در شرایط تنش خشکی می تواند جنبه سازگاری داشته باشد چون با کاهش کلروفیل الکترون برانگیخته شده طی فتوسنتز کاهش یافته و بدنبال آن خسارت ناشی از تشکیل رادیکال های آزاد اکسیژن کاهش می یابد (کرانیر و همکاران، ۲۰۰۲). گریگرسن و هولم (۲۰۰۷) بیان کردند که طی تنش کم آبی محتوای کلروفیل کاهش می یابد و ژنوتیپ های دارای محتوای کلروفیل بالاتر، مقاومت بیشتری در شرایط تنش از خود نشان می دهند. در این آزمایش مشخص شد کلروفیل a با تمام صفات به جز نسبت کلروفیل*a/b* همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸). پسرکلی (۱۹۹۹) گزارش کرد دوام فتوسنتز وحفظ کلروفیل برگ ها در شرایط تنش رطوبتی از جمله شاخص های فیزیولوژیک مقاومت به تنش است و به عنوان یک معیار مقاومت به خشکی برای انتخاب ژنوتیپ مقاوم پیشنهاد می شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین کلروفیل کل، نسبت کلروفیل a/b ، گزانتوفیل، کلروفیل b، کلروفیلa و بتاکارتنوئید درسطوح مختلف خشکی

تیمار	کلروفیل کل میلی گرم برگرم) (وزن تر	نسبت a/b کلروفیل	گزانتوفیل میلی گرم برگرم) (وزن تر	کلروفیلb میلی گرم برگرم) (وزن تر	کلروفیل a میلی گرم برگرم) (وزن تر	بتا کاروتنوئیدها میلی گرم برگرم وزن) (تر
آبیاری کامل	a٤/۸	a۳/۸	a۱	a۱/۱	a۳/٦	a۱/۱
قطع آبیاری	b۳/٤	b۳/۹	b۰/۸	b۰/۸	b۲/٦	b۰/۸

کلروفیلb

نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین ها بین سطح قطع آبیاری و آبیاری کامل تفاوت معنی دار وجود دارد. قطع آبیاری باعث کاهش کلروفیل b نسبت به آبیاری کامل شد (جدول۳). میزان کاهش کلروفیل b در اثر تنش خشکی بیشتر از کلروفیل a است. زیرا در اثر تنش خشکی مقدار کمپلکس پروتئینی جذب کننده نور از Chl *a/b* موجود در فتوسیستم II به شدت کاهش پیدا می کند. بخش کلروفیل b این کمپلکس پروتئینی درون غشاء کلروپلاست قرار دارد. با افزایش تشکیل ROS در کلروپلاست در اثر تنش خشکی، میزان تخریب غشاهای کلروپلاستی نیز افزایش می یابد. از این رو در اثر تنش خشکی کمپلکس پروتئین Chl *a/b* و در نتیجه کلروفیل b نیز افزایش پیدا می کند. افزایش نسبت Chl *a/b*در اثر تنش خشکی نیز ناشی از این مسئله می باشد (آلبرت و تونبرت، ۱۹۹۷). در سطح آبیاری کامل بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به رقم ترمز-۱٤ با ۲/۱ (میلی گرم در گرم وزن تر) و کمترین آن مربوط به رقم دکتر عمومی با ۰/۵ (میلی گرم در گرم وزن تر) بود (جدول ٤). در سطح قطع آبیاری بیشترین و کمترین میزان کلروفیلb مربوط به ژنوتیپ های ساحل و دکتر عمومی به ترتیب با ۱/۸ و ۰/۳ (میلی گرم در گرم وزن تر) بود. حساسیت کلروفیل b به تنش مشخص شده است و در اکثر گیاهان گزارش شده است که میزان کاهش کلروفیل b در شرایط تنش بیشتر از کلروفیل a است. مطالعه بر روی ژنوتیپ های گیاهان مختلف نشان داد که کلروفیل b حساسیت بیشتری به تنش دارد. همچنین فتوسیستم

II که دارای مقدار بیشتری کلروفیل b می باشد به تنش های محیطی حساس است و در نتیجه کلروفیل b بیشتری در اثر شرایط نامساعد محیطی از بین می رود (ملک احمدی و همکاران، ۱۳۸٤). در این آزمایش مشخص شد کلروفیل b با تمام صفات به جز نسبت کلروفیل *a/b* و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸). با توجه به حساسیت کلروفیل b در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ هایی که دارای میزان بالایی کلروفیل b هستند می توان جزء ژنوتیپ های مقاوم به خشکی قرار داد.

جدول ٤- مقایسه میانگین گزانتوفیل، کلروفیل b، کلروفیل a، بتاکارتنوئید، نسبت کلروفیلa/b و کلروفیل کل ژنوتیپ های مختلف پنبه در سطوح مختلف خشکی

ارقام	کلروفیل کل (میلی گرم برگرم وزن تر)		a/b نسبت کلروفیل		گزانتوفیل (میلی گرم برگرم وزن تر)		کلروفیلb (میلی گرم برگرم وزن تر)		aکلروفیل (میلی گرم برگرم وزن تر)		بتاکارتنوئید (میلی گرم برگرم وزن تر)	
	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل
سوپرالیت بختگان	t۲/۹۳	l٤/۱٤	e٤/٥	t۳/٥	r۰/٦۷	j۰/۹۳	t۰/٦	k۱	r۲/۳	l۳/۱	q۰/٦	j۰/۹
سوپرالیت گلستان	t۲/۹۳	n۳/۸۲	e٤/٥	r۳/٦	r۰/٦۷	i۰/۹٥	t۰/٦	n۰/۹	r۲/۳	n۲/۹	q۰/٦	m۰/۸
اس-بی-۳٥	o۳/۷	j٤/۷۹	i٤/۱	z۳/۲	p۰/۷٦	j۰/۹۲	r۰/۸	g۱/۳	n۲/۹	j۳/٥	no۰/۷	ij۰/۹
تی-۲	n۳/۸۳	i٤/۹۹	p۳/۸	q۳/۷	i۰/۸۷	f۱/۱۳	op۰/۹	h۱/۲	n۳	i۳/۸	k۰/۹	g۱/۱
سوپرالیت آرین	w۲/۰۸	i٥	f٤/٤	d٤/۷	t۰/٥٤	s۰/٦	v۰/٤	l۱	u۱/۷	h٤	q۰/٥	i۰/۸
خندق	f٥/۷۱	b٦/٤۹	z۳	b۳	f۱/۱۲	d۱/۲۷	e۱/٥	d۱/۸	g٤/۲	d٤/۷	c۱/٦	b۱/۸
ساحل	c٦/۰۹	b٦/٤۳	e۲/۳	c۲/۹	e۱/۱۷	c۱/۳۱	b۱/۸	c۲	h٤/۱	e٤/٦	e۱/۳	d۱/٥
سپید	op۳/٦٦	k٤/۳	v۳/٤	w۳/۳	n۰/۸۲	g۱/۰۱	n۰/۹	i۱/۱	o۲/۷	k۳/۲	j۰/۹	e۱/٤
سیلند	v۲/۲۳	s۳/۳۲	m۳/۹	u۳/٤	w۰/٤	o۰/۷۹	u۰/٥	q۰/۸	t۱/۷	q۲/٥	r۰/٥	p۰/٦
ارمغان	o٤/۰۷	d٥/۹۱	g٤/٤	a٦/۳	i۰/۸۷	k۰/۹	q۰/۸	no۰/۹	k۳/۲	b٥	h۱	f۱/۳
پاک	h٥/۱۸	g٥/٥٤	x۳/۳	o۳/۸	g۱/۰۱	b۱/۳٥	f۱/۳	g۱/۳	i۳/۹	f٤/۳	e۱/٤	e۱/٤
اولتان	o۳/۷	e٥/۸	i٤/۱	b٥/۸	p۰/۷٦	m۰/۸٤	q۰/۸	m۰/۹	n۲/۹	c٤/۹	no۰/۷	i۰/۹
اوپال	u۲/۷٥	m۳/۹۲	h٤/۲	j٤/۱	r۰/٦۸	h۰/۹۷	t۰/٦	q۰/۸	s۲/۲	m۳/۱	o۰/۷	i۰/۹
سوپراکرا	p۳/٦۱	j٤/۷۹	s۳/٥	z۳/۲	q۰/۷۱	j۰/۹۲	p۰/۹	g۱/۳	o۲/۷	j۳/٥	k۰/۹	i۰/۹
تی -۳	y۱/٥۸	q۳/٥	k٤	i۳/۹	q۰/٥۲	m۰/۸٤	ws۰/۳	r۰/۸	w۱/۲	o۲/۷	s۰/٥	i۰/۹
ترمز- ۱٤	l٤/۱	av/۳۳	y۳/۳	d۲/۷	n۰/۸۲	a۱/٥۹	j۱/۱	a۲/۱	m۳	a٥/۲	h۱	a۲/٥
کیسا	w۲/۰۸	r۳/٤۲	f٤/٤	n۳/۹	t۰/٥٤	q۰/۷۲	v۰/٤	s۰/۸	u۱/۷	p۲/۷	p۰/٦	n۰/۷
دکتر عمومی	x۱/٦۹	v۲/۲۱	c٥/۱	p۳/۸	v۰/٤۳	u۰/٥۲	x۰/۳	u۰/٥	v۱/٤	tu۱/۷	t۰/٤	q۰/٥

نسبت کلروفیل *a/b*

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که سطح قطع آبیاری باعث افزایش نسبت کلروفیل*a/b* نسبت به آبیاری کامل شد (جدول ۳). تنش آبی کوتاه مدت که باعث پژمردگی معمولی و توقف کامل فتوسنتز خالص می شود، اثری روی کلروفیل برگ نداشته ولی نسبت کلروفیل*a/b* را افزایش می دهد (احمدی و بیکر،۱۳۷۹). عدم کاهش در میزان کلروفیل در گیاهان زراعی و نیز افزایش در نسبت کلروفیل *a/b* در تحقیقات دیگری نیز گزارش شده است. با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل برگ

کاهش می یابد ولی نسبت کلروفیل *a/b* افزایش می یابد (آنتولین و همکاران، ۱۹۹۵). برخی محققان افزایش نسبت کلروفیل*a/b* را موجب تیره شدن برگ ها و افزایش عدد کلروفیل متر می دانند (صالحی و همکاران،۱۳۸۲؛ کافی و دامغانی، ۱۳۷۹). در این آزمایش در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان نسبت کلروفیل*a/b* به ترتیب مربوط به ژنوتیپ های ارمغان و ترمز-۱٤و در سطح قطع آبیاری مربوط به ژنوتیپ های دکتر عمومی و ساحل بود (جدول ٤). نسبت کلروفیل*a/b* با عملکرد وش، کلروفیل a، عملکرد الیاف و شاخص برداشت فاقد همبستگی بود. نسبت کلروفیل*a/b* باعملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد و با دیگر صفات همبستگی منفی و معنی دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸).

کلروفیل کل

نتایج نشان داد که سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که سطح قطع آبیاری باعث کاهش کلروفیلکل نسبت به آبیاری کامل شد (جدول ۳). در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان کلروفیل کل به ترتیب مربوط به ژنوتیپ های ترمز-۱٤ و دکتر عمومی بود. در سطح قطع آبیاری نیز ژنوتیپ های ساحل و دکتر عمومی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کلروفیل را داشتند (جدول ٤). کاهش مقدارکلروفیل درطی مراحل پیری ودراثرتنش خشکی درسایرگونه های گیاهی نیزگزارش شده است (هیو همکاران، ۲۰۰۵). در این آزمایش مشخص شد کلروفیل کل با تمام صفات به جز نسبت کلروفیل *a/b* همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸).در بررسی میزان کلروفیل کل و کلروفیل a و b مشخص شد تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل می شود. کلروفیل با عملکرد دارای رابطه معنی دار است. ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش خشکی محتوای کلروفیل مناسبی داشتند عملکرد قابل قبولی در شرایط تنش خشکی دارند(رحمان و همکاران،۲۰۰۷).

عملکرد دانه

بر اساس نتایج بدست آمده سطوح آبیاری، ژنوتیپ و سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد که قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد دانه به میزان ۸۳ درصد نسبت به سطح آبیاری کامل شد (جدول ٦). در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ های مختلف پنبه دارای عملکرد های متفاوت هستند، ژنوتیپ های مقاوم به تنش خشکی عملکرد بالاتری داشتند(رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). در سطح آبیاری کامل بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ اس-بی-۳۵، سپید و اوپال وکمترین میزان عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ سیلند بود. در سطح قطع آبیاری بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ های سپید و ترمز-۱٤ بود. عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۱ درصد با تمام صفات به جزنسبت کلروفیل *a/b* داشت . این صفت با عملکرد وش دارای همبستگی مثبت ۰/۹۲ در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۸).

جدول ۵- میانگین مربعات وسطح معنی داری فاکتورهای مختلف واثرات متقابل آنها درصفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد الیاف	عملکرد وش	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
اثرتکرار	۲	۸/٥٤۲۸٦٥	۹/۲۱۷٤٤۲۲۲	۰/۸٥٤٥٤۱٦	۰/٤٥۲٥٦۲۲	۱۳۲/۸۱٦٦۷
سطوح آبیاری	۱	۱٤٥/۰٦۲۹۳۳۹**	۳٤/٤۳٥٦۲۷۲۲**	۳۲۰/۸٦۱۹۱۲۹**	۹٤/۹۱۷۲٤٥**	٦٤۱۰۸/۹۳۸۸۹**
خطایA	۲	٤/۸٦۷۸۰۳۹	٥/۰۷٥٦۳٥٥٥٦	۰/٤۰۸۸۳۱۹	۰/۰۰٦۸٤٦۷	٥۱/۹۳۸۸۹
ژنوتیپ	۱۷	۰/۸۸٥٤۹٥۸**	۰/۲۷۹۲۷٤۸۱**	۲/۰۸۳۸۹٤٤**	۳/۷۸٤۸۹۲۷**	۲۷۳/٤٦۸۳۹**
سطوح آبیاری×ژنوتیپ	۱۷	۰/۳۱۳۷٦۲٦**	۰/۰۷۱۲۸٥۸٤**	۰/٦۱۳۷۷۲۷**	۱/۷٦۷٦٦٤٥**	٥۸/۰۷٦۸۲**
خطا	٦۸	۰/۰۳٥۲۷۷	۰/۰۳٦٥٦۰۷۳	۰/۰۰۱۷۱۹۲	۰/۰۰۰۱۹۷٥	۰/۱۹۳۸۷
کل	۱۰۷	۱/۱۷۷٤۰۱٦٤۸	٤۳۲٥٦٤۷۲۷	۱/٤۳٥۱۰۱۳۳۷	۱/٤۳٥۱۰۱۳۳۷	٤۱٤/۰٥٤٤٦۹۳
ضریب تغییرات(CV)		۱٤/۸۸	۲۸/۷٤	۰/۲٤	۰/۲٤	۱/٤٦۳

عملکرد الیاف

نتایج نشان داد سطوح آبیاری، ژنوتیپ و سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد الیاف نسبت به سطح آبیاری کامل شد(جدول٦). تنش خشکی برعملکرد الیاف در پنبه تأثیر گذار است (رمضانی مقدم و تهرانی، ۲۰۰٤). عملکرد الیاف در پنبه در اثر خشکی کاهش می یابد (رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین عملکرد الیاف مربوط به ژنوتیپ های ارمغان و ترمز-١٤ به ترتیب با ۱/۷۱ و ۰/۷۳ تن در هکتار بود. در سطح قطع آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان عملکرد الیاف مربوط به ژنوتیپ های سپید و ترمز-١٤ به ترتیب با ۰/٤۷ و ۰/۰۷ تن در هکتار بود. عملکرد الیاف همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد با عملکرد وش و عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۰/۷٤ و ۰/٤۱ داشت. عملکرد الیاف با تمام صفات به جزء نسبت کلروفیل a/bدارای همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ داشت (جدول ۸).

عملکرد وش

نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح آبیاری، ژنوتیپ و سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد(جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد که قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد وش به میزان ۸۲ درصد نسبت به سطح آبیاری کامل شد (جدول٦). عملکرد وش مجموع عملکرد چین اول و چین دوم است که در اثر تنش خشکی کاهش پیدا می کند این کاهش عملکرد در ژنوتیپ مختلف با توجه به خصوصیات ژنتیکی هر رقم متفاوت است (رمضانی مقدم و تهرانی، ۲۰۰٤؛ رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان عملکرد وش مربوط به ژنوتیپ های اوپال و ترمز-١٤ به ترتیب با ٤/٥۸ و ۱/۹۲ تن در هکتار بود. در سطح قطع آبیاری بیشترین و کمترین میزان عملکرد وش مربوط به ژنوتیپ های سپید و ترمز-١٤ به ترتیب با ۱/۱٦ و ۰/۱۷ تن در هکتار بود. عملکرد وش همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد با تمام صفات به جز عملکرد دانه داشت (جدول ۸).

جدول٦- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد الیاف، عملکرد وش، عملکرد بیولوژیک، و شاخص برداشت درسطوح مختلف خشکی

تیمار		عملکرد دانه (تن درهکتار)	عملکرد الیاف (تن درهکتار)	عملکرد وش (تن درهکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن درهکتار)	شاخص برداشت (تن درهکتار)
آبیاری کامل		a۲/۱٦	a۱/۱۰	a۳/۲٦	a٦/٥۸	a٤۸/۹٦
قطع آبیاری		b۰/۳٦	b۰/۲۳	b۰/٥۹	b٥/۱۳	b۱۱/۲۱

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد سطوح آبیاری، ژنوتیپ و سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۵). قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد بیولوژیک به میزان ۲۲نسبت به آبیاری کامل شد (جدول ٦). وزن خشک نشان دهنده استفاده گیاه از منابع موجود در طی مراحل رشد است درصورتی که در طی مرحله رشد گیاه با تنش خشکی مواجه شود ژنوتیپ هایی که دارای وزن خشک بیشتری هستند شرایط تنش خشکی را بهترتحمل کرده اند(رمضانی مقدم و تهرانی، ۲۰۰٤؛ رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ هایی که دارای عملکرد بیولوژیک بیشتری هستند به خشکی مقاوم تر هستند (رحمان و همکاران، ۲۰۰۷). در سطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به ژنوتیپ های اوپال و ترمز-١٤به ترتیب با ۸/٤ و ٥/۳۲ تن در هکتار بود. در سطح قطع آبیاری بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به ژنوتیپ های سوپر الیت آرین و ترمز-١٤ به ترتیب با ٦/٤ و ۱/۸۸ تن در هکتار بود. عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت در سطح ۱درصد با عملکرد وش و عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۰/۸۳ و ۰/۷٦ داشت. عملکرد بیولوژیک دارای همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد با تمام صفات به جزء بتاکارتنوئید و کلروفیل bداشت (جدول ۸).

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد الیاف، عملکرد وش، عملکرد بیولوژیک، و شاخص برداشت ژنوتیپ های مختلف پنبه در سطوح مختلف خشکی

ژنوتیپ	عملکرد دانه (تن درهکتار)		عملکرد الیاف (تن درهکتار)		عملکرد وش (تن درهکتار)		عملکرد بیولوژیک (تن درهکتار)		شاخص برداشت (تن درهکتار)	
	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل	قطع آبیاری	آبیاری کامل
سوپرالیت بختگان	i۰/۳٤	b-e۲/۳۲	n-r۰/۲۲	a-h۱/۲۸	q-s۰/۵۹	eo۳/٦۱	n۵/۸۵	٦/۵i	o۲۱	۵۵ e-g
سوپرالیت گلستان	i۰/٤۱	c-e۲/۲۷	n-r۰/۲	a-i۱/۱۷	f۰/۵٦	f۳/٤۳	m٦/۰۸	٦/۸۳g	p۱۷	۵٤g
اس-بی-۳۵	i۰/۵۱	a۳/۱۱	l-r۰/۳۵	a-f۱/٤۲	ab۰/۸۷	ab٤/۵٤	r۵/۱٤	۷/۲۸d	p۱۸	۵۰hi
تی-۲	i۰/۱۳	e-g۱/٦۹	p-r۰/۱	d-o۰/۸۳	jk۰/۲٤	jk۲/۵۲	u۳/۲٦	٦/۳k	p۱۷	٦۲a
سوپرالیت آرین	hi۰/۵۹	a-c۲/۷۹	k-r۰/۳۷	a-c۱/٦۱	op۰/۹۷	b-d٤/٤	j٦/٤	۷/۲٦d	p۱۷	۵۰hi
خندق	i۰/۵۵	c-e۲/۸۸	k-r۰/٤	a-f۱/٤	p۰/۸٦	d٤/۲۵	q۵/۳٤	۷/۱٦e	p۱۷	٦۲a
ساحل	i۰/۳۷	a۲/۲٦	n-r۰/۱۸	a-j۱/۰۷	q-s۰/۵۹	fg۳/۳۳	q۰/۹۸	h٦/٦۸	۱٤r	٤۹i
سپید	hi۰/٦۹	a۳/۰۳	i-r۰/٤۷	a-f۱/۳۸	n۱/۱٦	b-d٤/٤	p۵/۵۱	f۷/۰۵	rq۱۵	٦۰bc
سیلند	i۰/۱۸	fg۱/۵۳	o-r۰/۱٤	h-r۰/٦۲	u-۰/۳۱ y	i۲/۱۵	t٤/٦۱	n۵/۹۵	۱۲s	٤۵j
ارمغان	hi۰/۵۷	a-c۲/۷٦	k-r۰/۳۸	a۱/۷۱	op۰/۹۷	a-c٤/٤۷	p۵/٤۵	b۷/۹۸	۱۲s	۵۹c
پاک	i۰/۵	ab۲/۹٦	l-r۰/۳۵	a-f۱/۳۷	p۰/۸۸	a-c٤/۳٦	m٦/۰۹	c۷/۷۵	۱۰tu	٤۰k
اولتان	i۰/۵۱	a-c۲/۷۳	k-r۰/۳۷	ab۱/۷	p۰/۸۵	a-c٤/٤۳	s٤/۹۸	a۷/۷۵	۹tu	۵vd
اوپال	i۰/۵٤	a۳/۱	l-r۰/۳٤	a-d۱/٤۸	p۰/۹۱	a٤/۵۸	r۵/۲۵	a۸/٤	۱۰ut	٤۲k
سوپراکرا	i۰/۳۱	e-g۱/۸۱	o-r۰/۱۳	c-۰/۹۳ m	r-v۰/٤۵	i۲/۷۵	o۵/٦٤	i٦/۱۸	۸u-w	۵٦d-f
تی -۳	i۰/٤۳	d-f۲/۰	n-r۰/۲۲	a-l۱/۰٤	q۰/٦۳	h۳/۰٤	o۵/٦٤	i٦/۱۸	vv-w	۳٦ml
ترمز- ۱٤	i۰/۱۱	gh۱/۱۹	q-r۰/۰۷	g-r۰/۷۳	yz۰/۱۷	m۱/۹۲	v۱/۸۸	r۵/۳۲	vw-y	۵٦d-g
کیسا	i۰/۱٦	fg۱/۵۱	p-r۰/۰۹	d-p۰/۷۸	w-۰/۲۵ z	kl۲/۲۹	t٤/۲۰	n٦/۵	٦xy	۳٦ml
دکتر عمومی	i۰/۱۷	fg۱/۵۱	o-r۰/۱۲	c-۰/۹۳ m	v-z۰/۲۹	jk۲/٤٤	q۵/٤۳	۵/۸۵	۵y	۳۵mn

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح آبیاری، ژنوتیپ و سطوح آبیاری× ژنوتیپ در سطح ۱درصد معنی دار شد(جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد شاخص برداشت ۷۷ درصد نسبت به سطح آبیاری کامل کاهش یافت (جدول ٦). شاخص برداشت که متأثر از عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک می باشد. تعیین کننده آن است که چه بخشی از اسیمیلات ساخته شده به مخزن مورد نظر انتقال می یابد. عملکرد یک گیاه را از طریق افزایش کل ماده خشک تولید شده در مزرعه یا افزایش سهم عملکرد اقتصادی و یا هر دو بالا برد (شیرانی راد، ۱۳۷۹؛ راینز، ۲۰۱۱). درسطح آبیاری کامل بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت مربوط به ژنوتیپ های اس-بی-۳۵ و خندق با ٦۲ درصد و کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ کیسا با ۳۵ درصد بود. در سطح قطع آبیاری بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت مربوط به ژنوتیپ های سوپر الیت بختگان و دکتر عمومی به ترتیب با ۲۱ و ۵ درصد بود. شاخص برداشت

همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱ درصد با عملکرد وش و عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۰/۹۸ و ۰/۹داشت و همچنین رابطه مثبت و معنی داری در سطح ۱ درصد با محتوای کلروفیل به جزء نسبت کلروفیل a/b داشت(جدول ۸).

جدول ۸- همبستگی بین صفات

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
بتاکارتنوئید	۱	۱										
a کلروفیل	۲	**۰/۸۳	۱									
b کلروفیل	۳	**۰/۹	**۰/۸۳	۱								
گزانتوفیل	٤	**۰/۹	**۰/۸۲	**۰/۹۱	۱							
a/b نسبت	٥	-۰/٤٥	-۰/۱٦	-۰/٦٤	**۰/٥۳	۱						
کلروفیل		**	ns	**								
کلروفیل کل	٦	**۰/۸۸	**۰/۹۹	**۰/۹۲	**۰/۸۸	**۰/۳۱	۱					
عملکرد دانه	۷	**۰/۳۲	**۰/٥۱	**۰/۳	ns۰/٤	**۰/۰٤	**۰/٤۷	۱				
عملکرد وش	۸	**۰/۳٤	**۰/٥٥	**۰/۳۱	ns۰/٤۱	ns۰/۰۸	**۰/٥	**۰/۹۲	۱			
عملکرد الیاف	۹	*۰/۲٤	**۰/٤	*۰/۲	ns۰/۲٥	ns۰/۱۲	**۰/۳٥	**۰/٤۱	**۰/۷٤	۱		
عملکرد بیولوژیک	۱۰	ns۰/۱۷	**۰/۳۸	ns۰/۱۳	**۰/۲٥	**۰/۲٥	**۰/۳۲	**۰/۷٦	**۰/۸۳	**۰/٦	۱	
شاخص برداشت	۱۱	**۰/۳۷	**۰/٥٥	**۰/۳٥	ns۰/٤٤	-۰/۰۱ ns	**۰/٥۱	**۰/۹	**۰/۹۹	**۰/۷۳	**۰/۷۷	۱

نتیجه گیری

در بررسی محتوای کلروفیل و عملکرد ژنوتیپ های مختلف پنبه در شرایط قطع آبیاری مشخص شد قطع آبیاری باعث کاهش محتوای کلروفیل برگ از جمله کلروفیل a، کلروفیلb، بتاکارتنوئید، گزانتوفیل و کلروفیل کل شد. همچنین قطع آبیاری باعث کاهش عملکرد وش، عملکرد دانه، عملکرد الیاف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد. در بررسی محتوای کلروفیل مشخص شد که این صفات با دیگر صفات همبستگی مثبت ومعنی دار داشتند که بهبود یک صفت باعث تأثیر گذاری بر صفات دیگر می شود. محتوای کلروفیل با عملکردهای اندازه گیری شده از جمله عملکرد الیاف، عملکرد وش و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی دار داشت که بهبود محتوای کلروفیل باعث افزایش عملکرد در ژنوتیپ های مختلف می شود. برخی ژنوتیپها به طور ذاتی داری محتوای کلروفیل بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ ها و عملکرد متوسط و کمتری نسب به دیگر ژنوتیپ ها دارند، مانند از جمله رقم ترمز-١٤. در بین ژنوتیپ های مختلف پنبه مورد مطالعه بعضی از ژنوتیپ ها در شرایط قطع آبیاری محتوای کلروفیل و عملکرد بالاتری داشتند از جمله ژنوتیپ های خندق، ساحل، ارمغان، پاک، اولتان و اوپال که می توانند شرایط تنش خشکی را بهتر تحمل کنند.

منابع

احمدی، ع. و د. آ. بیکر. ۱۳۷۹. عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای محدود کننده فتوسنتز در گندم در شرایط تنش خشکی . مجله علوم کشاورزی ایران . جلد ۳۱. شماره ٤: ۸۲٥-۸۱۳ .

خواجه پور، م.ر.۱۳۷۸. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.۲۸٦ صفحه.

صالحی، م.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی.۱۳۸۲. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم. مجله پژوهشهای زراعی ایران .جلد ۱.شماره۲: ۲۰٥-۱۹۹.

کافی، م. و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی(ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

ملک احمدی، ف.، خ. کلانتری و م. موو ترکزاده. ۱۳۸٤. اثر تنش غرقابی بر القاء تنش اکسیداتیو و غلظت عناصر در گیاه فلفل (*Capscicum annum L.*). مجله زیست شناسی ایران. جلد۱۸. شماره۲: ۱۱۹–۱۱۰.

Ahmadi, A., P. Ehsanzadeh and F. Jabbari. 2007. Introduction to Plant Physiology. University of Tehran Press. (In Persian).

Alberet, R. S. and J. P. Thornber. 1977. Water stress effects on the content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplast of maize. Plant. Physiol. 59: 351353.

Antolin, M. C., J. Yoller and M. Sanchez-Diaz.1995. Effects of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen –fixing alfalfa plants. Plant Science, 107:159-165.

Aron, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23: 112-121.

Bieloriya, H., A,Matell and S. Moresht.1983. Water relation of cotton in water deficits and plant growth Vol. VII. Kozwasei. T.T.PP. 49057.New York Academic Press, U.S.A.

Blum, A. 1989. Osmotic adjustment and growth of barley genotypes under drought stress. Crop Sci. 29:230-233.

Dadashi, M. R., I. Majidi Heravan E., Soltani A.A.F. and Noorinia A. A. 2007. Evaluation of different genotypes of barley to salinity salt stress. J. Agric. Sci. 13(1): 181-190. (In Persian with English abstract).

Draikewicz, M. 1994. Chlorophylase occurrence functions, mechanism of action, effect of extra and internal factors. Phtosyth. 30, 321-337.

Fernandez, C.J., K.J. Mcinnes and T.Cothern. 1996. Water status and leaf area production in water and nitrogen stress cotton. Crop Sci. 36:1224-1233.

Gregersen, P.L. and P.B. Holm. 2007. Transcriptome analysis of senescence in the flag leaf of wheat. Plant Biot. 5, 192-206.

He, P., M. Osaki, M. Takebe, T. Shinano and J. Wasaki.2005. Endogenous hormones and expression of senescence-related genes in different senescent types of maize. Journal of Experimental Botany. 56 (414): 1117-1128.

Hellebust, J.A. and J.S. Carigie. [Eds.], 1978. Handbook of physiological methods. Physiological and biochemical methods. Cambridge Univ. Press, New York and London. 512p.

Jain, M. and R.P. Gadre. 1998. Inhibition of chlorophyll synthesis and enzymes of nitrogenassimilation by selenite in excised maize leaf segments during greening. Water, Air and Soil Pollution 104: 161 166.

Jeyaramraja, P.R., S.N. Meenakshi, R.S.Kumar, S.D. Joshi and B. Ramasubramanian. 2005. Water deficit induced oxidative damage in tea (*Cameliasinensis*) plants. J. Plant. Physiol. 162:413-419.

Kranner, I., R.P. Beckett, S. Wornik, M. Zorn and H.W. Pfeifhofer. 2002. Revival of a resurrection plant correlates with its antioxidant status. Plant. J. 31, 13-24.

Lawlor, D.W. and G. Cornic. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism inrelation to water deficits in higher plants. Plant Cell. Environ. 25: 275-294.

Loggini, B., A. Scartazza, E. Brugnoli and F. NavariIzzo. 1999. Anti–oxidative defense system pigment composition and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. Plant. Physiol. 119: 1019-1099.

Rahman, I., M, Ullah, M. Ahsraf, J.M. Stewart and Y. Zafar. 2007. Genotypic variation for drought tolerance in cotton. Agron. Sustain. Dwv. 28: 439-447.

Mazzafer, P. 1998 Growth and biochemical alterations in coffee due to selenite toxicity. Plant. Soil. 201: 189 -196.

Munne-Bosch, S. and J. Penuelas. 2003. Photo- and antioxidant protection during summer leaf senescence in Pistscia lentiscus L. grown under Mediterranean field conditions. Ann. Bot. 92: 385-391.

Pessarkli, M. 1999. Hand book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc. 697 pp.

Raines, C.A. 2011. Increasing photosynthetic carbon assimilation in C3 plant to improve crop yield: Current and future strategies. lant Physiol. 155: 36-42.

Ramezani Moghadam, M. and M. Taherian. 2004. Drought strategies for cotton. Drought and Agronomy. Ministry of Jihad -e- Agriculture. 13: 80-88.

Sairam, R.K., P.S. Deshmukh and D.C. Saxena. 1998. Role of antioxidant systems in wheat. Genotype tolerance to water stress. Biologia Plantarum, 41(3): 387-394.

Shirani Rad, A.H. 2003. Crop physiology. Dibagaran Tehran. 358 page. (In persian)

Silva, M.A., J.L, Jifon, J.A.G. Silva, and V. Sharma. 2007. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Braz. J. Plant Physiol.19: 193-201.

Taiz, L. and E.Zeiger. 1998. Plant physiol. Second Edition. Sinauer Associated, Inc., Publisher. pp: 792.
Tavakoli, A., A, Ahmadi and H. Alizade. 2009. Some aspects of physiological performance of sensitive and tolerant cultivars of wheat under drought stress conditions after pollination. Iranian J. Crop Sci. 40(1), 197-211. [In Persian with English Summary].
Telesinski, A., J. Nowak, B. Smolik, A. Dubowska and N. Skrzyiec. 2008. Effect of soil salinity on activity of antioxidant enzymes and content of ascorbic acid and phenols in bean plants. J. Elemental. 13: 401-409.
Viera Santos, C. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Sci. Hortic. 103(1): 93-99.
Yu, X., X. Du, and L. Song. 2007. Effects of water stress on the growth and ecophysiology of seedlings of the *Rhustyphina*. Scientia Silvge Sinicae. 43: 57-61.

The effect of irrigation –cut off on chlorophyll content and yield of cotton genotypes (*Gossypiumhirsutum* L.)

V. Ghodrat[1], R. Hamidi[2], O. Alizadeh[3], F. Bazrafshan[4], Sh. Sharafzadeh[5]

Received: 2017-3-14 Accepted: 2017-6-21

Abstract

In order to evaluate the effect of cut-irrigation on chlorophyll content and yield of different genotypes of cotton, a field experiment were performed in Haji Abad (28°36'N, 54°41'E) during 2014-2015 growing season. The experiment was conducted in split plot design with three replications. The main plot was drought levels (Full irrigation (every 10 days) and irrigation-cut for two periods (30 days)) and the sub-plot was different cotton genotypes (Super Elit Arian, Super ElitGolestan, Kiza, SB-35, Opal, Super ElitBakhtegan, T-2, Dr-Omoomi, Khandagh, Superokra, Termez-14, T-3, Sahel, Sepid, Silend, Armaghan, Pak, Oltan). Irrigation cutting reduced the chlorophyll content of different cotton genotypes. The highest and lowest β-carotene, Xanthophyl, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll were obtained for Termez-14 and Dr-Omoomi genotypes, respectively. Under irrigation cutoff some genotypes had higher levels of chlorophyll content and yield such as, Khandagh, Pak, Opal, Armaghan, Sahel and Oltan which shows that these genotypes can better tolerate drought stress condition.

Keywords: Irrigation, cotton, yield, β-carotene, xanthophyl

1- PhD Student of Agronomy, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad, Iran
2-Associated Professor, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
3-Associated Professor, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
4-Assistant Professor, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad, Iran
5-Assistant Professor, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad, Iran