مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد نهم، شماره اول، ۱۴۰۰
۱۷۰-۱۴۵
www.jcri.ir

ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی بذر پنبه استحصالی از تنش‌های آبی

ام البنین چکانی[۱]، الهام فغانی[۲،۱]، محمدرضا داداشی[۱*]، حسین عجم نوروزی[۱]، برهان سهرابی مشک آبادی[۲،۱]

[۱]گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

[۲]استادیار، موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: تغییر اقلیم، دستیابی به منابع آب را با مشکل مواجه کرده است. لذا القا تحمل به تنش کم آبی در بذور تکثیری، می‌تواند با دستیابی به عملکرد مطلوب و بذور بالقوه، ضمن کاهش مصرف آب، در کشاورزی تحول بزرگی ایجاد کند. ارزیابی خصوصیات فیزیولوژیکی بذور پنبه استحصالی از تیمارهای مختلف کم آبی، ضمن بررسی وضعیت رشد و عملکرد آن‌ها، دیدگاه کامل‌تری از تکثیر بذر برای اراضی تحت تنش خواهد داد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با هدف ارزیابی پتانسیل فیزیولوژیکی بذور پنبه استحصالی از تیمارهای مختلف کم آبیاری به‌منظور تکثیر بذر پنبه برای مزارع تحت تنش آبی در استان گلستان اجرا شد. آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتور

*نویسنده مسئول: mdadashi730@yahoo.com

اصلی شامل ۴ سطح آبیاری شامل دیم، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و فاکتور فرعی نیز شامل تیمارهای منابع بذری در ۵ کرت فرعی شامل شاهد (تأمین بذر از مراکز فروش) و ۴ سطح بذر استحصالی از سطوح مختلف کم آبیاری (دیم، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تأثیر تعداد دفعات در معرض تنش‌بودن برای بذر بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد گیاهان تفاوت معنی‌دار داشتند. در شرایط آبیاری با ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، بذور استحصالی که برای دومین بار (دو سال زراعی) و سومین بار در معرض تیمار آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی قرارگرفته بودند به ترتیب با کدهای (S_{22}) و (S_{32}) به میزان ۳۶/۶۲ و ۶۵/۹۷ میلی گرم بر گرم وزن‌تر کمترین و بیشترین نشاسته و کربوهیدرات محلول را داشتند. لذا آبیاری به میزان ۳۳ درصد ظرفیت زراعی برای تیمار بذری S_{22} تنش کم‌آبی نبود. در حالی که در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، عملکرد چین اول در تیمار بذری S_{22}، در دو بار در معرض تنش کم آبی از ۱۷۲/۴۳ گرم در متر مربع به ۴۳۲/۴۳ گرم در متر مربع در سه بار در معرض تنش کم آبی رسید. ولیکن در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، بذور استحصالی که برای دومین بار (دو سال زراعی) در معرض تیمار آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی قرار گرفته بودند (S_{23}) در شرایط دو بار تنش نسبت به سه بار تنش، عملکرد چین اول کاهش یافت. کاهش سطح برگ در تیمارهای بذری S_{23} در دو بار تنش در شرایط دیم و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مبین این امر است که هم دیم و هم آبیاری زیاد برای تیمار بذری S_{23} تنش محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، با تکثیر بذر در شرایط آبیاری با ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، علاوه بر کاهش مصرف آب، می‌توان به بذوری بالقوه با گیاهان متحمل به تنش دست یافت. افزایش عملکرد چین اول در تیمار بذری S_{32}، حاصل از تکثیر بذر در معرض سه بار تنش آبی، حاکی از اهمیت القاء فعالیت حافظه تنشی در تیمارهای بذری S_{22} و S_{32} در تحمل کم آبی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پنبه، تنش آبی، سطح برگ، عملکرد، نشاسته

مقدمه

کشور ایران با میزان بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر در سال در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است (کردوانی، ۲۰۰۱). کشت پنبه در استان گلستان دارای سابقه طولانی است و این استان در گذشته به‌دلیل گستردگی کشت پنبه به سرزمین طلای سفید شهرت داشته است. در سال‌های اخیر به‌دلیل صرفه اقتصادی این محصول تمایل به کشت برنج و سویا بر کشت پنبه سرعت گرفت. ولیکن امروزه با عرضه ارقام زودرس با دوره رویشی کوتاه‌تر و تغییرات اقلیمی، کشاورزان مجدداً به کشت پنبه روی آوردند (فغانی و همکاران، ۱۳۹۸). به‌طوری‌که در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ سطح زیر کشت پنبه آبی ۹۷۲۰ هکتار با میانگین عملکرد ۱۴۱۵ کیلوگرم در هکتار و پنبه دیم ۲۲۰۰ هکتار با میانگین عملکرد ۸۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ سطح زیر کشت پنبه آبی ۱۳۳۸۶ هکتار با میانگین عملکرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و پنبه دیم ۴۲۱۴ هکتار با میانگین عملکرد ۱۲۵۰کیلوگرم در هکتار بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). پنبه از جنس (*Gossypium*) به‌دلیل دارا بودن محتوی روغن و پروتئین دانه زیاد، اهمیت ویژه‌ای در زراعت دارد (اگبوتا و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به این‌که این محصول ماده اولیه صنایع نساجی را تشکیل می‌دهد و این صنایع از نوع صنایع اشتغال‌زا است، اهمیت پنبه در شرایط کنونی کشور آشکار می‌شود (یزدانی و همکاران، ۲۰۱۰).

بدین ترتیب کشت پنبه بعد از برداشت گندم و جو به‌ویژه در مزارع کم باران مورد تقاضای کشاورزان است. از آن‌جایی‌که تنش آبی یکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده رشد و بهره‌وری محصول است (ماساسی و همکاران، ۲۰۰۸). گیاه پنبه این قابلیت را دارد که در شرایط تنش محیطی با کاهش تعداد غوزه و کاهش ارتفاع گیاه دست به خودتنظیمی می‌زنند (سینگ، ۱۹۹۸). ارزیابی خصوصیات فیزیولوژیک گیاهی مانند میزان هدایت روزنه‌ای و کارایی فتوسنتز برگ ضمن آن‌که به‌طور مستقیم تحت تاثیر تنش های محیطی قرار می‌گیرند به‌طور آشکاری نشان‌دهنده واکنش گیاه به تغییر شرایط رشد و نهایتاً مبین تغییرات رشد و عملکرد در گیاه می‌باشند (آرانجوئلو و همکاران،۲۰۱۰). پژوهش‌های لیدی و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد که تنش خشکی در پنبه باعث محدودیت کارایی

فتوسنتزی به‌دلیل محدودیت هدایت روزنه‌ای یا غیرروزنه‌ای می‌شود. زودرسی نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد، کیفیت و بازدهی محصول دارد و در گیاه پنبه با طبیعت رشد یکساله و رفتار رشد نامحدود، از توارث پیچیده‌ای برخوردار است (عالیشاه و احمدیخواه، ۲۰۰۹). تنش آبی در طی فصل رشد، باعث کاهش رشد رویشی و زودرس‌شدن گیاه و کاهش عملکرد می‌گردد (پتیگریو، ۲۰۰۴). پاپاستیلیانو و آرگیروکاستریتیس (۲۰۱۴) بیان داشتند کم آبیاری، باعث کاهش عملکرد وش و تعداد غوزه در بوته شده و زودرسی را تحریک می‌کند اما میانگین وزن غوزه به مقدار ناچیزی تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار می‌گیرد. در پاسخ به تنش‌های آبی، کربوهیدرات‌ها به صورت تنظیم‌کننده اسمزی ایفای نقش دارند. برای مثال قند محلول و نشاسته در سازگاری با تنش کم آبی افزایش می‌یابند به‌طوری که قند محلول به عنوان تنظیم کننده اسمزی عمل می‌کند و نشاسته حجم اسمزی سلولی را کاهش می‌دهند. به نظر می‌رسد قند محلول در برگ‌های جوان و نشاسته در برگ‌های بالغ پنبه بیشتر اهمیت داشته باشند (آکرسون، ۱۹۸۱).

یولا و همکاران (۲۰۰۸) در ارتباط با وجود تنوع ژنتیکی در ارقام پنبه از نظر سطح تحمل به تنش خشکی ابراز داشتند، علیرغم عملکرد بالای برخی ارقام پنبه در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، در شرایط کمبود آبیاری این ارقام، عملکرد پایینی را تولید نمودند. لذا با توجه به ضرورت دستیابی به بذور با پتانسیل مطلوب، تکثیر بذر پنبه برای مزارع دیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است از این رو تکثیر بذور پنبه با عملکرد بهینه برای مزارع با شرایط تنش کم آبی، از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ با هدف بررسی پتانسیل بذور برداشت شده از محیط‌هایی با آبیاری‌های مختلف بر روی عملکرد و اجزای عملکرد پنبه رقم گلستان تحت تیمارهای مختلف آبیاری در ایستگاه هاشم آباد در ۱۱ کیلومتری شمال غربی شهرستان گرگان با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و

۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی در ۴ سطح آبیاری (دیم (w_0)، ۳۳٪ (w_1)، ۶۶٪ (w_2) و ۱۰۰٪(w_3) آب مورد نیاز گیاه) و تیمار منابع بذری در ۵ کرت فرعی (شاهد و ۴ سطح بذر تنش‌یافته) کشت شدند. در شرایط دو بار تنش، بذر شاهد با کد (S_{20}) شامل بذر تهیه شده از مبادی فروش و بذرهای تنش یافته که به ترتیب با کد ($S_{24,}$ $S_{23,}S_{22,}S_{21}$) نامگذاری شدند. به این صورت که بذرها برای دومین بار (دو سال زراعی) در معرض تیمارهای مختلف آبیاری شامل دیم (S_{21})، ۳۳ درصد ظرفیت زراعی (S_{22})، ۶۶ درصد (S_{23})، ۱۰۰ درصد (S_{24}) قرار گرفتند و همچنین در سه بار تنش (بذور استحصالی از سه سال زراعی کشت در تیمارهای مختلف آبیاری)، بذر شاهد با کد (S_{30}) و بذرهای سال دوم که برای سومین بار در معرض این تیمارهای آبیاری قرار گرفته بودند به ترتیب با کدهای ($S_{34,}$ $S_{33,}S_{32,}S_{31}$) نامگذاری شدند و تحت تیمارهای مختلف آبیاری شامل دیم (S_{31})، ۳۳ درصد ظرفیت زراعی (S_{32})، ۶۶ درصد (S_{33})، ۱۰۰ درصد (S_{34}) قرار گرفتند. هر تیمار در ۴ خط به طول ۶ متر و با فاصله بوته ۲۰ × ۸۰ کشت شد. بذر مورد استفاده در سال اول آزمایش تمامی تیمارها کاملا مشابه و از مراکز فروش بذر تأمین شد. بذرهای به دست آمده از کرت‌های تحت تنش در پایان سال همراه با شاهد (بذر تهیه شده از بازار)، به منظور تهیه تیمارهای منابع بذری در سال دوم کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت تهیه منابع بذری سه بار تنش، بذرهای حاصل از آزمایشات سال دوم نیز برای کشت در سال سوم، استفاده گردید. پس از کاشت، جهت سبز یکنواخت بذر، آبیاری یکسان در تمام کرت ها انجام شد. با توجه به اهمیت تنش خشکی جهت تحریک رشد زایشی بوته های پنبه، در مرحله گلدهی تیمارهای آبیاری از طریق سیستم قطره‌ای با نوارهای آبیاری به کرت‌ها داده شد. آب مورد نیاز مزرعه از طریق تهیه نمونه خاک قبل از آبیاری و محاسبه و کمبود رطوبت تا نقطه ظرفیت زراعی با رابطه زیر مشخص شد:

$$d = \frac{(FC - PWP)}{100} \times R.B_d.MAD$$

که در آن، d، Fc، Pwp، R و Bp و MAD به‌ترتیب عمق آب آبیاری (سانتی‌متر)، درصد رطوبت در ظرفیت زراعی، درصد رطوبت در نقطه پژمردگی، عمق توسعه ریشه‌ها (سانتی‌متر)، وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3) و تخلیه مجاز رطوبتی می‌باشد.

در این پژوهش به‌جای درصد رطوبت در نقطه پژمردگی، درصد وزنی رطوبت قبل از آبیاری جایگزین شد. لذا پارامتر تخلیه مجاز رطوبتی حذف گردید. با محاسبه عمق آب آبیاری، متناسب با تیمار تعریف شده، باید مدت آبیاری در درصد مورد نظر محاسبه شود. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و با نوارهای آبیاری (تیپ) انجام شد. ۱۰ دقیقه پس از شروع آبیاری و اطمینان از پر شدن لوله‌ها و تثبیت فشار سیستم، ظرف‌های کوچکی زیر تعدادی از قطره چکان های ابتدا، وسط و آخر مسیر قرار داده شد و میانگین حجم آب ریزش یافته از آن‌ها با کمک استوانه مدرج و در مدت سه دقیقه اندازه‌گیری شد. در نهایت شدت پخش آب محاسبه شد (mm/hr). با تقسیم ارتفاع آب آبیاری مورد نیاز هر کرت بر حسب میلی‌متر، بر شدت پخش آب نوار تیپ، مدت آبیاری محاسبه شد. در هر کرت سه بوته برای سنجش هدایت روزنه و تشعشع فعال فتوسنتزی علامت‌گذاری شده و سنجش صفات مذکور بر آن‌ها انجام شد.

هدایت روزنه‌ای: جهت اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای طبق روش رامیرز و کلی (۱۹۹۸) بین ساعات ۶ تا ۸ صبح، یک هفته پس از اعمال تیمارهای آبیاری، سنجش هدایت روزنه‌ای، از برگ‌های یک سوم میانی هر بوته به کمک دستگاه پرومتر (مدلSC-1) اندازه‌گیری شد.

تشعشع فعال فتوسنتزی: در زمان باز شدن غوزه‌ها، برگ‌های یک سوم وسط هر بوته، میزان تشعشع فعال فتوسنتزی در قسمت میانی کانوپی آن‌ها با توجه به ساعات آفتابی توسط دستگاه تابش سنج فعال فتوسنتزی (LcI-SD) اندازه‌گیری شد. شدت تابش قابل اندازه‌گیری توسط این دستگاه بین صفر تا ۲۰۰۰۰/sec/mols است و گستره طیف اندازه‌گیری آن بین طول موج‌های ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر می‌باشد. عملکرد بهینه این دستگاه در دمای بین ۱۰ تا۷۰ درجه سلسیوس می‌باشد.

سطح برگ: در مرحله گلدهی سه بوته در هر کرت برای اندازه‌گیری مساحت برگ انتخاب شد. مساحت برگ‌های هر بوته با استفاده از نرم افزار گرافیکیImage J اندازه‌گیری شد.

تعیین غلظت نشاسته: برای اندازه گیری نشاسته از روش برگوین و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. در این روش یک میلی‌لیتر از محلول آماده شده حاوی نشاسته درون ویال ریخته شد، سپس ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد به محلول اضافه شد. پس از ۴۵ دقیقه میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد.

تعیین غلظت قند کل محلول: برای اندازه گیری قند کل محلول از روش دابویز و همکاران (۱۹۵۶) استفاده شد. در این روش ۲ میلی‌لیتر از محلول آماده شده حاوی عصاره گلوکز، برداشته شد و درون فالکون ۱۵ یا لوله آزمایش مناسب ریخته شد. یک میلی‌لیتر محلول فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به محلول اضافه شد. پس از ۴۵ دقیقه میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. از گلوکز با غلظت‌های ۲۵، ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵ و ۳۵ میلی‌مولار محلول استاندارد تهیه شد.

در زمان باز شدن ۵۰ درصد غوزه ها و قبل از برداشت محصول، برای تعیین عملکرد چین اول، وزن الیاف ۳۰ غوزه، عملکرد کل، درصد زودرسی با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، از سطحی معادل متر یک مربع برداشت صورت گرفت. درصد زودرسی از فرمول زیر به‌دست آمد.

$$\text{درصد زودرسی} = \frac{\text{عملکرد چین اول}}{\text{عملکرد کل}} \times 100$$

در نهایت داده‌ها، با نرم افزارهای آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل و با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

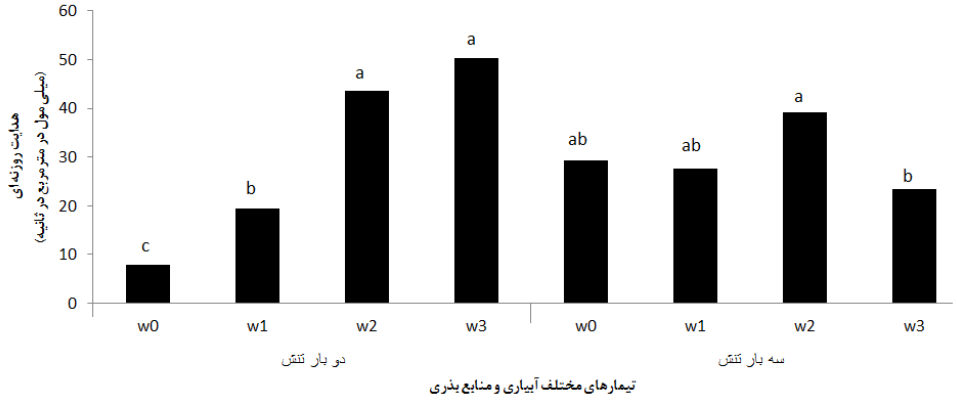
نتایج و بحث

هدایت روزنه‌ای: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هدایت روزنه‌ای تحت تاثیر برهمکنش سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری نداشته است (جدول ۱). در حالی‌که در گیاهان حاصل از بذور دو بار در معرض تنش، تحت تاثیر سطوح آبیاری بر هدایت روزنه‌ای در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین در گیاهان دو بار در معرض تنش نشان داد که شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد دارای بیشترین هدایت روزنه ای با میانگین ۵۰/۳۷ میلی مول در متر مربع در ثانیه بود. درحالی‌که در شرایط دیم کمترین هدایت روزنه ای با میانگین ۷/۹۴ میلی مول در متر مربع در ثانیه مشاهده شد (شکل ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هدایت روزنه‌ای در گیاهان حاصل از سه بار در معرض تنش، تحت تاثیر سطح آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است (جدول ۱). به طوریکه بیشترین هدایت روزنه ای در آبیاری ۶۶ درصد با میانگین ۳۹/۱۱ میلی مول در متر مربع در ثانیه بود. در حالی‌که تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد کمترین میزان هدایت روزنه ای با میانگین ۲۳/۳۳ میلی مول در متر مربع در ثانیه را داشت (شکل ۱). به نظرمی‌رسد در تیمارهای حاصل از دو و سه بار تنش بذری تحت شرایط تامین آب کافی به‌دلیل انجام تعرق و باز بودن روزنه‌ها باعث افزایش هدایت روزنه‌ای در این تیمارها شده است. همچنین در شرایط کمبود آب، کاهش هدایت روزنه‌ای نیز مبین این امر است که میزان آب برگ در اثر تنش خشکی کاهش یافته و کاهش پتانسیل آب برگ باعث بسته شدن روزنه و در نتیجه کاهش هدایت روزنه‌ای می‌گردد (بوتا و همکاران، ۲۰۰۴). یولا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند میزان فتوسنتز، میزان هدایت روزنه‌ای و تعرق به‌طور معنی‌داری در شرایط تنش آب کاهش پیداکرد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری و تیمارهای منابع بذری بر صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول در متر مربع در ثانیه)		تشعشع فعال فتوسنتزی (میکرومول در فوتون بر مترمربع در ثانیه)		سطح برگ هر بوته (مترمربع)		نشاسته (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)		قند محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	
		دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر
تکرار	۲	۰/۷۹ ^{ns}	۷/۸۵ ^{ns}	۱۷/۰۷^{ns}	۴/۷۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۱/۷۳^{ns}	۱۴/۸۳^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۲/۲۵^{ns}
سطح آبیاری	۳	۲/۵۹**	۵/۴۷*	۲۷/۵۳**	۲۳/۹۱**	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۰۲۲**	۵۰/۲۵**	۲۴/۱۰^{ns}	۴/۰۲**	۷/۷۵*
خطای اصلی	۶	۰/۱۹	۲/۷۳	۱۵/۶۱	۱/۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۱/۰۳	۵/۳۳	۰/۰۲	۲/۳۸
منابع بذر	۴	۰/۲۲^{ns}	۰/۹۳^{ns}	۱/۳۲^{ns}	۴/۳۸*	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱۳^{ns}	۵۵/۶۹**	۳۸/۸۰*	۳/۱۷**	۱/۰۶^{ns}
سطح آبیاری × منابع بذر	۱۲	۰/۱۳^{ns}	۱/۵۸^{ns}	۶/۹۰^{ns}	۱/۵۷^{ns}	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۱۳^{ns}	۲۱/۶۰**	۱۵/۸۳^{ns}	۲/۸۴**	۶/۶۴**
خطای فرعی	۳۲	۰/۱۲	۱/۱۹	۳/۳۰	۱/۵۹	۹۹۶/۰۵	۱۲۱۳/۲۷	۱۴/۹۸	۹/۱۶	۰/۰۳	۱/۶۳
ضریب تغییرات	-	۲۷/۵۷	۲۰/۵۷	۱۶/۴۲	۱۴/۳۲	۱۹/۴۲	۲۱/۷۲	۳/۴۱	۹/۵۱	۰/۲۹	۳/۵۵

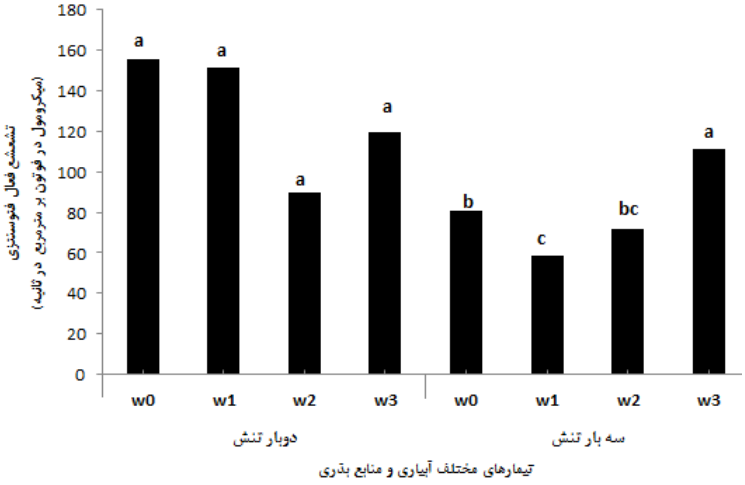
** معنی‌داری در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری



شکل ۱-اثر سطوح مختلف آبیاری بر هدایت روزنه‌ای برگ پنبه رقم گلستان در دو بار و سه بار در معرض تنش W_0، W_1، W_2 و W_3 به‌ترتیب تیمار شاهد، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه

تشعشع فعال فتوسنتزی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در گیاهان دو بار در معرض تنش، تنها سطوح آبیاری بر تشعشع فعال فتوسنتزی تأثیر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد داشته است (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نیز نشان داد که بیشترین میزان تشعشع فعال فتوسنتزی در شرایط دیم با میانگین ۱۵۵/۴۷ میکرومول در فوتون بر متر مربع در ثانیه بود. در حالی‌که کمترین میزان تشعشع فعال فتوسنتزی در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد با میانگین ۱۱۹/۸۷ میکرومول در فوتون بر متر مربع در ثانیه مشاهده شد (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در گیاهان سه بار در معرض تنش، تشعشع فعال فتوسنتزی نیز تحت تاثیر اثرات متقابل سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری نداشته است (جدول ۱). همچنین نتایج تجزیه واریانس حاصل از گیاهان سه بار در معرض تنش نشان داد که تشعشع فعال فتوسنتزی تحت تاثیر سطح آبیاری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشته است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در گیاهان سه بار تحت تنش،

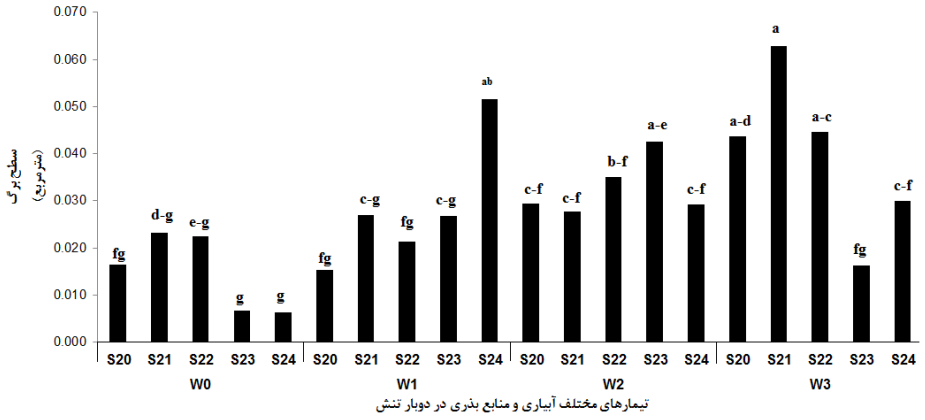
بیشترین تشعشع فعال فتوسنتزی در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و کمترین تشعشع فعال فتوسنتزی در تیمار آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با میانگین ۱۱۱/۶ و ۵۸/۶۶ میکرومول در فوتون بر متر مربع در ثانیه مشاهده شد (شکل ۲). از آن‌جا که سطح برگ هر گیاه مهم ترین اندام دریافت کننده تشعشع توسط آن گیاه به شمار می‌آید، به نظر می‌رسد در گیاهان دو بار در معرض تنش در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی به‌دلیل پایین بودن سطح برگ، سایه‌اندازی اندک برگ‌ها روی یکدیگر را کاهش دهد و برگ‌ها نور کافی برای رشد را دریافت کنند و در نتیجه جذب تشعشع فعال فتوسنتزی را افزایش دهند.



شکل ۲- اثر سطوح مختلف آبیاری بر تشعشع فعال فتوسنتزی برگ پنبه رقم گلستان در دو بار و سه بار در معرض تنش

W_0، W_1، W_2 و W_3 به‌ترتیب تیمار شاهد، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه

سطح برگ: برهمکنش تیمارهای مختلف آبیاری و منابع بذری در گیاهان دو بار در معرض تنش برخلاف گیاهان سه بار در معرض تنش تأثیر معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد بر سطح برگ پنبه داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین در گیاهان دو بار تحت تنش حاکی از آن بود که سطح برگ در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و با تیمار بذری S_{21} با میانگین ۰/۰۶۳ بیشترین مقدار بود در حالی‌که در شرایط دیم و با تیمار بذری S_{24} با میانگین ۰/۰۰۶۴ از کمترین میزان سطح برگ برخوردار بود (شکل ۳). برهمکنش اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر تیمارهای منابع بذری نشان داد که در شرایط دیم تیمار بذری S_{24} از سطح برگ کمتری نسبت به سایر تیمارهای بذری برخوردار بود. در آبیاری ۳۳درصد ظرفیت زراعی، بیشترین مساحت برگ بوته مربوط به تیمار بذری S_{24} با میانگین ۰/۰۵۲ متر مربع و کمترین سطح برگ، در تیمار بذری S_{20} با میانگین ۰/۰۱۵ متر مربع مشاهده شد. در آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی، تیمارهای بذری S_{21} و S_{24} نسبت به سایر تیمارها از سطح برگ کمتری برخوردار بودند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین در آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، تیمار بذری S_{23} با میانگین ۰/۰۱۶ متر مربع کمترین سطح برگ را برخوردار بود (شکل۳).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف آبیاری و منابع بذری بر سطح برگ پنبه رقم گلستان در دو بار در معرض تنش w_0، w_1، w_2 و w_3 به‌ترتیب تیمار شاهد، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه

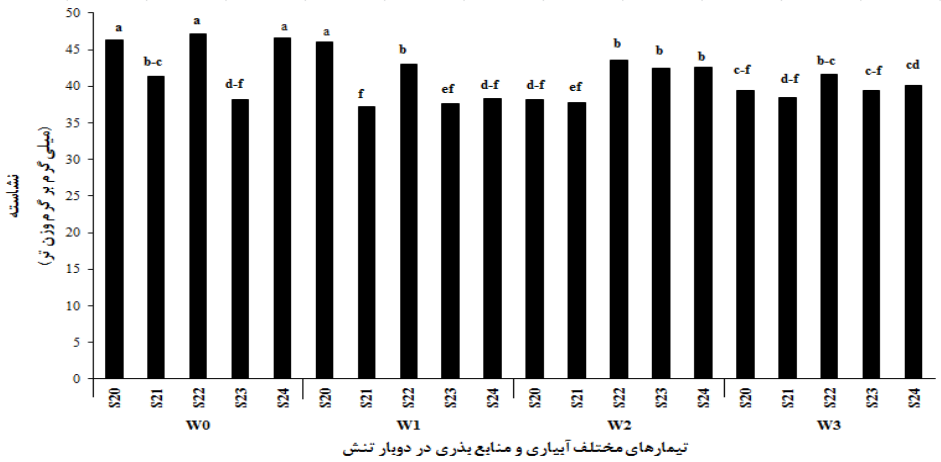
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در مرحله گلدهی، سطح برگ گیاهان سه بار در معرض تنش، تحت تأثیر سطح آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته است (جدول ۱). به‌طوریکه بیشترین مساحت برگ در آبیاری دیم با میانگین ۰/۰۵ متر مربع در بوته در حالی‌که در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد با میانگین ۰/۰۱۶ متر مربع در بوته کمترین مساحت برگ مشاهده شد (جدول ۲). تغییر سطح برگ فرآیند مهمی است که محصولات زراعی تحت تنش، از طریق آن آب مصرفی را تنظیم می‌کنند (بلوم،۱۹۹۶) و از طریق تعدیل سطح برگ، آب مورد نیاز را بر اساس محتوی آب خاک کاهش می‌دهند (پاسیورا، ۱۹۹۶). شهنشاه و ایزودا (۲۰۱۰) مشاهده کردند که در شرایط تنش خشکی اندازه سطح برگ، در بوته‌های پنبه کاهش می‌یابد. به‌طور کلی در شرایط دو بار تنش، سطح برگ نیز در سطوح خشکی کاهش پیدا کرد، زیرا رشد سلول که شامل دو فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلول است تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرد که البته رشد سلول بیشتر متاثر می‌شود و تا سلولی به اندازه کافی رشد نکند، تقسیم انجام نخواهد شد (لامبرس و پونس، ۱۹۹۸).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف آبیاری بر سطح برگ، عملکرد کل و وزن الیاف ۳۰غوزه

تیمار آبیاری	سطح برگ در سه بار تنش (متر مربع)	عملکرد کل در دو بار تنش (گرم در متر مربع)	وزن الیاف ۳۰ غوزه در سه بار تنش (گرم)
دیم	۰/۰۵a	۲۵۱/۹۷c	۵۲/۴۳ b
۳۳ درصد	۰/۰۳b	۵۱۳/۸۳b	۵۸/۰۰ a
۶۶ درصد	۰/۰۲۳b	۸۱۲/۸۷a	۶۱/۶۰ a
۱۰۰ درصد	۰/۰۱۶c	۹۸۴/۵۷a	۶۱/۴۶ a

نشاسته بذر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و منابع بذری بر نشاسته بذر در گیاهان دو بار در معرض تنش در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان تجمع نشاسته در تیمار بذری S_{22} در شرایط دیم با میانگین ۴۷/۲ میلی گرم بر گرم وزن تر بود در حالی‌که در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی تیمار بذری S_{21} کمترین میزان نشاسته را داشت. برهمکنش اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر تیمارهای منابع بذری نشان داد که در شرایط دیم تیمار بذری S_{22} بیشترین میزان نشاسته و تیمار بذری S_{23} کمترین میزان نشاسته با میانگین ۳۸/۱۵ میلی گرم برگرم وزن تر را داشتند. در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین میزان نشاسته مربوط به تیمار بذری S_{20} با میانگین ۴۶/۰۶ میلی گرم بر گرم وزن تر و کمترین میزان نشاسته در تیمار بذری S_{21} با میانگین ۳۷/۱۸ میلی گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد. در آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی، تیمارهای بذری S_{22} و S_{21} به ترتیب بیشترین (۴۳/۵۱) و کمترین (۳۷/۷۷) میزان نشاسته برخوردار بودند. در آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، تیمار بذری S_{22} با میانگین ۴۱/۶۳ از نشاسته بیشتری نسبت به سایر تیمارهای بذری برخوردار بود (شکل۴).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در گیاهان سه بار در معرض تنش، نشاسته بذر تحت تأثیر منابع بذری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان تجمع نشاسته در تیمار بذری S_{31} با میانگین ۳۳/۳۶ میلی گرم بر گرم وزن تر و کمترین میزان تجمع نشاسته در تیمار بذری S_{34} با میانگین ۲۸/۷۸ میلی گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد (جدول۳). در طی خشکی دراز مدت انتقال مواد به علت کاهش آب قابل دسترس منجر به تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها می‌شود. از سوی دیگر میزان محلول‌های سازگار به خشکی نظیر قند ها افزایش می‌یابد.



شکل ۴- اثر سطوح مختلف آبیاری و منابع بذری بر غلظت نشاسته بذر پنبه رقم گلستان در دو بار در معرض تنش W_0، W_1، W_2 و W_3 به‌ترتیب تیمار شاهد، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه

جدول۳- مقایسه میانگین اثرات تیمارهای منابع بذری بر نشاسته در گیاهان در معرض سه بار تنش

تیمار منابع بذری	نشاسته (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)
S30	۳۱/۹۸ a
S31	۳۳/۳۶ a
S32	۳۲/۹۳ a
S33	۳۱/۹۹ a
S34	۲۸/۷۸b

قند محلول: نتایج مقایسه میانگین در گیاهان دو بار در معرض تنش نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و منابع بذری بر قند محلول بذر در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است

(جدول ۱). مقایسه میانگین از نظر مقدار قند محلول بذر نشان داد که تیمار بذری S_{23} با میانگین ۶۵/۹۷ میلی گرم بر گرم وزن تر در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی بیشترین بود در حالی‌که تیمار بذری S_{24} با میانگین ۶۱/۹۳ میلی گرم بر گرم وزن تر در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی از مقدار قند محلول بذر کمتری برخوردار بود. برهمکنش اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر منابع بذری نشان داد که تیمار بذری S_{20} در شرایط دیم با میانگین ۶۵/۱۹ میلی گرم بر گرم وزن‌تر از محتوای قند محلول بیشتری برخوردار بود در حالی‌که تیمار بذری S_{22} با میانگین ۶۴/۶۸ از میزان قند محلول کمتری برخوردار بود. در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، تیمار بذری S_{23} حاوی بالاترین مقدار قند محلول بذر در حالی‌که کمترین مقدار قند محلول بذر در تیمار بذری S_{24} مشاهده شد. تیمارهای بذری S_{23} و S_{21} در شرایط آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی، به ترتیب با میانگین ۶۵/۷۳ و ۶۴/۲۵ میلی گرم بر گرم وزن تر از بیشترین و کمترین میزان مقدار قند محلول بذر برخوردار بودند. در آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی نیز مشاهده شد که تیمار بذری S_{20} با میانگین ۹۳/ ۶۵ میلی گرم بر گرم وزن تر بیشترین مقدار قند محلول بذر و تیمار بذری S_{24} با میانگین ۶۵/۱۳ میلی گرم بر گرم وزن ترکمترین میزان را از این نظر داشت (جدول۵). نتایج تجزیه واریانس در گیاهان سه بار در معرض تنش نشان داد که قند محلول تحت تاثیر برهمکنش متقابل سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار قند محلول بذر در تیمار بذری S_{34} با میانگین ۳۷/۶۹ میلی گرم بر گرم وزن تر در آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین مقدار قند محلول بذر در تیمار بذری S_{33} با میانگین ۳۲/۰۳ میلی گرم بر گرم وزن تر در شرایط دیم مشاهده شد (جدول۶). در این پژوهش در گیاهان دو بار در معرض تنش تیمار بذری S_{23} در شرایط آبیاری ۳۳ درصد با افزایش تجمع قند محلول در خود توانایی تنظیم فشار اسمزی در واکنش به تنش نسبتاً شدید از خود نشان داده است. جوهری (۲۰۱۰) نیز نتایج مشابهی مبنی بر افزایش تجمع قندهای محلول در سلول در شرایط تنش خشکی گزارش کرد. در حالی‌که در گیاهان سه بار در معرض تنش تحت شرایط دیم تیمار بذری S_{33} نسبت به سایر تیمارها از میزان تجمع قند

محلول کمتری برخوردار بود. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش درجه تحمل به خشکی در تیمارهای بذری، توانایی تجمع قندهای محلول در آن‌ها نیز کاهش می‌یابد. اهنس (۲۰۰۱) در پژوهشی نشان داد که افزایش هگزوزها در برگ‌های سویا در واکنش به تنش، در نتیجه افزایش تجزیه نشاسته و ساکارز می‌باشد.

عملکرد کل: نتایج تجزیه واریانس در گیاهان دو بار در معرض تنش نشان داد که عملکرد کل تحت تأثیر برهمکنش سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری نداشته است (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد کل تحت تأثیر سطح آبیاری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشته است (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۹۸۴/۵۷ گرم در متر مربع دارای بیشترین عملکرد کل در حالی‌که در شرایط آبیاری دیم با میانگین ۲۵۱/۹۷ گرم در متر مربع کمترین میزان عملکرد کل مشاهده شد (جدول۲). نتایج تجزیه واریانس در گیاهان سه بار در معرض تنش نشان داد که عملکرد کل تحت تأثیر برهمکنش سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد داشته است (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد کل در تیمار بذری S_{32} با میانگین ۹۵۸/۹ گرم در متر مربع در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و کمترین عملکرد کل در تیمار بذری S_{31} با میانگین ۱۲۱/۳۳ گرم در متر مربع در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد تحت شرایط ۳ بار تنش کاهش عملکرد در تیمار بذری S_{31} در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، فقط باعث افزایش رشد رویشی شده و تأثیری منفی بر عملکرد داشته است. به‌طوری‌که باعث کاهش تعداد غوزه تولیدی، کاهش وزن غوزه‌ها و در نهایت باعث کاهش عملکرد پنبه در سطح می‌شود. نتایج افزایش عملکرد در تیمار بذری S_{32} تحت شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی مبین این است که شرایط کمبود آب باعث کاهش سرعت رشد رویشی، تولید گل تحریک شده و با حفظ آن‌ها وزن سی غوزه و عملکرد افزایش می‌یابد (بیسال و همکاران،۲۰۰۹). از نظر سزنر و همکاران (۲۰۱۵) در شرایط تنش خشکی در آغاز رشد گیاهچه‌های پنبه در قبل از گلدهی، باعث کاهش تولید

فرآورده‌های فتوسنتزی برای تقاضای غوزه‌ها و نگهداری آن‌ها در بوته و نهایتاً کاهش عملکرد کل گیاه می‌شود که در بین ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت می‌باشد که با نتایج حاصل از این پژوهش، مطابقت دارد.

عملکرد چین اول: نتایج تجزیه واریانس در گیاهان دو بار در معرض تنش نشان داد که عملکرد چین اول تحت تأثیر برهمکنش سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد چین اول در تیمار بذری S_{20} با میانگین ۵۵۲/۹۰ گرم در متر مربع در آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین عملکرد در چین اول در تیمار بذری S_{21} با میانگین ۵۴/۴۳ گرم در متر مربع در شرایط دیم بوده است (جدول۵). برهمکنش اثر تیمارهای مختلف آبیاری و منابع بذری نشان داد که در شرایط دیم تیمار بذری S_{23} با میانگین ۲۳۷/۱۰ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد چین اول را برخوردار بود. در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، S_{23} تیمار بذری با میانگین ۳۴۰/۶۷ گرم در متر مربع نسبت به سایر تیمارهای بذری از میزان عملکرد بالاتری در چین اول برخوردار بود. در شرایط آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی تیمار بذری S_{20} با میانگین ۵۱۸/۹ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد چین اول و تیمار بذری S_{22} با میانگین ۲۸۷/۵۷ گرم در متر مربع کمترین عملکرد چین اول را برخوردار بود. در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی تیمار بذری S_{20} با میانگین ۵۵۲/۹۰ گرم در متر مربع دارای بیشترین عملکرد چین اول بود (جدول۵). نتایج تجزیه واریانس حاصل از گیاهان سه بار در معرض تنش نشان داد که عملکرد چین اول تحت تأثیر برهمکنش سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری در سطح۱ درصد داشته است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین صفات در گیاهان سه بار تحت تنش نشان داد که بیشترین عملکرد چین اول در تیمار بذری S_{30} با میانگین ۵۲۷/۱ گرم در متر مربع در آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی و کمترین عملکرد چین اول در تیمار بذری S_{31} با میانگین ۱۴ گرم در متر مربع در شرایط آبیاری دیم بود. برهمکنش اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر تیمارهای منابع بذری نشان داد که در شرایط آبیاری دیم تیمار بذری S_{32} با میانگین ۷۲/۴۳ گرم در متر مربع دارای بیشترین عملکرد چین

اول بود. در آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین عملکرد چین اول در تیمار بذری S_{32} با میانگین ۴۳۲/۴۳ گرم در متر مربع و تیمار بذری S_{31} با میانگین ۸۶/۷۷ گرم در متر مربع از عملکرد کمتری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بود. در شرایط آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی تیمار بذری S_{30} با میانگین ۵۲۷/۱۰ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد چین اول و تیمار بذری S_{33} با میانگین ۳۰۴/۲۳ گرم در متر مربع کمترین عملکرد چین اول را برخوردار بود. تیمار بذری S_{30} با میانگین ۲۹۰/۶۷ گرم در متر مربع در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی از بیشترین عملکرد چین اول برخوردار بود (جدول۶). نتایج نشان داد که در شرایط تنش شدید آب تحت شرایط دو بار و سه بار تنش، تیمارهای بذری S_{21} و S_{31} از کاهش عملکرد برخوردار بودند که با نتایج سامرو و همکاران (۲۰۱۱) هماهنگی دارد. عملکرد گیاه، خصوصیت پیچیده‌ای است که تحت تاثیر تعداد زیادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی واقع میشود و شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی گیاه و اثرهای متقابل آنها، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار میدهد (مانیوکس و بالحسن، ۱۹۹۶). اعمال تنش طولانی مدت به گیاه باعث کاهش اندازه و یا توقف رشد برگ شده و سطح فتوسنتز کننده را کاهش می‌دهد و از این طریق باعث کم شدن رشد گیاه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود. با این وجود سینگ و همکاران (۲۰۱۰) کاهش معنی‌دار عملکرد پنبه را در واکنش به کمبود آب خاک، ناشی از کاهش در تعداد و وزن غوزه برشمردند. نتایج نشان داد که تیمارهای بذری S_{20} و S_{30} تحت شرایط دو بار و سه بار تنش بیشترین عملکرد چین یک را داشتند. لذا به نظر می‌رسد افزایش آبیاری تاثیری مثبت بر عملکرد این بذور داشته است.

وزن الیاف ۳۰ غوزه در چین اول: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در گیاهان دو بار در معرض تنش اثر اصلی تیمارهای آبیاری، منابع بذری و برهم کنش این دو تیمار بر وزن الیاف چین اول به ترتیب در سطح یک، پنج و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۴)، در حالی‌که در گیاهان سه بار در معرض تنش، تنها تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر وزن الیاف چین اول در سطح آماری یک درصد داشت (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین در گیاهان دو بار در معرض تنش نشان داد که بیشترین و

کمترین وزن الیاف چین اول به ترتیب به تیمار W_2 S_{21} با میانگین ۸۵/۳۳ گرم و تیمارW_0 S_{20} با میانگین ۵۰/۳۳ گرم تعلق داشتند. در شرایط آبیاری دیم تیمار بذری S_{22} با میانگین ۵۹/۴۳ گرم دارای وزن الیاف ۳۰ غوزه در چین اول بیشتری نسبت به تیمار بذری S_{20} با میانگین ۵۰/۳۳ گرم بود (جدول ۵). در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین وزن الیاف ۳۰ غوزه در چین اول در تیمار بذری S_{21} و تیمار بذری S_{22} نیز از وزن الیاف ۳۰ غوزه کمتری در چین اول نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود. در آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی، تیمار بذری S_{21} بیشترین وزن الیاف ۳۰ غوزه در چین اول و تیمار بذری S_{23} کمترین وزن الیاف ۳۰ غوزه در چین اول برخوردار بود. تیمار بذری S_{22} W_3 با میانگین ۷۵/۵۷ گرم، وزن الیاف ۳۰ غوزه بیشتری را دارا بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین در گیاهان سه بار در معرض تنش نشان داد که تیمار آبیاری ۶۶ درصد با میانگین ۶۱/۶۰ گرم از وزن الیاف ۳۰ غوزه بیشتری برخوردار بود در حالی‌که در شرایط دیم کمترین وزن الیاف با میانگین ۵۲/۴۳ گرم مشاهده شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد تیمار آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی موجب تنش خفیف به مزرعه پنبه می‌شود، در مقابل کاهش سرعت رشد رویشی، تولید گل تحریک شده و با حفظ آن‌ها عملکرد در تیمارهای بذری تنش‌یافته افزایش می‌یابد.

درصد زودرسی: نتایج تجزیه واریانس در گیاهان دو بار در معرض تنش نشان داد که درصد زودرسی تحت اثرات متقابل سطح آبیاری و منابع بذری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد زودرسی در تیمار بذری W_0 S_{24} با میانگین ۸۰/۴۶ درصد و دیررس‌ترین تیمار بذری مربوط به W_3 S_{23} با میانگین ۲۰/۲۹ درصد بوده است. برهمکنش اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر تیمارهای منابع بذری نشان داد که در شرایط آبیاری دیم تیمار بذری S_{24} با میانگین ۸۰/۴۶ درصد زودرسی بیشتری نسبت به تیمار های دیگر داشت. در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین درصد زودرسی در تیمار بذری S_{21} با میانگین ۴۴/۱۳ درصد مشاهده شد. در حالی‌که تیمار بذری S_{22} با میانگین ۲۵/۲۳ درصد نسبت به سایر تیمارهای بذری دیرس‌تر بود. در تیمار آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی، تیمار بذری S_{20} با

میانگین ۵۳/۹۴ از درصد زودرسی بیشتری برخوردار بود. در حالی کـه S_{22} بـا میـانگین ۲۵/۰۵ درصـد دیررس تر از سایر تیمارهای بذری بود. در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی تیمار بذری S_{20} بـا میانگین ۵۴/۳۸ درصد نسبت به سایر تیمـار هـای بـذری زودرس‌تـر بودنـد (جـدول ۵). نتـایج تجزیـه واریانـــس در گیاهان سه بار در معرض تنش نشان داد که درصد زودرسی تحت اثـرات متقابـل سـطح آبیاری و منابـع بذری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته اسـت (جـدول ۴). نتـایج حاصـل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد زودرسی مربوط به تیمـار بـذری S_{31} بـا میـانگین ۶۳/۷۹ درصد در شرایط دیم بود در حالی‌که در شرایط آبیاری ۳۳ درصد ظرفیـت زراعـی تیمـار بـذری S_{32} بـا میانگین ۱۱/۵۶ درصد، دیررس‌تر از سایر تیمارهای بذری بود (جدول ۶). زودرسی یک صـفت ژنتیکـی است که تحت شرایط محیطی بویژه محتوای آب خاک قرار می‌گیرد. در شرایط کمبـود آب، رقابـت بـر سر مصرف آب بین غوزه و برگ از یک طرف سبب کاهش رشد طولی و عرضی الیـاف شـده و از طـرف دیگر موجب باز شدن غوزه‌ها قبل از رسیدن ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی می‌شـود (بـات، ۱۹۹۶). تـنش خشکی باعث کاهش عملکرد، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و زودرسی می‌شود (عالیشاه و احمـدیخواه، ۲۰۰۹).

جدول ۴- تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری و منابع بذری بر عملکرد و اجزای عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد کل (گرم در متر مربع)		عملکرد چین اول (گرم در متر مربع)		وزن الیاف ۳۰ غوزه چین اول (گرم)		درصد زودرسی	
		دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش بذر	سه بار تنش بذر	دو بار تنش‌بذر	سه بار تنش بذر
تکرار	۲	۴۰/۲۶^{ns}	۵۹/۴۴ ^{ns}	۲۴۸۱/۲۷^{ns}	۸۷/۸۰^{ns}	۳۹/۰۴^{ns}	۱۳۰/۱۶^{ns}	/۳۷ ^{ns}	۰/۱۰^{ns}
سطح آبیاری	۳	۷۱۱/۹۹**	۳۹۸/۵۹**	۵۳۷۲۷۵/۸۱**	۶۷۱/۹۸**	۷۵۱/۶۱**	۷۱۹/۶۵**	۵/۸۲**	۱۳/۸۹**
خطای اصلی	۶	۱۴/۰۹	۳۲/۱۵	۲۱۱۶۵/۷۷	۲۴/۴۶	۳۴/۳۳	۵۰/۳۹	۰/۰۸	۰/۱۹
منابع بذر	۴	۴۷/۴۸^{ns}	۳۲/۱۵^{ns}	۴۱۵۶۸/۴۸*	۳۹/۷۸*	۱۱۷/۵۴*	۹۴/۰۸^{ns}	۰/۷۵**	۰/۷۲*

سطح آبیاری× منابع بذر	۱۲	۲۷/۵۱^{ns}	۳۴/۲۹*	۱۳۰۵۱۷/۹۴**	۳۲/۵۲**	۱۱۷/۵۶*	۵۸/۱۶^{ns}	۰/۳۷*	۰/۹۲**
خطای فرعی	۳۲	۵۸/۷۲	۴۵/۱۸	۲۵۵۰۲/۴۳	۳۸/۴۷	۳۰/۱۰	۳۵/۶۴	۰/۰۸	۰/۱۴
ضریب تغییرات	-	۱۸/۳۲	۱۹/۶۸	۱۶/۹۲	۲۷/۴۷	۸/۶۶	۱۲/۴۸	۴/۹۶	۵/۳۹

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد ns عدم معنی‌داری

جدول۵- اثرات متقابل سطوح مختلف آبیاری و منابع بذری بر برخی صفات مطالعه شده در دو بار در معرض تنش

WS	نشاسته بذر (میلی گرم بر گرم وزن تر)	قند محلول بذر (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	عملکرد چین اول (گرم در متر مربع)	وزن الیاف سی غوزه (گرم)	درصد زودرسی
W_0S_{20}	۴۵/۶۶ab	۶۳/۶۵a-d	۲۲۰fg	۵۰/۳۳i	۷۴/۳۴a
W_0S_{21}	۴۲/۴۴c	۶۵/۳۳c-f	۵۴/۴۳h	۵۲/۸۶i	۵۳/۶۶bc
W_0S_{22}	۴۷/۲۰a	۶۴/۹۹e-g	۲۳۵/۵۷fg	۵۹/۴۳e-i	۷۳/۷۳a
W_0S_{23}	۳۹/۱۹d-f	۶۵/۴۳a-e	۲۳۷/۱۰fg	۵۳/۳۳i	۷۰/۴۵a
W_0S_{24}	۴۶/۵۸a	۶۵/۳۰c-f	۲۱۹/۵۷fg	۵۹/۱۶e-i	۸۰/۴۶a
W_1S_{20}	۴۶/۴۶a	۶۵/۰۰e-g	۲۰۵/۱۰fg	۶۶/۸۳b-g	۳۷/۶۵d
W_1S_{21}	۳۷/۸۷ef	۶۵/۱۴d-g	۲۸۱/۷۷ef	۶۷/۱۰b-f	۴۴/۱۳cd
W_1S_{22}	۳۶/۶۲f	۶۵/۹۷a	۱۷۲/۴۳g	۵۷/۴۳hi	۲۵/۲۲e
W_1S_{23}	۴۳/۰۷bc	۶۴/۸۶fg	۳۴۰/۶۷de	۶۵/۶۶c-h	۳۶/۸۳d
W_1S_{24}	۳۹/۲۳d-f	۶۱/۹۳i	۲۷۴/۶۷ef	۵۸/۲۰g-i	۴۳/۱۶d
W_2S_{20}	۳۶/۹۶ef	۶۵/۶۷a-d	۵۱۸/۹۰a-c	۶۹/۶۶b-d	۵۳/۹۴bc
W_2S_{21}	۳۷/۷۶ef	۶۴/۲۵h	۴۶۸/۹۰a-c	۸۵/۳۳a	۴۴/۸۵b-d
W_2S_{22}	۴۳/۲۲bc	۶۴/۶۷gh	۲۸۷/۵۷ef	۶۸/۹۰b-d	۲۵/۰۵e
W_2S_{23}	۴۱/۹۷cd	۶۵/۷۳ab	۴۳۹/۷۷bc	۶۵/۴۰c-g	۴۱/۳۷d
W_2S_{24}	۴۲/۹۳bc	۶۵/۵۵a-d	۴۲۹/۱۰b-d	۶۷/۸۰b-e	۴۱/۲۳d
W_3S_{20}	۳۹/۲۳d-f	۶۵/۹۳a-c	۵۵۲/۹۰a	۶۲/۸۰d-h	۵۴/۳۸b
W_3S_{21}	۳۸/۴۷ef	۶۵/۳۹ b-f	۴۲۵/۷۷cd	۷۰/۵۰b-d	۴۵/۷۴b-d
W_3S_{22}	۴۱/۶۴cd	۶۵/۴۰b-f	۵۲۶/۴۳ab	۷۵/۵۶b	۴۶/۷۵b-d
W_3S_{23}	۳۹/۴۸de	۶۵/۷۳a-c	۱۵۹/۵۷g	۷۲/۳۳bc	۲۰/۲۹e

W_3S_{24}	۳۷/۹۴ef	۶۵/۱۳d-g	۲۴۳/۷۷e-g	۵۷/۶۶g-i	۲۱/۶۸e

w_0، w_1، w_2 و w_3 به‌ترتیب تیمار شاهد، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه

بذر شاهد با کد (S_{20}) و بذرهای تنش یافته برای دومین بار (دو سال زراعی) در معرض تیمارهای مختلف آبیاری به‌ترتیب شامل دیم (S_{21})، ۳۳ درصد ظرفیت زراعی (S_{22})، ۶۶ درصد (S_{23})، ۱۰۰ درصد (S_{24}).

همبستگی صفات: نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که در گیاهان دو بار در معرض تنش، عملکرد چین اول در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری را با میزان سطح برگ، وزن الیاف ۳۰ غوزه و همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری را با میزان تشعشع فعال فتوسنتزی داشته است (جدول ۷). بنابراین نتایج همبستگی مثبت و معنی دار مؤید نقش این صفات در عملکرد بالا بود. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که در گیاهان دو بار در معرض تنش ، درصد زودرسی همبستگی منفی و معنی‌داری را به ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد با عملکرد کل و میزان تشعشع فعال فتوسنتزی و در سطح احتمال ۵ درصد با وزن الیاف ۳۰ غوزه داشته است (جدول ۷).

جدول۶- اثرات متقابل سطوح مختلف آبیاری و منابع بذری بر برخی صفات مطالعه شده در سه بار در معرض تنش

WS	قند محلول بذر (میلی گرم بر گرم وزن تر)	عملکرد کل (گرم در متر مربع)	عملکرد چین اول (گرم در متر مربع)	درصد زودرسی
W_0S_{30}	۳۲/۴۶ a-d	۱۹۵/۳۳h-j	۱۸/۴۳h	۶۳/۰۷a
W_0S_{31}	۳۱/۶۱ b-d	۱۵۶/۹ij	۱۴h	۶۳/۷a
W_0S_{32}	۳۶/۲۱ ab	۳۲۲/۰۰g-i	۷۲/۴۳f-h	۲۸/۵۵c-f
W_0S_{33}	۳۳/۵۵ a-d	۱۹۲/۳۳ij	۴۲gh	۲۶/۷۷c-f
W_0S_{34}	۲۹/۵۲ d-e	۳۷۴/۰۰g-h	۵۰/۲۳f-h	۳۸/۷۴b-d
W_1S_{30}	۳۰/۵۹ d	۵۷۳/۳۳b-e	۹۸/۶۷f-h	۲۶/۲۴c-f
W_1S_{31}	۳۷/۰۷ a	۷۳۵/۱۷b	۸۶/۷۷f-h	۲۴/۹۶c-f
W_1S_{32}	۳۳/۰۵ a-c	۹۵۸/۹a	۴۳۲/۴۳ab	۱۱/۵۴f
W_1S_{33}	۳۱/۱۲ cd	۷۰۶/۶۷bc	۱۵۹/۳۳e-f	۳۵/۷۴b-e

W_1S_{34}	۳۰/۶۱ d	۷۴۰/۹b	۲۶۲/۹de	۱۴/۷۲ef
W_2S_{30}	۳۱/۷۰ b-d	۷۴۶/۴۳b	۵۲۷/۱a	۱۳/۰۳ef
W_2S_{31}	۳۵/۶۵ a-c	۵۴۷/۷۷c-f	۴۳۶/۲۳ab	۱۵/۸۴d-f
W_2S_{32}	۳۳/۰۳ a-d	۵۲۰/۰۰d-f	۴۰۶/۴۳a-c	۱۹/۷۷d-f
W_2S_{33}	۳۰/۶۹ d	۴۳۴/۲۳e-g	۳۰۴/۲۳b-d	۱۹/۷۵d-f
W_2S_{34}	۲۹/۶۲ de	۶۶۶/۳۳b-d	۴۹۸/۶۷a	۱۳/۸۰ef
W_3S_{30}	۳۳/۱۶ a-d	۴۱۳/۱e-g	۲۹۰/۶۷c-e	۲۵/۸۴c-f
W_3S_{31}	۲۹/۱۶ de	۱۲۱/۳۳j	۱۱۴/۶۷f-h	۴۶/۳۹a-c
W_3S_{32}	۲۹/۴۲ de	۱۳۵/۷۷j	۱۱۶f-h	۵۲/۴۷ab
W_3S_{33}	۳۲/۵۹ a-d	۱۹۵/۰۰j-i	۱۷۹/۳۳d-f	۳۲/۷۰b-f
W_3S_{34}	۲۵/۳۶ e	۴۰۰/۰۰e-g	۲۸۲/۲۳cd	۱۸/۷۹d-f

W_0، W_1، W_2 و W_3 به‌ترتیب تیمار شاهد، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه

بذر شاهد با کد (S_{30}) و بذرهای تنش یافته برای سومین بار در معرض تیمارهای مختلف آبیاری به‌ترتیب شامل دیم (S_{31})، ۳۳ درصد ظرفیت زراعی (S_{32})، ۶۶ درصد (S_{33})، ۱۰۰ درصد (S_{34})

به نظر می‌رسد در شرایط تنش کمبود آب به‌دلیل پیشرفت رشد به طرف رسیدگی فیزیولوژیک، زودرسی و نیز پیری زودرس برگ‌ها سبب عدم دریافت نور کافی جهت رشد می‌گردد و در نتیجه میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی کاهش می‌یابد. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که در گیاهان سه بار در معرض تنش، عملکرد چین اول در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد کل، وزن الیاف ۳۰ غوزه و همبستگی منفی و معنی‌داری را با زودرسی و سطح برگ داشته است. به نظر می‌رسد سطح برگ به دلیل تحریک رشد رویشی افزایش یافته و تاثیری منفی بر عملکرد داشته است. همچنین نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که در گیاهان سه بار در معرض تنش، عملکرد چین اول در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری را با میزان قند محلول داشته است (جدول ۸). نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط کم‌آبی، به نظر می‌رسد افزایش در میزان قندهای

محلول به‌دلیل مکانیسم سازگار یافته برای حفظ و نگهداری پتانسیل اسمزی و خسارت کمتر گیاه در مقابله با تنش، سبب افزایش عملکرد چین اول شده است. پژوهش‌های مختلف نیز تجمع کربوهیدرات‌ها را در شرایط تنش خشکی تأئید می‌کنند (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که وزن الیاف ۳۰ غوزه در چین اول در گیاهان سه بار در معرض تنش در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی منفی و معنی‌داری را با میزان تشعشع فعال فتوسنتزی و نیز در سطح احتمال ۱ درصد به ترتیب همبستگی مثبت و معنی داری را با عملکرد کل و همبستگی منفی و معنی‌داری را با درصد زودرسی داشته است. به طور کلی در گیاه پنبه صفات عملکرد و زودرسی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار میگیرند. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که در گیاهان سه بار تحت تنش، درصد زودرسی در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی منفی و معنی‌داری را با عملکرد کل داشته است (جدول ۸). به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش زودرسی به طور کلی در گیاهان دو بار تحت تنش میزان وزن الیاف ۳۰ غوزه و عملکرد کل و مضاف بر آن عملکرد چین اول نیز در گیاهان سه بار تحت تنش کاهش یافته است. به طور کلی به نظر می‌رسد زودرسی گیاهان روی عملکرد آنها موثر بود، ولی چون در پنبه برداشت در مراحل رشد وجود دارد، زودرسی تأثیر متفاوتی به چین نخست و دوم خواهد گذاشت.

جدول ۷- ضریب همبستگی بر صفات مورد مطالعه در گیاهان دو بار در معرض تنش

	هدایت روزنه‌ای	تشعشع فعال فتوسنتزی	سطح برگ	نشاسته	قند محلول	عملکرد کل	عملکرد چین اول	وزن الیاف ۳۰ غوزه چین اول	زودرسی
هدایت روزنه‌ای	۱	-۰/۱۸۶	۰/۲۶۵*	-۰/۱۵۷	۰/۰۳۷	۰/۳۲۲*	۰/۳۰۵*	۰/۲۰۵	-۰/۲۰۴
تشعشع فعال فتوسنتزی		۱	-۰/۰۲۲	۰/۱۷۸	-۰/۰۳۷	-۰/۲۱۷	-۰/۳۴۷**	-۰/۱۶۴	۰/۱۱۶
سطح برگ			۱	-۰/۲۶۵*	۰/۲۲۴	۰/۳۳۳**	۰/۴۴۸**	۰/۲۲۰	-۰/۲۲۸
نشاسته				۱	۰/۱۰۱	-۰/۱۹۹	-۰/۳۰۷*	۰/۲۹۹*	۰/۳۰۰*
قند محلول					۱	۰/۱۸۴	۰/۱۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۸۹
عملکرد کل						۱	۰/۵۳۷**	۰/۳۵۹**	-۰/۳۹۹**
عملکرد چین اول							۱	۰/۴۸۴**	۰/۰۴۲
وزن الیاف ۳۰ غوزه چین								۱	-۰/۳۲۰*
زودرسی									۱

ns، ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد عدم معنی‌داری

جدول ۸-نتایج ضریب همبستگی در صفات مورد مطالعه در گیاهان سه بار در معرض تنش

	هدایت روزنه‌ای	تشعشع فعال فتوسنتزی	سطح برگ	نشاسته	قند محلول	عملکرد کل	عملکرد چین اول	وزن الیاف ۳۰ غوزه چین اول	زودرسی
هدایت روزنه‌ای	۱	-۰/۰۹۹	۰/۰۱۹	۰/۱۲۵	-۰/۰۶۹	۰/۲۳۹	۰/۲۲۹	۰/۱۹۵	-۰/۱۸۶
تشعشع فعال فتوسنتزی		۱	-۰/۲۳۹	۰/۰۵۵	۰/۱۱۷	۰/۵۰۶**	-۰/۲۴۲	-۰/۳۱۷*	۰/۲۹۸*
سطح برگ			۱	۰/۰۱۹	-۰/۳۲۰*	-۰/۱۴۰	-۰/۳۶۹**	-۰/۲۵۳	۰/۱۶۱
نشاسته				۱	۰/۱۲۳	۰/۱۶۴	۰/۰۹۴	۰/۱۴۰	-۰/۱۳۰
قند محلول					۱	۰/۱۱۳	۰/۳۱۵*	۰/۲۱۲	-۰/۰۲۳
عملکرد کل						۱	۰/۷۵۴**	۰/۷۱۷**	-۰/۸۰۶**
عملکرد چین اول							۱	۰/۶۶۶**	-۰/۷۱۶**

وزن الیاف ۳۰ غوزه	۱	-۰/۶۵۶**
چین		
زودرسی	۱	

ns، ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد عدم معنی‌داری

نتیجه کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در گیاهان سه بار در معرض تنش، تیمار بذری S_{32} بیشترین عملکرد کل را دارا بوده است. همچنین بیشترین مقدار عملکرد کل تحت شرایط آبیاری ۶۶ درصد ظرفیت زراعی، در گیاهان دو بار در معرض تنش بود. نتایج حاصل از گیاهان دو بار در معرض تنش، مبین این مسئله است که بذور استحصالی از زمین‌هایی که ۶۶ درصد نیاز آبیاری شان تامین شده بودند با تجمع قند محلول در بذر، ضمن ذخیره فرآورده‌های فتوسنتزی، فشار اسمزی مناسب برای شرایط کم آبیاری را فراهم می‌کنند. لذا به نظر می‌رسد از تحمل بیشتری نسبت به سایر تیمارهای بذری به خشکی برخوردار باشد. در گیاهان دو و سه بار در معرض تنش نتایج نشان داد که تیمارهای بذری تحت شرایط دیم زودرس‌تر بودند و آبیاری زیاد و مداوم، سبب دیررسی بذور شده و گیاه هزینه زیادی را صرف رشد رویشی کرده بنابراین غوزه‌های کوچک با بذور ریزتر تولید می‌کنند.

منابع

1.Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdeshah, H., and Kazemian, A. 2019. Agricultural Statistics, Crop Year 2017-18. Volume One: Crop Products. Ministry of Agriculture- Jahad, Deputy of planning and Economic Affairs, Information and Communication Technology Center,Tehran, Iran, 95p.(In Persian).

2.Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdeshah, H., and Kazemian, A. 2020. Agricultural Statistics, Crop Year 2018-19. Volume One: Crop Products. Ministry of Agriculture- Jahad, Deputy of planning and Economic Affairs, Information and Communication Technology Center,Tehran, Iran, 97p.(In Persian).

3.Alishah, O., and Ahmadikhah, A. 2009. The effects of drought stress on improved *cotton* varieties in Golestan province of Iran. International Journal of Plant Production.3(1): 17-25.

4.Aranjuelo I., Molero, G., Erice G., Avice, J.C., and Nogués, S. 2010. Plantphysiology and proteomics reveals the leaf response to drought in alfalfa(*Medicago sativa* L.). Journal of Experimental Botany. 62: 111-123.

5.Ackerson R. C. 1981. Osmoregulation in *cotton* in response to water stress. II. Leaf carbohydrate status in relation to osmotic adjustment. plant physiology. 67: 489-493.

6.Basal, H, Dagdelen, N., Unay, A. and Yilmaz, E. 2009. Effects of deficit drip irrigation ratios on *cotton* (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fiber quality. J. Agron. Crop Sciences. 195: 19-29.

7.Bhat, J.G. 1996. *Cotto*n physioligy.indian society for cotton in provement.india.

8.Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation adaption of a plant Growth Regulation.20:135-148.

9.Bota, J., Flexas, J. and Medrano, H. 2004. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress? New Phytolgist162: 671-681.

10.Bunce, J.A. 2000. Responses of stomatal conductance to light, humidity and temperature in winter *wheat* and *barley* grown at three concentrations of carbon dioxide in the field.Global Change Biology. 6: 371-382.

11.Burgoyne, T.W. and Hayes, J.M. 1998. Quantitative Production of H_2 by pyrolysis of gas chromatographic effluents. Analytical Chemistry. 70:5136-5141.

12.Casson, S., and Gray, J.E. 2008. Influence of environmental factors on stomatal development. New phytologist. 178: 9-23.

13. Ehness, R., Ecker, M., Godt, D., and Roitsch, T. 2001. Glucose and stress independently regulatesource/sink relations and defense mechanisms viasignal transduction pathways involving proteinphosphorylation. Plant Cell. 9: 1825-1841.
14. Egbuta,M., Shane McIntosh,S., Waters, D.E., Vancov, T. and Molecules, L.L. 2017. Biological Importance of *Cotton* By-Products Relativeto Chemical Constituents of the *Cotton* Plant 22, 93: doi:10.3390.
15. Faghani, E., Kolahy, M., Sohrabi, B., Razaghi, M.H., Chekani, O., Heravi, P., Habibi, M., Hosseinpour, J., and Dodangi, S. 2019. Investigation of physical physiological characteristics and vigor of *cotton* seeds under water stress and evaluation of their tolerance in Golestan province. *cotton* research institute. 60p. (in Persian with English Abstract).
16. Kardavani, P. 2001. Drought and the ways to confront it in iran, Tehran University Publications. Pp:5-23. (inpersian).
17. Lambers, H., Chapin, F.S., and pons, T. 1998. Plant physioligicalecology. Springer-verlag, Newyork. P650.
18. Leidi, E.O., Lopez, J.M., Gorham, J. and Gutierrez, J.C. 1999. Variation in carbon isotope discrimination and other traits related to drought tolerance in upland *cotton* cultivars under dryland conditions. Field Crops Research. 61:109-123.
19. Lopez, F.B., Setter , T.L . and Mc David, C.R. 1988. Photosynthesis and Water vapor Exchange of Pigeon pea leaves in response to water deficit and recovery. Crop Sciences. 28: 141-145.
20. Massaci, A., Nabiev, S. M., Petrosanti, L., Nematov, S.K., Chernikova, T.N., Thor, K, and Leipner, J. 2008. Response of the photosynthetic apparatus of *cotton* (*Gossypium hirsutum* L.) to the onset of drought stress under field conditions studied by gas-exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging.Plant Physiology and Biochemistry. 46:189-195.
21. Monneveux, P., Belhassen, E. 1996. The diversity of drought adaptation in the wide. Plant Growth Regulation 20:85-92.

22.Passioura, J.B. 1996. Drought and drought tolerance. Plant and Growth Regulation. 20: 79-83.
23.Papastylianou, P.T., Argyrokastritis, I.G. 2014. Effect of limited drip irrigation regime on yield, yield components, and fiber quality of *cotton* under Mediterranean conditions. Agricultural Water Management 142 (2014): 127–134.
24.Pettigrew, W.T. 2004. Physiological consequences of moisture deficit stress in *cotton*. Crop Sciences. 44: 1265-1272.
25.Pettigrew, W.T. 2004. Moisture deficit effects on *cotton* lint yield, yield components, and boll distribution.Agronomy Journal. 96: 377-383.
26.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.
27.Ramirez,V.P. and Kelly, J.D.1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99:127-136.
28.Shahenshah, F. and Isoda, A. 2010. Effects of water stress on leaf temperature and chlorophyll fluorescence parameters in *cotton* and *peanut*. Plant Production Science.13: 269-278.
29.Sezener, V., Basal, H., Peynircioglu, C., Gurbuz, T., and Kizilkaya, K. 2015. Screening of *cotton* cultivars for drought tolerance under filed conditions. Turkish Journal Of Field Crops. 20(2): 223-232.
30.Sing, P. 1998. *Cotton* breeding, Kalyani publishers, New Delhi. Pp: 125-135.
31.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.
32.Soomro, M.,Markhand, H., and Soomro, B.A. 2011. Screening Pakistani *cotton* for rought tolerance. Pakistan journal of botany, 44(1): 383-388.
33.Ullah, I., Rahmana, M.U., Ashraf, M., and Zafar, Y. 2008. Genotypic variationfor drought tolerance in *cotton* (*Gossypium hirsutum* L.), Leaf gas exchange andproductivity. Flora. 203:105-115.

34. Yazdani, S., Shahbazi, H., and Kavoosi Kelashemi, M. 2010. Indirect Production Function Evaluation of budget constraints in the production of *cotton* in Khorasan Razavi province. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development. 2-41(4): 433-425.(In Persian).
35. Zhang, Z., Zhang, X., Hu, Z., Wang, S., Zhang, J., Wang, X. and Zhang, B. 2015. Lack of K-dependent oxidative stress in *cotton* roots following coronatineinduced ROS accumulation. PloS one, 10(5): 64-76.