اثر تنش خشکی روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای آن در چهار رقم کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

محمد زینالی[۱]، بهرام ملکی زنجانی[۱*]، پرویز مرادی[۲] و فرید شکاری[۱]

[۱] **ایران، زنجان، دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی، گروه اصلاح نباتات**

[۲] **ایران، زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، بخش تحقیقات منابع طبیعی**

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۶

چکیده

به منظور بررسی روند تاثیر تنش خشکی بر روی برخی ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای آن در چند رقم از گیاه داروئی کدو تخمه کاغذی، مطالعه‌ای در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کاملا تصادفی در سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی زنجان در سال ۱۳۹۴ انجام پذیرفت. در این طرح پنج سطح از تنش خشکی S1 یا شاهد، S2 یا آبیاری در وضعیت ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3 یا آبیاری در وضعیت ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4 یا آبیاری در وضعیت ۲۵٪ وضعیت ظرفیت زراعی مزرعه و S5 یا دیم بهمراه چهار رقم مورد کاشت در چند نقطه از ایران V1 یا رقم کشت شده در منطقه خوی، V2یا رقم کشت شده در منطقه اصفهان، V3یا رقم کشت شده در منطقه زنجان و V4 یا رقم Styriaca مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر روی همه صفات مورد مطالعه اثرات منفی داشته و باعث کاهش آن‌ها گردید. با این حال، بالاترین میزان عملکرد میوه و دانه مربوط به رقم Styriaca در حالت شاهد به ترتیب به میزان ۱۵۴۳۰ و ۸۲۵ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین آن مربوط به رقم منطقه اصفهان در حالت دیم به ترتیب با عملکرد ۲۷۵۸ و ۶۰۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شد. در حضور تنش‌های ملایم خشکی، رقم اصفهان دارای بالاترین میزان فتوسنتز، شدت تعرق، هدایت روزنه‌ای و محتوای نسبی آب بوده و به نظر می‌رسد رقم کاندید خوبی برای مناطق با تنش ملایم باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کدوی تخمه کاغذی، صفات فیزیولوژیکی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۴۳۳۶۲۳۴۱۴۳ ، پست الکترونیکی: bmalekiz@znu.ac.ir

مقدمه

تنش‌های محیطی(تنش‌های زیستی و غیرزیستی) تهدیدات جدی برای تولیدات کشاورزی محسوب می‌شوند. در بین تنش‌های غیرزیستی، خشکی جدی‌ترین تنش و یکی از مهم‌ترین عوامل بازدارنده رشد گیاهان است (۴). تنش خشکی تعداد زیادی از واکنش‌های فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و ملکولی را در گیاه موجب گردیده و در نتیجه گیاهان مکانیسم‌های مختلفی جهت مقاومت و سازگاری به شرایط تنش را کسب می‌نمایند (۲۴). تنش کمبود آب اثرات فیزیولوژیک مختلفی بر گیاه می‌گذارد که نوع و میزان خسارت به شدت تنش و مقاومت گیاه بستگی دارد. عکس العمل گیاه در برابر تنش آب با فعالیت متابولیکی، مورفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد پتانسیل گیاه در ارتباط است (۴). اثر تنش خشکی در کل سطح گیاه، معمولا به صورت کاهش در فتوسنتز و رشد مشاهده می‌شود (۲۰). خشکی می تواند از ورود دی اکسیدکربن به برگ‌ها جلوگیری نماید یا بر جذب دی اکسیدکربن از

طریق مرکز کربوکسیلاسیون اثر گذاشته و در نتیجه میزان فتوسنتز را کاهش دهد. از صفات مهمی که رابطه نزدیکی با پتانسیل آبی برگ دارد، صفت محتوی نسبی آب است که بعنوان شاخص مهم در تنش خشکی در برگ‌ها گزارش شده است که می‌تواند توانایی گیاه را برای در امان بودن از شدت تنش متاثر ساخته و در نتیجه بر عملکرد و پایداری آن موثر باشد (۱۰).

کدوی تخم کاغذی یا طبی (*Cucurbita pepo* L.) یک گیاه دارویی علفی، یکساله و واریته جدید از خانواده کدوییان (Cucurbitaceae) است که اولین بار در نیمه اول قرن نوزدهم در ایالت اشتریای کشور اتریش بر اثر یک جهش طبیعی بوجود آمد. جهش در این گیاه منجر به نازک شدن پوسته دانه شده که این امر استحصال روغن سبز رنگ از دانه این گیاه را تسهیل نمود (۱۴). دانه‌ها منبع سرشاری از پروتئین، روغن و مواد موثر ارزشمندی از جمله اسیدهای چرب، فیتوسترول و ویتامین E هستند. از مواد موثره آن داروهایی مانند پپونن (Peponen)، پپوسترین (Pepostrin) و گرونفینگ (Gronfing) جهت معالجه تورم پروستات و سوزش مجاری ادرار ساخته می‌شود. همچنین از روغن این گیاه برای معالجه بیماری تصلب شرائین استفاده می‌گردد (۲۸). علی‌رغم مطالعات گسترده بر روی گیاهان داروئی و تهیه داروهای حاوی مواد موثره طبیعی از آن‌ها، در ایران ابعاد مختلف گیاهان داروئی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در این مطالعه، تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر روی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی، پارامترهای رشد و میزان عملکرد چند رقم کدوی تخمه کاغذی مورد کاشت در ایران در منطقه زنجان مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به مشکل کم آبی در ایران از یک طرف و اهمیت گیاه داروئی کدوی طبی از سوئی دیگر، این مطالعه می‌تواند گامی موثر در جهت انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و توسعه کشت آن باشد. عقیده بر این است که درک بهتر پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاهان در برابر تنش‌های محیطی می‌تواند اصلاح‌گر را در برنامه‌هایی که هدف آنها اصلاح برای تحمل واریته‌های گیاهی به تنش خشکی یا شوری باشد، یاری نماید (۲۵).

مواد و روشها

این پژوهش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۴ با استفاده از آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان واقع در منطقه خیرآباد زنجان اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی در این طرح عبارت بودند از: پنج سطح آبیاری (S1 یا شاهد، S2 یا آبیاری در وضعیت ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3 یا آبیاری در وضعیت ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4 یا آبیاری در وضعیت ۲۵٪ وضعیت ظرفیت زراعی مزرعه و S5 یا دیم) و چهار رقم جمع آوری شده از نقاط مختلف (V1 یا رقم بومی منطقه خوی، V2 یا رقم بومی در منطقه اصفهان، V3 یارقم بومی منطقه زنجان و V4 یا رقم Styriaca). کشت بصورت جوی و پشته با فاصله پشته ۱/۵ متر و بین بوته ۰/۵ متر در اواخر اردیبهشت ماه انجام گرفت. اعمال تنش خشکی بعد از رسیدن گیاه به مرحله ۴-۷ برگی آغاز و تا آخر فصل و برداشت میوه انجام پذیرفت. برای تعیین پتانسیل آبی خاک از منحنی رطوبتی خاک تهیه شده در دانشگاه زنجان که ارتباط بین درصد رطوبت وزنی خاک و پتانسیل آب را نشان می دهد استفاده شد. یادداشت برداری در طول دوره رشد گیاه و بصورت تقریبا هفتگی از میزان جوانه زنی، تعداد برگ‌های گیاه، ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد میوه و در انتهای فصل از عملکرد و اجزای عملکرد صورت پذیرفت. همچنین اندازه گیری میزان فتوسنتز بر اساس میکرومول CO_2 برمتر مربع بر ثانیه ($\mu mol\ CO_2.m^{-2}.s^{-1}$)، هدایت روزنه‌ای بر اساس مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه ($mol\ CO_2.m^{-2}.s^{-1}$)، میزان تعرق بر اساس میلی مول H_2O بر متر مربع بر ثانیه ($mmol\ H_2O.m^{-2}.s^{-1}$) و CO_2 زیر روزنه بر حسب میکرومول بر مول ($\mu mol.\ mol^{-1}$) با استفاده از دستگاه فتوسنتزمتر (LCi

نیز بصورت هفتگی انجام گرفت. برای اندازه گیری محتوی نسبی رطوبت برگ (RWC)، نیز از فرمول Ritchie و همکاران (۱۹۹۰) بصورت زیر استفاده گردید:

۱۰۰ ×[(وزن خشک برگ- وزن اشباع برگ)/(وزن خشک برگ-وزن تر برگ)]= محتوای نسبی آب

وزن اشباع برگ با قرار گرفتن نمونه‌ها در آب و تاریکی به مدت ۲۴ ساعت بدست آمد، سپس این نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت تا دمای خشک برگ نیز اندازه‌گیری گردد. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه محل کشت، در اوائل مهر ماه مزرعه بر اثر سرمای زودرس پاییزه آسیب جزئی دیده و به ناچار اقدام به برداشت محصول گردید. همچنین به خاطر رسیدگی عمومی میوه‌ها، اکثریت بوته‌ها خشکیده و صفات مورفولوژیکی قابل اندازه‌گیری نبود لذا پارامترهایی نظیر تعداد کل میوه، تعداد میوه رسیده، تعداد کل بوته، تعداد بوته سالم و تعداد بوته سرمازده در هفته پایانی مورد ارزیابی قرار گرفتند (شکل ۱). تجزیه واریانس صفات و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن توسط نرم افزار(SAS (version 9.1 صورت گرفته و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید.

شکل۱ – (الف) خشک شدن بوته‌های کدوی تخمه کاغذی در ابتدای پاییز در مزرعه و (ب) اثرات منفی سرمای زودرس پاییزه بر روی برگ‌های آن

نتایج

اثر تنش خشکی بر صفات زراعی: اثر تنش خشکی بر روی وزن میوه، وزن تر دانه، وزن خشک دانه، تعداد دانه در میوه و وزن هزار دانه در سطح (α=0.05) و بر روی عملکرد دانه و میوه در هکتار در سطح (α=0.01) معنی‌دار بود. در حالی‌که اثر رقم بر روی فاکتورهای یاد شده معنی‌دار نگردید. در بین پارامترهای اندازه‌گیری شده، تنها در عملکرد میوه در هکتار بین تنش و رقم اثر متقابل معنی-دار گردید (جدول۱). با توجه به بومی نبودن این گیاه در ایران، معنی‌دار نشدن رقم در آزمایش می‌تواند نشان دهنده منشا ژنتیکی یکسان ارقام مختلف مورد استفاده در آزمایش باشد. بطور کلی بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد و رقم Styriaca (بترتیب با میانگین ۱/۲۰۳۷ و ۰/۸۲۵۳ تن در هکتار) و پایین‌ترین آن مربوط به کشت در شرایط دیم و رقم کشت شده از منطقه اصفهان (بترتیب با میانگین عملکرد ۰/۲۶۰۲ و ۰/۶۰۸۸ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد (جدول ۲). همچنین از لحاظ میزان عملکرد میوه، با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سطوح مختلف تنش و ارقام بکار رفته در آزمایش، با مقایسه میانگین مشخص گردید که تیمار S1V4 (یعنی رقم Styriaca در سطح آبیاری کامل) با عملکرد ۱۵۴۳۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین و رقم منطقه اصفهان در شرایط دیم با عملکردی در حدود ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار پایین‌ترین میزان میزان عملکرد میوه را داشتند. (نمودار ۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس عملکرد دانه، میوه و اجزای آن‌ها در ارقام مختلف کدوی تخمه کاغذی در تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		درصد جوانه زنی(دو هفته بعد از کشت)	درصد جوانه زنی در آغاز تنش (چهار هفته بعد از کشت)	وزن میوه	وزن تر دانه	وزن خشک دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در میوه	عملکرد دانه در هکتار	عملکرد میوه در هکتار
بلوک	۲	۳۴۷۵/۴۱	۳۵۲۶/۲۵ns	۴/۳۰۳*	۳۸۸۹/۳۹ns	۶۶/۰۸ns	۳۷۶/۲۵ns	۱۶۵۹/۸۴۲ns	۰/۹۶۸۵**	۱۸۱۲۰۸۲۷ns
تنش	۴	۶۶۱۳/۹۵ns	۴۶۰۵/۲۰۸۳۳ns	۱/۳۱*	۱۶۶۲۵/۷۴*	۴۰۰/۴۷*	۲۱۱۵/۲۰*	۱۱۲۱۵۹/۹۹۱*	۱/۴۸۷۸**	۶۲۲۷۰۵۷۴۶**
رقم	۳	۱۵۵۸/۱۹ns	۱۸۴۵/۰ns	۰/۳۰ns	۵۱۰۹/۰۶ns	۸/۹۸۹ns	۵۴۴/۴۴ns	۴۶۰/۰۷۲ns	۰/۱۵۰۴ns	۱۸۳۸۹۳۶۸ns
تنش*رقم	۱۲	۶۳۷۱/۷۳ns	۴۲۰۷/۱۵۲۷۸ns	۰/۴۹ ns	۹۰۰۳/۱۰۶ns	۵۴/۰۴ns	۳۸۰/۲۰۸ns	۲۶۲۰/۸۰۵ns	۰/۱۲۲۵ns	۴۴۴۹۸۲۸۰**
خطا	۳۸	۶۹۲۴/۵۳	۴۷۷۰/۵۴۸۲	۲۹/۳۹	۷۱۹۴/۲۳	۱۰۷/۷۹	۵۶۶/۶۰	۵۳۲۷/۷۳	۰/۱۳۴۷	۱۶۳۱۷۸۰۸
ضریب تغییرات(٪)		۱۳/۸۷	۱۹/۲۴	۲۳/۱۸	۳۵/۱۲	۳۲/۳۴	۱۹/۱۴	۴۰/۸۱	۳۵/۴۸	۲۶/۳۴

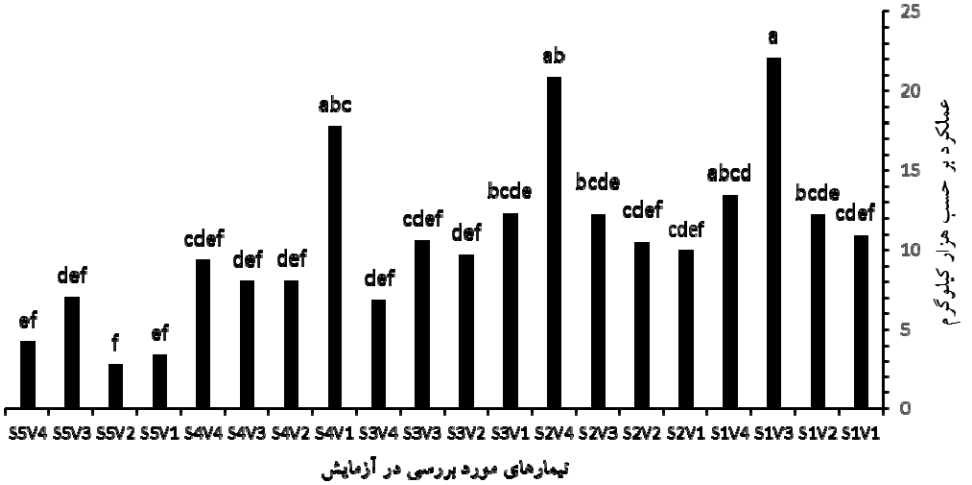
ns، ** و* به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

جدول۲ - مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد دانه، میوه و اجزای آن‌ها در کدوی تخمه کاغذی

عامل آزمایشی	وزن میوه	وزن تر دانه	وزن خشک دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در میوه	عملکرد دانه در هکتار	عملکرد میوه در هکتار
شاهد	۱/۵۸۰۴ a	۱۳۷/۱۲ a	۲۵/۳۵۴ a	۱۵۸/۳۳ a	۱۶۵/۷۳ a	۱/۲۰۳۷a	۱۵۴۳۰a
سطح تنش ۷۵٪ ظرفیت زراعی	۱/۴۵۰۷ ab	۹۱/۴۱ ab	۲۳/۶۱۵ a	۱۵۵/۴۱۷ ab	۱۵۱/۷۵ a	۰/۸۶۶۲ab	۱۴۸۳۳ b
سطح تنش ۵۰٪ ظرفیت زراعی	۱/۴۳۴۴ ab	۷۶/۴۰ ab	۲۱/۹۲۲ a	۱۴۲/۵۰ abc	۱۴۹/۳۵ a	۰/۸۲۷۷ab	۱۱۲۶۳ b
سطح تنش ۲۵٪ ظرفیت زراعی	۱/۰۲۶۰ ab	۷۶/۴۰ ab	۱۹/۶۶۵ a	۱۳۷/۹۱۷ c	۱۴۱/۸۵ ab	۰/۵۷۵۰bc	۶۸۴۷ c
دیم‌کاری	۰/۷۹۷۶ b	۳۳/۴۶ b	۱۰/۶۰۷ b	۱۲۵/۸۳۳ c	۸۳/۶۶ b	۰/۲۶۰۲c	۲۷۵۸ d
ضریب تغییرات(٪)	۱۲/۲۸	۷/۰۳	۸/۱۴	۳/۷۵	۱۶/۰۹	۲۴/۶	۳۱/۴

در هر ستون حروف مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ($P\leq0.05$) در آزمون دانکن را نشان می دهند.

کاهش میزان عملکرد میوه با افزایش سطوح تنش خشکی قابل پیش‌بینی بود اما در حالت دیم، تفاوت در میزان عملکرد ارقام مختلف مشاهده گردید طوری که رقم منطقه زنجان با میزان ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان عملکرد میوه را دارا بوده و بعد از آن رقم Styriaca (۴۱۷۱ کیلوگرم در هکتار) در رتبه بعدی قرار داشت. عابدین‌پور و همکاران (۱۳۸۸) عنوان کردند که در بین خانواده کدوئیان در استان گیلان، از نظر عملکرد و اجزای عملکرد بین ارقام کدو اختلاف معنی‌داری وجود داشته و بیشترین تعداد میوه و عملکرد دانه (۱۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) در کدوی تخمه کاغذی دیده شد. مطالعات قبلی نیز نشان داده بود که تنش کم آبی موجب کاهش وزن میوه، وزن دانه، عرض دانه، قطر دانه در کدوی تخمه کاغذی می گردد (۶).

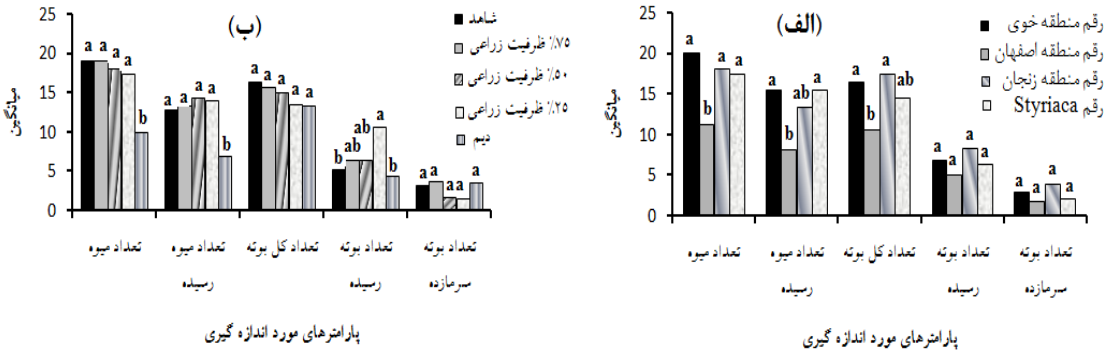


نمودار ۱ – مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد میوه کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L..)

S1 = شاهد یا آبیاری کامل، S2 = آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3= آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4= آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5= بدون آبیاری یا دیمکاری: V1 = رقم منطقه خوی، V2= رقم بی نلم منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم Styriaca. ستون‌هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ($P\leq0.05$) با استفاده از نرم افزار SAS اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش بر روی تعداد بوته رسیده، تعداد کل میوه و تعداد میوه رسیده و اثر رقم بر روی تعداد کل بوته، تعداد میوه رسیده و تعداد کل میوه معنی‌دار است (جدول ۳). با وجود اختلاف بین سطوح مختلف تنش و حتی ارقام بکار رفته در آزمایش، بوته‌های سرمازده در مزرعه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید با این حال، کمترین تعداد میوه در بوته، تعداد میوه رسیده در هر بوته و تعداد بوته رسیده در انتهای فصل مربوط به سطح تنش دیم بوده است. اما از لحاظ تعداد بوته سرمازده، اختلافی در بین ارقام و سطوح تنش مشاهده نگردید (نمودار۲).

اثر تنش خشکی بر محتوای آب نسبی (RWC): محتوای نسبی آب یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی حساس به تنش خشکی است که همبستگی خوبی با تحمل به خشکی نشان می‌دهد(۱۶). با تجزیه واریانس محتوای نسبی آب در هفته‌های مختلف مشاهده گردید که تنها در هفته ششم بین تنش‌ها و ارقام مختلف مورد استفاده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد اما در هفته‌های دوم، چهارم و ششم اثر برهم کنشی بین رقم و تنش خشکی مشاهده گردید (جدول ۴).



نمودار ۲ – اثر رقم (الف) و تنش خشکی (ب) بر صفات اندازه‌گیری شده قبل از برداشت کدوی تخمه کاغذی از مزرعه. ستون¬هایی با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ($P\leq0.05$) با استفاده از نرم افزار SAS اختلاف معنی¬داری ندارند.

جدول ۳ – تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر روی فاکتورهای مورد ارزیابی در هفته منتهی به برداشت کدوی تخمه کاغذی

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد بوته سرمازده	تعداد کل بوته	تعداد بوته رسیده	تعداد میوه	تعداد میوه رسیده
بلوک	۲	۶/۲۱۷	۳۳/۲۶۷	۸۷/۹۵	۱۸۶/۶۶	۱۲۱/۱۱*
تنش	۴	۱۵/۹۴۲	۱۷/۴۷۵	۷۵/۲۷*	۱۷۴/۲۹**	۱۰۸/۱۴**
رقم	۳	۵/۹۲۸	۱۳۲/۹*	۲۷/۰۴	۲۲۳/۸۴**	۱۳۴/۰۱**
تنش*رقم	۱۲	۵/۳۳۱	۲۰/۹۱	۲۸/۳۶	۲۳/۲۴	۱۳/۸۶
خطا	۳۸	۶/۰۵	۱۷/۷۵	۱۸/۲۱	۱۱۲۷/۳۳	۰/۵۷
ضریب		۹/۰۱	۲۸/۷	۳۶/۸	۳۲/۳۶	۳۹/۷۳
تغییرات(٪)		۱۲/۶	۲/۱۴	۴/۳۳	۸/۲۳	۲۸/۷

* و ** وجود اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۴ – تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر روی محتوای نسبی آب کدوی تخمه کاغذی در طول هفته‌های مختلف تنش

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	هفته اول	هفته دوم	هفته چهارم	هفته ششم	هفته هشتم	هفته دهم
بلوک	۲	۶۶/۹۵ns	۵۴/۴۵	۶۸/۴۵	۷۶/۶	۷۸/۸۹	۵۱۳/۸۹
تنش	۴	۲۹/۸۵ns	۴۸/۴۹ns	۶۷/۲۷	۶۷/۷۵**	۲۳/۸۴	۱۰۲/۲۷
رقم	۳	۳۲/۱۰ns	۸/۳۹ns	۱۱/۸۱	۷۰/۰۷**	۶۹/۸۹	۱۱۷/۲۴
تنش*رقم	۱۲	۹۲/۱۳ns	۹۲/۱۰*	۸۲/۸۹*	۲۰۵/۶۷**	۸۵/۵۵	۱۰۸/۰۱
خطا	۳۸	۴۸/۸۶	۳۶/۷۲	۳۲/۴۷	۹/۱۰	۳۷/۸۶*	۱۵۶/۴۴
ضریب تغییرات(٪)		۹/۹۹	۱۱/۲	۷/۹۸	۴/۴۷	۹/۲۱	۲۱/۷۷

ns، ** و* به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

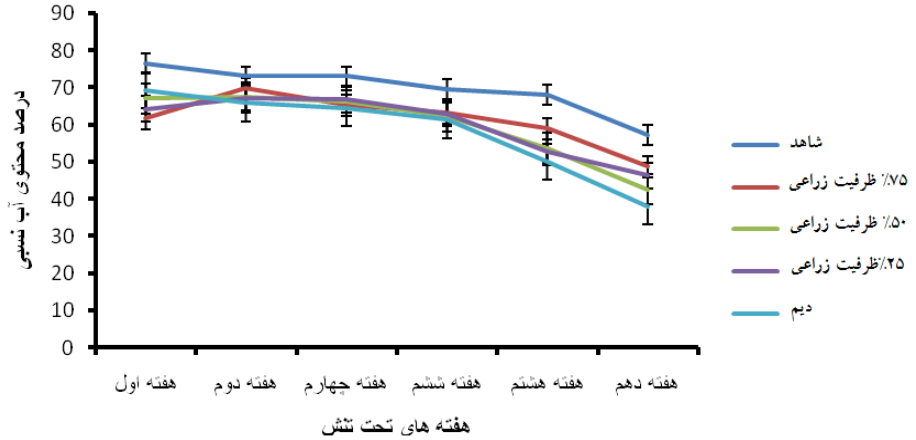
مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد که تیمار S1V2 (رقم منطقه اصفهان در شرایط آبیاری کامل) در هفته دوم و چهارم، تیمار S3V1 (رقم منطقه خوی در شرایط آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی) در هفته چهارم و تیمار S3V2 (رقم منطقه اصفهان در شرایط آبیاری ۵۰٪ ظرفیت زراعی) در هفته ششم بالاترین محتوای نسبی آب را نشان دادند (جدول ۵). نتایج بررسی روند تغییرات محتوای آب نسبی در گیاه کدوی تخمه کاغذی نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی میزان این صفت نیز با کاهش مواجه می‌گردد که شدت این تغییرات در هفته‌های پایانی بیشتر نیز شده است (نمودار ۳) که این نتایج موافق با یافته‌های Sure و همکاران (۲۰۱۱) است.

جدول ۵ –مقایسه میانگین محتوای نسبی آب در ارقام مختلف کدوی تخمه کاغذی در سطوح تنش مختلف با استفاده از آزمون دانکن

عامل آزمایشی	هفته دوم	هفته چهارم	هفته ششم
S1V1	۶۹/۸۶ abcde	۷۴/۱۲ abc	۶۴/۰۹ f
S1V2	۷۸/ ۸۳ a	۷۹/۱ a	۷۳/۳۶ bcd
S1V3	۷۰/۸۸ abcde	۷۲/۳۸ abc	۷۲/۲۴ bcd
S1V4	۷۰/۲۵ abcde	۷۲/۶۶ abc	۶۶/۶۱ ef
S2V1	۷۱/۷۵ abcde	۷۰/۲۳ abc	۷۰/۰۶ bcd
S2V2	۵۸/۷ f	۵۹/۰۹ d	۶۳/۰۵ f
S2V3	۶۴/۶۶ def	۶۶/۸۷ cd	۷۱/۲۹ bc
S2V4	۷۵/۹۴ abc	۷۵/۹۳ abc	۶۵/۹۴ def
S3V1	۷۶/۱۲ ab	۷۹/۵ a	۴۶/۲۶ h
S3V2	۷۰/۱۶ abcde	۷۳/۷۵ abc	۷۸/۰۷ a
S3V3	۶۴/۱۹ cdef	۶۶/۸۶ cd	۷۲/۸۶ b
S3V4	۶۶/۲۳ bcdef	۷۲/۳۸ abc	۶۷/۶۹ cdef
S4V1	۶۶/۶ bcdef	۶۷/۸۸ bcd	۶۸/۲۹ bcde
S4V2	۶۹/۹۵ abcde	۷۱/۹۴ abc	۷۰/۲ bc
S4V3	۷۰/۴۵ abcde	۷۲/۲۹ abc	۷۲/۷۴ ab
S4V4	۶۵/۹۳ cdef	۶۷/۹۳ bcd	۶۴/۶۴ ef
S5V1	۶۱/۷۹ ef	۶۷/۸۲ cd	۷۴/۹۸ ab
S5V2	۶۷/۴۵ abcde	۷۳/۶۸ abc	۶۳/۱۳ f
S5V3	۷۳/۷۵ abc	۷۷/۳۶ ab	۵۳/۳۱ g
S5V4	۷۳/۳۷ abcd	۷۶/ ۶۷ ab	۶۳/۰۶ f

S1 = شاهد یا آبیاری کامل، S2 = آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3= آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4= آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5= بدون آبیاری یا دیمکاری: V1 = رقم منطقه خوی، V2= رقم منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم Styriaca

در هر ستون حروف مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ($P\leq0.05$) در آزمون دانکن را نشان می دهند



نمودار ۳ – روند تغییرات محتوای نسبی آب (RWC) در کدوی تخمه کاغذی در طول هفته‌های مختلف تحت تنش خشکی

اثر تنش خشکی بر میزان فتوسنتز: بررسی فاکتورهای روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای محدود کننده فتوسنتز ممکن است در درک مبانی فیزیولوژیک مقاومت به خشکی موثر باشند. در میان فرایندهای فیزیولوژیک، فتوسنتز یکی از اساسی-ترین فرایندها در رشد و تولید محسوب شده و نگهداری سرعت اسیمیلاسیون کربن تحت شرایط تنش اهمیت اساسی در تولید دارد (۲۶). اسیمیلاسیون خالص CO_2 از طریق فرآیند فتوسنتز، اولین مرحله تولید بیوماس است(۱۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات تنش، رقم و اثر متقابل آن بر روی میزان فتوسنتز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۶). با بررسی مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که از هفته چهارم به بعد میزان فتوسنتز با کاهش نسبی همراه بوده است که این کاهش از هفته هفتم به بعد از شدت بیشتری برخوردار است. بالاترین میزان فتوسنتز در هفته هشتم را در سطح آبیاری کامل در رقم اصفهان (۲۰/۹۴ میکرومول CO_2 برمتر مربع بر ثانیه) و کمترین میزان فتوسنتز را در رقم Styriaca و سطح دیم با میزان ۵/۰۵ میکرومول CO_2 برمتر مربع بر ثانیه شاهد بودیم. (جدول ۷).

اثر تنش خشکی بر شدت تعرق: تعرق روزنه‌ای نقش اصلی را در تنظیم دمای برگ دارد. گیاهان تحت تنش، ابتدا از طریق تنظیم روزنه‌ای از اتلاف زیاد آب جلوگیری می‌کنند (۱۵). در این بررسی تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، رقم و اثرات متقابل تنش و رقم بر روند شدت تعرق در کدوی تخمه کاغذی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۸). مقایسه میانگین نشان داد که تا هفته ششم بی‌ثباتی در روند تعرق مشاهده می‌گردد اما از آن به بعد، شدت تعرق با کاهش همراه است طوری که رقم حاصل از منطقه اصفهان در سطح آبیاری کامل بالاترین و رقم Styriaca در سطح دیم پایین‌ترین میزان شدت تعرق را به ترتیب با میزان ۴/۵۷ و ۱/۰۱ میلی مول H_2O بر متر مربع بر ثانیه در هفته هشتم و پایانی اجرای طرح داشت (جدول ۹).

اثر تنش خشکی بر غلظت CO_2 زیرروزنه‌ای: با این که نتایج تجزیه واریانس بین ارقام، سطوح تنش و اثر متقابل تنش و رقم از لحاظ میزان CO_2 زیر روزنه‌ای اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (جدول ۱۰)، اما مقایسه میانگین آنها نشان داد که روند تغییرات این پارامتر در طول هفته-های مختلف تنش با نوسانات مختلفی همراه بوده است و حتی در مواردی نیز با افزایش همراه است. اما تقریبا از هفته چهارم تنش به بعد، روند کاهش در میزان این صفت در سطوح مختلف تنش و ارقام مختلف تا پایان فصل مشاهده گردید.

جدول۶ – تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر روند فتوسنتز کدوی تخمه کاغذی در طول هفته‌های مختلف تنش خشکی

		میانگین			مربعات				
	درجه آزادی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
بلوک	۲	۰/۴۱	۱/۰۹**	۰/۶۱	۰/۴۵	۰/۷۶	۰/۶۵	۰/۴۲	۰/۵۷
تنش	۴	۳۸/۰۳**	۳۹/۲۸۶**	۳۵/۷۴**	۲۳/۲۲**	۷۱/۸۲**	۸۸/۹۶**	۶۹/۸۱**	۷/۴۲**
رقم	۳	۷۰/۹۴**	۳۴/۷۴**	۵۵/۴۷**	۱۲/۸۰**	۲۶/۷۸**	۹۸/۰۷**	۶۲/۵۷**	۱۱۵**
تنش*رقم	۱۲	۴۷/۷۸**	۴۴/۳۹**	۳۰/۸۵**	۴۳/۳۲**	۳۵/۴۱**	۷۰/۳۷**	۳۳/۰۱۱**	۶۲/۷۳**
خطا	۳۸	۰/۱۳۲۶	۰/۰۹۳	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۲
ضریب تغییرات (٪)		۱/۷۶	۳/۳	۲/۲۱	۴/۸۸	۵/۳۴	۶/۸۹	۵/۳۲	۳/۲۳

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول۷ – مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تنش کم‌آبی از لحاظ میزان فتوسنتز ($\mu mol\ Co_2.m^{-2}.s^{-1}$) در هفته‌های مختلف تنش در کدوی تخمه کاغذی

عامل آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هقته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
S1V1	۱۰/۶ k	۲۱/۹۳ cde	۱۴/۰۲ i	۲۱/۱۵ f	۲۰/۳ fg	۱۷/۴۲ i	۱۸/۹۲ gh	۱۳/۴۱ d
S1V2	۲۳/۷۳ abc	۲۸/۵۲ a	۲۱/۹۴ d	۲۶/۲۸ ab	۱۶/۲۱ j	۱۷/۱۶ ij	۲۴/۳۱ bc	۲۰/۹۴ a
S1V3	۲۴/۰۳ a	۲۰/۵۵ g	۲۰/۹۱ def	۲۴/۱۹ d	۱۶/۷۴ j	۲۲/۲۲ cd	۱۵/۸۳ j	۷/۸۱ h
S1V4	۱۶/۲ h	۱۴/۴۹ k	۲۲/۰۳ d	۲۰/۱ g	۱۷/۹۸ hi	۲۴/۶۵ b	۱۹/۳۴ fgh	۹/۶ g
S2V1	۱۹/۰۵ fg	۲۲/۴۲ c	۲۳/۸۹ c	۲۶/۵۷ a	۲۸/۶۲ a	۲۴/۴ b	۱۸/۴۸ hi	۱۴/۱۴ d
S2V2	۲۱/۸۷ d	۲۱/۳۵ ef	۲۳/۹۲ c	۲۵/۳۹ c	۲۲/۹۶ d	۲۴/۹۱ b	۱۹/۹۳ f	۱۲/۳۷ e
S2V3	۲۳/۱۸ bc	۱۶/۱۷ j	۲۶/۶۲ a	۱۸/۹۸ ij	۲۴/۴۱ b	۲۰/۹۱ ef	۱۷/۷ i	۶/۱۱ i
S2V4	۲۳/۱۵ c	۲۱/۴۸ def	۲۱/۶۴ def	۲۰/۷۹ f	۱۸/۴۵ h	۱۹/۳۸ gh	۱۹/۰۱ gh	۶/۸۲ hi
S3V1	۱۸/۳ g	۲۱/۲۳ f	۲۲/۲۲ d	۲۱/۲۴ f	۱۷/۷۶ i	۱۸/۷۱ h	۲۲/۶۶ d	۲/۹۴ k
S3V2	۲۳/۶۷ abc	۲۲/۰۴ cd	۲۱/۸۴ de	۱۸/۹۸ ij	۲۱/۶۴ e	۱۸/۶۷ h	۲۵/۰۶ b	۱۵/۲ c
S3V3	۱۹/۱۶ f	۲۰/۵۲ g	۲۳/۴۳ c	۲۶/۰۴ ab	۱۷/۸ i	۲۷/۶۸ a	۲۶/۰۵ a	۱۱/۴۱ ef
S3V4	۲۰/۰۴ e	۲۵/۰۶ b	۲۰/۷۲ fg	۱۸/۵۳ j	۲۳/۵۹ c	۱۶/۵۶ j	۲۴/۸ b	۱۴/۰۱ d
S4V1	۱۶/۴۴ h	۱۸/۸۷ h	۲۵ b	۲۴/۶۷ d	۲۴/۲۳ b	۲۰/۱۱ fg	۲۳/۸۲ c	۱۳/۴۸ d
S4V2	۲۱/۸۲ d	۱۸/۱۶ i	۲۰/۱۱ g	۱۹/۷۴ gh	۲۱/۷۴ e	۲۱/۱۳ e	۲۴/۴۲ bc	۱۶/۳۵ b
S4V3	۱۴/۵۷ i	۲۴/۸۲ b	۲۳/۷۸ c	۱۹/۳۳ hi	۲۱/۵۹ e	۱۹/۳۹ gh	۱۹/۷۵ fg	۱۰/۸۳ f
S4V4	۱۶/۵۸ h	۱۹/۴۱ h	۲۳/۷۶ c	۱۷/۴۷ k	۲۰/۰۹ g	۱۹/۵۸ g	۱۴/۵۹ k	۶/۳۱ i
S5V1	۲۳/۹۸ ab	۱۶/۱۹ j	۱۸/۶۴ h	۱۶/۲۲ l	۱۵/۱۴ k	۲۳/۰۲ c	۲۴/۳۴ bc	۱۰/۲۶ f
S5V2	۲۰/۶۴ e	۲۲/۰۳ cd	۷۲/۲۱ a	۱۷/۸۶ k	۲۳/۴۷ cd	۱۰/۰۴ k	۲۱/۷۲ e	۱۰/۷۹ f
S5V3	۱۵/۰۸ i	۱۶/۱۷ j	۲۶/۲۵ a	۲۲/۱۶ e	۱۲/۷۸ l	۲۱/۴۳ de	۲۳/۸۹ c	۹/۰۱ g
S5V4	۱۲/۲۳ j	۱۵/۶۵ j	۱۴/۵۷ i	۲۵/۷۷ bc	۲۰/۸۱ f	۵/۴۴ l	۱۳/۵ l	۵/۰۵ j

S1 = شاهد یا آبیاری کامل، S2 = آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3= آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4= آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5= بدون آبیاری یا دیمکاری: V1 = رقم منطقه خوی، V2= رقم منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم Styriaca

هر ستون حروف مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ($P\leq 0.01$) در آزمون دانکن را نشان می دهند

جدول ۸ – تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر روند شدت تعرق کدوی تخمه کاغذی در سطوح مختلف تنش خشکی

منابع تغییرات		میانگین			مربعات				
	درجه آزادی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
بلوک	۲	۰/۱۳**	۰/۱۱**	۰/۱۲**	۰/۲۳	۰/۱۳**	۰/۱۲**	۰/۱۱**	۰/۱۰
تنش	۴	۳۶/۱۵**	۸/۷۷**	۲۴/۰۹**	۴/۶۲**	۱۹/۰۹**	۴۴/۲۸**	۴/۲۲**	۴/۷۶**
رقم	۳	۱۳/۵۵**	۰/۲۸**	۴/۷۷**	۰/۷۳**	۰/۷۸**	۷/۱۸**	۱/۰۶**	۰/۶۲**
تنش*رقم	۱۲	۵/۳۵**	۱/۱۲**	۲/۳۶**	۰/۷۵**	۰/۸۹**	۳/۹۸**	۰/۹۰**	۲/۵۹**
خطا	۳۸	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۶۹	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۴۴	۷/۷۴	۳/۲۰	۸/۸۴	۲/۸۴	۴/۴۷	۲۱/۰۶	۱۱/۲۴

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ۹ – مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تنش کم‌آبی از لحاظ شدت تعرق ($mmol\ H_2O.m^{-2}.s^{-1}$) در هفته‌های مختلف تنش در کدوی تخمه کاغذی

عامل آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هقته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
S1V1	۵/۶۵ l	۵/۱۶ f	۷/۱۳ h	۶/۴۷ bc	۵/۲۹ hi	۵/۶۴ k	۵/۰۵ i	۲/۴۴ efg
S1V2	۱۱/۱۴ d	۷/۰۳ a	۱۰/۳ cd	۶/۲۶ cd	۵/۱۳ ij	۵/۷ k	۶/۳۵ bc	۴/۵۷ a
S1V3	۱۰/۸۵ e	۶/۰۸ d	۸/۶۴ g	۶/۰۲ efg	۵/۸ gh	۷/۸۲ e	۵/۰۲ i	۳/۶ b
S1V4	۹/۰۶ i	۴/۶۸ g	۹/۲۵ e	۵/۸۸ fgh	۵/۸۶ fgh	۷/۴۱ gh	۶/۱۶ de	۲/۴۸ ef
S2V1	۱۰/۶۲ f	۵/۴۱ e	۱۰/۹۴ b	۶/۵۵ ab	۷/۶۳ ab	۸/۶۵ c	۵/۱۴ hi	۳/۶۸ b
S2V2	۱۱/۷۳ c	۵/۱۲ f	۱۰/۹ b	۶/۵۹ ab	۶/۸۶ cde	۸/۹۳ b	۵/۸۸ f	۲/۸۲ d
S2V3	۱۱/۱۲ d	۴/۴۸ h	۱۰/۲۷ cd	۶/۷۱ a	۶/۹۳ cd	۷/۲۵ h	۵/۵۳ g	۲/۱۷ gh
S2V4	۱۲/۲۳ b	۵/۳۶ e	۱۰/۴۱ c	۵/۸۴ gh	۶/۸۳ cde	۷/۷۵ ef	۵/۹۵ f	۲/۲۱ fgh
S3V1	۸/۹ i	۶/۷۷ b	۱۰/۴۴ c	۴/۶۷ l	۶/۴۲ def	۸/۰۳ d	۶/۵۹ a	۱/۳۴ j
S3V2	۱۱/۵۱ c	۶/۰۲ d	۱۰/۹۸ b	۴/۳ m	۷/۳۷ abc	۹/۰۳ b	۶/۲۰ cd	۳/۶۷ b
S3V3	۹/۵ h	۶/۱ d	۱۱/۳۵ a	۵/۱۸ k	۷/۷۴ a	۹/۷۴ a	۶/۵۱ ab	۲/۵۹ de
S3V4	۱۰/۲۳ g	۶/۴۱ c	۱۰/۱۸ d	۵/۱۸ k	۷/۲ abc	۷/۵۶ g	۶/۰۲ ef	۳/۲۲ c
S4V1	۹/۶۴ h	۶/۰۶ d	۱۰/۹۲ b	۶/۳۹ bc	۶/۲۹ efg	۶/۸۵ i	۶/۱۶ de	۳/۲۴ b
S4V2	۱۰/۶۶ ef	۵/۵۴ e	۱۰/۰۹ d	۷/۶۲ ij	۶/۵۵ de	۶/۳۳ j	۶/۴۷ ab	۳/۵۸ b
S4V3	۱۳/۰۹ a	۶/۰۲ d	۱۰/۹۸ b	۶/۱۳ de	۷/۱۴ bc	۸/۶۴ c	۶ef	۳/۱۷ c
S4V4	۹/۴۸ h	۵/۹۲ d	۱۰/۸۲ b	۵/۷۵ hi	۶/۲۹ efg	۷/۵۷ fg	۵/۲۵ h	۱/۷۹ i
S5V1	۷/۲ j	۳/۶۴ j	۶/۰۷ j	۴/۸۱ l	۳/۵۵ k	۴/۱۶ l	۴/۵۵ j	۱/۹۶ hi
S5V2	۶/۵۱ k	۴/۶۴ gh	۹/۰۳ f	۵/۴۱ j	۴/۵۵ j	۲/۳۵ m	۵/۰۷ i	۲/۰۵ hi
S5V3	۶/۶۵ k	۴/۰۳ i	۹/۰۷ ef	۶/۵۳ ab	۳/۵۵ k	۶/۳۴ j	۵/۵۸ g	۲hi
S5V4	۷/۲۵ j	۴/۴۹ gh	۶/۵۳ i	۶/۰۷ def	۵/۳۳ hi	۱/۸۴ n	۳/۹۶ k	۱/۰۱ k

S1 = شاهد یا آبیاری کامل، S2 = آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3= آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4= آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5= بدون آبیاری یا دیمکاری: V1 = رقم منطقه خوی، V2= رقم منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم Styriaca. در هر ستون حروف مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ($P\leq0.01$) در آزمون دانکن را نشان می دهند

جدول ۱۰ – تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای کدوی تخمه کاغذی

منابع تغییرات				میانگین	مربعات				
	درجه آزادی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
بلوک	۲	۱۳۵/۳۵**	۰/۲۱	۱۱/۸۵	۲/۷۱	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۹۵	۵۹۲/۳۱
تنش	۴	۴۷۷۴/۹۷**	۲۱۹۵/۳**	۱۲۰۸/۲**	۲۳۶۰/۸**	۱۲۹۴/۰۵**	۲۱۰۲/۹**	۲۷۲۱/۶**	۴۵۹۴/۹**
رقم	۳	۵۰۳/۱۷**	۸۹۵/۴**	۵۰۱/۸**	۸۰/۱۷**	۱۹۹۲/۳۲**	۱۹۶۶/۱**	۹۲۳/۲**	۱۱۲۴/۷**
تنش*رقم	۱۲	۱۰۸۴/۲۴**	۳۹۵/۰۶**	۲۱۸/۲**	۸۳۱/۶**	۴۴۲/۸۶**	۱۲۶۴/۹**	۶۲۳/۶۵**	۸۴۰۶/۳**
خطا	۳۸	۰/۸۵	۴/۰۵	۲/۷۴	۲/۴۵	۱/۷۲	۴/۶۱	۱/۷۰	۵۵۵/۳
ضریب تغییرات		۶/۸۱	۹/۷۳	۱۲/۶۷	۷/۶	۱۰/۸۴	۵/۵۳	۵/۲۹	۶/۶۹

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

بالاترین و پایین‌ترین میزان غلظت CO_2 زیرروزنه‌ای در هفته پایانی به ترتیب در رقم زنجان و سطح آبیاری کامل با ۳۴۷/۳ میکرو مول بر مول و رقم خوی در سطح دیم با ۸۹/۳۳ میکرو مول بر مول مشاهده گردید (جدول ۱۱).

اثر تنش خشکی بر هدایت روزنه‌ای: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های هدایت روزنه‌ای در هفته های مختلف نشان داد که اثرات رقم، سطوح مختلف تنش و اثرات متقابل تنش در رقم در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۱۲). با این حال، مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطح تنش، میزان هدایت روزنه‌ای در ارقام مورد استفاده با کاهش مواجه شده است طوری که در هفته پایانی رقم اصفهان در آبیاری کامل بالاترین (۰/۴۱ مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه) و رقم Styriaca در سطح دیمکاری با ۰/۰۳ مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه پایین‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای را نشان دادند(جدول۱۳). این نتایج مشابه با نتایج حیدری و همکاران (۱۳۹۳) و Yordanov و همکاران (۲۰۰۱) است. احمدی آذر و همکاران (۱۳۹۴) نیز بالاترین میزان هدایت روزنه‌ای در گیاه پنیرک را در آبیاری کامل عنوان نمودند

جدول ۱۱ – مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تنش کم‌آبی از لحاظ غلظت CO_2 زیر روزنه ای ($\mu mol.\ mol^{-1}$) در هفته‌های مختلف تنش در کدوی تخمه کاغذی

عامل آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
S1V1	۲۱۹/۳ de	۲۲۵/۳ fg	۲۳۹/۳ a	۲۵۹/۳ f	۲۵۷/۳ f	۲۴۴/۳ f	۲۴۸/۳ e	۲۳۹/۳ cdefg
S1V2	۲۱۳/۳ f	۲۳۷/۳ d	۲۳۰/۳ bc	۲۲۲/۳ k	۲۵۴/۳ g	۲۲۵/۳ i	۲۳۷/۳ hi	۲۶۲/۳ bcd
S1V3	۲۱۷/۳ e	۲۵۳/۳ b	۲۱۳/۳ gh	۲۲۵/۳ jk	۲۸۱/۳ a	۲۶۲/۳ b	۲۵۵/۳ c	۳۴۷/۳ a
S1V4	۲۴۳/۳ b	۲۵۳/۳ b	۲۲۶/۳ d	۲۴۷/۳ h	۲۸۰/۳ a	۲۴۷/۳ e	۲۷۱/۳ a	۲۵۷/۳ bcdef
S2V1	۳,۲۰۳ ij	۲۰۸/۳ j	۲۱۱/۳ h	۲۲۷/۳ j	۲۲۱/۳ m	۲۲۰/۳ j	۲۰۷/۳ m	۲۳۴/۳ cdefg
S2V2	۲۰۴/۳ i	۲۰۳/۳ k	۲۱۲/۳ h	۲۴۲/۳ i	۲۳۶/۳ j	۲۲۰/۳ j	۲۲۰/۳ k	۲۰۸/۳ fgh
S2V3	۱۸۹/۳ l	۲۴۷/۳ c	۱۸۵/۳ j	۲۷۵/۳ a	۲۴۱/۳ i	۲۱۶/۳ k	۲۳۷/۳ hi	۲۷۲/۳ bc
S2V4	۲۰۵/۳ hi	۲۱۶/۳ i	۲۱۷/۳ f	۲۵۳/۳ g	۲۶۳/۳ de	۲۳۰/۳ h	۲۳۷/۳ hi	۲۱۹/۳ defgh
S3V1	۱۶۳/۳ n	۲۴۵/۳ c	۱۹۸/۳ i	۲۴۷/۳ h	۲۳۹/۳ i	۲۳۲/۳ h	۲۳۵/۳ i	۲۷۲/۳ bc
S3V2	۱۹۰/۳ l	۲۲۳/۳ gh	۲۱۹/۳ ef	۲۶۰/۳ ef	۲۴۶/۳ h	۲۵۶/۳ d	۲۱۰/۳ l	۲۰۹/۳ efgh
S3V3	۱۶۸/۳ m	۲۲۸/۳ ef	۲۱۳/۳ gh	۲۶۵/۳ cd	۲۶۸/۳ b	۲۳۶/۳ k	۲۰۷/۳ m	۱۷۴/۳ h
S3V4	۱۸۹/۳ l	۲۳۰/۳ e	۲۱۶/۳ fg	۲۶۵/۳ cd	۲۳۶/۳ j	۲۳۶/۳ g	۲۰۱/۳ n	۲۰۴/۳ gh
S4V1	۲۲۱/۳ d	۲۶۱/۳ a	۲۱۹/۳ ef	۲۶۳/۳ de	۲۳۳/۳ k	۲۲۶/۳ i	۲۲۵/۳ j	۲۹۲/۳ b
S4V2	۲۰۸/۳ g	۲۴۶/۳ c	۲۳۳/۳ b	۲۵۵/۳ g	۲۶۵/۳ cd	۲۱۲/۳ l	۲۳۸/۳ gh	۲۳۲/۳ cdefg
S4V3	۲۷۲/۳ a	۲۵۶/۳ b	۲۱۸/۳ ef	۲۷۰/۳ b	۲۶۶/۳ bc	۲۶۷/۳ a	۲۴۰/۳ g	۲۶۱/۳ bcde
S4V4	۲۰۷/۳ gh	۲۵۳/۳ b	۲۲۱/۳ e	۲۶۸/۳ bc	۲۵۷/۳ f	۲۴۷/۳ e	۲۶۳/۳ b	۲۴۶/۳ bcdefg
S5V1	۲۱۴/۳ f	۲۳۶/۳ d	۲۲۸/۳ cd	۲۸۹/۳ i	۲۴۷/۳ h	۱۹۱/۳ m	۲۱۹/۳ k	۸۹/۳۳ i
S5V2	۱۹۶/۳ k	۲۲۰/۳ hi	۲۳۹/۳ a	۲۴۹/۳ h	۲۲۹/۳ l	۱۸۶/۳ n	۲۴۸/۳ e	۲۴۷/۳ bcdefg
S5V3	۲۲۸/۳ c	۲۲۶/۳ efg	۲۳۰/۳ bc	۲۱۰/۳ l	۲۶۱/۳ e	۲۵۹/۳ c	۲۴۵/۳ f	۲۲۹/۳ cdefg
S5V4	۲۰۱/۳ j	۲۴۵/۳ c	۲۲۷/۳ cd	۲۲۲/۳ k	۲۶۳/۳ de	۲۱۶/۳ k	۲۵۱/۳ d	۲۴۳/۳ bcdefg

S1 = شاهد یا آبیاری کامل، S2 = آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3= آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4= آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5= بدون آبیاری یا دیمکاری: V1 = رقم منطقه خوی، V2= رقم منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم Styriaca. در هر ستون حروف مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ($P\leq 0.01$) در آزمون دانکن را نشان می دهند

جدول ۱۲ - تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر روند تغییرات هدایت روزنه‌ای کدوی تخمه کاغذی

منابع تغییرات				میانگین	مربعات				
	درجه آزادی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
بلوک	۲	۰/۰۱۸**	۰/۰۱۹**	۰/۰۱۹۲**	۰/۰۱۸**	۰/۰۱۸**	۰/۰۱۹**	۰/۰۲	۰/۰۱۸**
تنش	۴	۰/۰۴**	۰/۱۹۲**	۰/۰۵**	۰/۱۳**	۰/۱۴**	۰/۱۶**	۰/۰۴**	۰/۰۴**
رقم	۳	۰/۱۹**	۰/۰۳۳**	۰/۱۰۴**	۰/۰۲۱**	۰/۰۲**	۰/۲۶**	۰/۰۰۶**	۰/۰۱**
تنش*رقم	۱۲	۰/۵۹**	۰/۱۱۱**	۰/۰۷۲**	۰/۰۵**	۰/۰۵**	۰/۰۹۶**	۰/۰۴۲**	۰/۰۲**
خطات	۳۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات(٪)		۸/۸۶	۱/۰۷	۶/۵۵	۴/۲۸	۹/۵۴	۱/۵۶	۳/۴	۷/۲۹

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

بحث

در گیاه داروئی کدوی تخمه کاغذی میزان عملکرد میوه با افزایش سطوح تنش خشکی کاهش یافت. به نظر می‌رسد تنش خشکی ازطریق اختلال در فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها موجب تغییراتی در میزان فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه شده و در ادامه نمو گیاه، وزن میوه و وزن هزار دانه در گیاهی که در معرض تنش قرار گرفته کاهش می-یابد (۸). گزارشات متعددی گویای این مطلب است که واکنش عملکرد گیاهان زراعی به شدت تنش، نوع گیاه و مرحله رشدی بستگی دارد (۱۶).

تحت تنش خشکی همبستگی مثبت میان محتوای نسبی آب و عملکرد دانه گزارش شده است و ارقامی که بتوانند آب بیشتری را در برگ‌های خود نگه دارند، عملکرد بالاتری نیز خواهند داشت (۱۱ و ۲۱). اثر خشکی روی توسعه دیواره یاخته‌ای بیشتر است، زیرا لازمه طویل شدن یاخته‌ها انعطاف پذیری دیواره یاخته‌ای تحت فشار تورژسانس می‌باشد و هرگونه کاهش در فشار تورژسانس که در نتیجه عدم تعادل در محتوای آب گیاه به وجود آید می‌تواند منجر به کاهش رشد در شرایط تنش خشکی شود (۷). به خوبی مشخص شده است که طی تنش‌هایی همچون تنش خشکی محتوای نسبی آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌ها کاهش می‌یابد (۱۸). بالا بودن محتوای نسبی آب در شرایط کم آبی می‌تواند با رفتار روزنه‌ها و سیستم ریشه‌ای گیاه در ارتباط باشد. به عبارتی گیاه با داشتن سیستم ریشه‌ای قوی و یا بستن روزنه‌ها آب بیشتری را در خود نگه می‌دارد اما با بسته شدن روزنه‌ها انجام فتوسنتز و تبادلات گازی کاهش یافته و در نتیجه تولید ماده خشک گیاه کم می‌شود(۲۲).

همچنین نتایج این بررسی نشان داد که اثرات تنش بر روی میزان فتوسنتز در کدوی تخمه کاغذی معنی‌دار است. تحت تنش مزرعه‌ای و با افزایش محدودیت رطوبت، کاهش در سطح فتوسنتز کننده همراه با بسته شدن روزنه‌ها و به دنبال آن کاهش ورود دی اکسید کربن به برگ و نیز کاهش در میزان کلروفیل منجر به کاهش جدی عملکرد دانه و میوه این گیاه داروئی می‌شود (۱). تاثیر تنش خشکی بر روی میزان فتوسنتز به دو صورت انجام می‌پذیرد: اول آنکه بسته شدن روزنه‌ها دسترسی کلروپلاست را به دی-اکسید کربن محدود می‌کند و دوم اینکه پائین بودن پتانسیل آب اثرات مستقیمی بر ساختمان اجزاء دخیل در فتوسنتز می‌گذارد (۲۷). طبق گزارش Blanke & Cook (۲۰۰۴) کاهش تعرق در شرایط تنش خشکی می‌تواند به دلیل بسته شدن کانال‌های آبی باشد که سبب کاهش جریان آب و

سپس بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد. همچنین تنش خشکی جذب مواد غذایی را از طریق ریشه‌ها و انتقال آن‌ها به اندام هوایی را کاهش می‌دهد که علت آن نیز محدود نمودن تعرق و آسیب به انتقال فعال و تراوایی غشا می‌باشد (۲۳). بسته شدن روزنه‌ها به دلیل تنش خشکی، سبب کاهش همزمان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای می‌گردد (۲۵). تحقیقات نشان داده است که عامل اصلی محدود کننده فتوسنتز در شرایط تنش خشکی، کاهش هدایت روزنه‌ای است (۱۲). کاهش هدایت روزنه‌ای باعث افزایش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای می‌شود که بیانگر اُفت کارائی کربوکسیلاسیون در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش است (۲۷). کاهش هدایت روزنه‌ای با تغییر جزیی محتوای آب نسبی بیانگر آن است که احتمالا سیگنال‌های ارسالی از ریشه در شرایط تنش خشکی، عامل بسته شدن روزنه و کاهش فتوسنتز می‌باشد این سیگنال شیمیایی همان ABA می‌باشد (۱۸). Blanke & Cook (۲۰۰۴) عنوان کردند که علت کاهش هدایت روزنه‌ای در توت فرنگی تحت تنش خشکی احتمالا به دلیل افزایش جریان اسید آبسزیک از ریشه‌ها به برگ بوده است که از این طریق برگ می‌تواند با کاهش تعرق، حود را با شرایط تنش وفق داده و آماس خود را حفظ کند. Ritchie و همکاران (۱۹۹۰) در تحقیقات خود نشان دادند که با اعمال تنش خشکی ابتدا هدایت روزنه‌ای کاهش یافته سپس محتوای نسبی و فتوسنتز شروع به کاهش می‌کنند.

نتیجه گیری کلی

استفاده از صفات فیزیولوژیکی می‌تواند یک راه سریع و کمکی برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی در مدت زمان کم باشد. با توجه به اینکه کدوی تخمه کاغذی جزء گیاهان روغنی و داروئی محسوب می‌گردد، با انجام چنین آزمایشاتی و به دنبال آن اندازه‌گیری میزان روغن و ماده موثره بتاسیتواسترول، می‌توان تاثیر تنش خشکی بر این ماده موثر در درمان تورم پروستات را مورد ارزیابی قرار داده و حتی ارتباط بین این صفات فیزیولوژیکی نشان دهنده تنش خشکی با میزان افزایش یا کاهش ماده موثره کدوی تخمه کاغذی را ترسیم نمود. در هر صورت، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در صفات مورد مطالعه هر چقدر سطح تنش خشکی افزایش یابد، سبب کاهش در کلیه صفات مورد مطالعه گردیده است. با این حال، بالاترین میزان عملکرد میوه و دانه مربوط به رقم Styriaca در حالت شاهد به ترتیب به میزان ۱۵۴۳۰ و ۸۲۵ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین آن مربوط به رقم منطقه اصفهان در حالت دیم به ترتیب با عملکرد ۲۷۵۸ و ۶۰۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شد. نتایج آزمایش نشان داد که رقم اصفهان دارای بالاترین و رقم Styriaca پایین‌ترین میزان فتوسنتز، شدت تعرق، هدایت روزنه‌ای را داراست. در مورد محتوای نسبی آب نیز رقم اصفهان بالاترین و رقم خوی کمترین میزان را نشان دادند. از آنجا که روزنه‌های باز در طول خشکی و فتوسنتز بیشتر از ویژگی‌های گیاهان پایدار در برابر تنش خشکی است (۸)، می‌توان اظهار داشت که رقم منطقه اصفهان به دلیل بالا بودن محتوای نسبی آب برگ‌ها در هفته‌های پایانی تنش خشکی دارای پتانسیل آب بیشتری بوده و به همین خاطر سبب باز ماندن روزنه‌ها و افزایش میزان تبادلات گازی گردیده است. بالا بودن میزان آب برگ‌ها هم می‌تواند به دلیل جذب بالاتر آب از ریشه‌ها در مقایسه با سایر ارقام باشد. بنابراین رقم اصفهان می‌تواند به عنوان رقم کاندید برای مناطق با تنش ملایم خشکی انتخاب گردد که برای رسیدن به نتیجه قطعی انجام آزمایش در چندسال و چند مکان پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۱۳ – مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تنش کم‌آبی از لحاظ هدایت روزنه‌ای ($mol\ Co_2.m^{-2}.s^{-1}$) در هفته‌های مختلف تنش در کدوی تخمه کاغذی

عامل آزمایشی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
S1V1	۰/۱۴ i	۰/۴ ef	۰/۲۸ i	۰/۷ bc	۰/۵ ef	۰/۳۴ efg	۰/۳۹ cdefg	۰/۱۲ defg
S1V2	۰/۵۰ bc	۰/۹۲ a	۰/۶۱ cd	۰/۵۹ cdef	۰/۳۳ gh	۰/۲۸ fg	۰/۵۸ ab	۰/۴۱ a
S1V3	۰/۵۲ ab	۰/۵۵ bc	۰/۴ h	۰/۵۲ efg	۰/۵۳ de	۰/۸۴ a	۰/۳۱ fgh	۰/۲۱ c
S1V4	۰/۳۵ defg	۰/۲۸ gh	۰/۵۲ def	۰/۴۹ fgh	۰/۵۹ cde	۰/۷۷ ab	۰/۶۱ a	۰/۱۲ defg
S2V1	۰/۳۳ defgh	۰/۳۷ efg	۰/۵۵ de	۰/۶۵ bcd	۰/۷۱ ab	۰/۵۶ cd	۰/۲۶ gh	۰/۱۸ cd
S2V2	۰/۴۳ bcd	۰/۳۲ fgh	۰/۵۷ de	۰/۷۳ b	۰/۵۴ de	۰/۶۱ c	۰/۳۴ defgh	۰/۱۲ defg
S2V3	۰/۳۹ cdef	۰/۳۴ efg	۰/۴۹ efgh	۰/۷۱ bc	۰/۶۶ bc	۰/۳۸ e	۰/۳۳ efgh	۰/۰۸ fgh
S2V4	۰/۴۸ bc	۰/۳۸ ef	۰/۵۱ efg	۰/۵۵ def	۰/۵۴ de	۰/۴ e	۰/۳۸ cdefg	۰/۰۵ gh
S3V1	۰/۲۱ hi	۰/۵۶ bc	۰/۴۲ gh	۰/۴۷ fghi	۰/۳۶ g	۰/۴ e	۰/۵۲ abc	۰/۰۶ gh
S3V2	۰/۴ bcde	۰/۴۳ de	۰/۵ efg	۰/۴۲ ghij	۰/۵۷ cde	۰/۶ cd	۰/۴۶ bcde	۰/۱۶ cde
S3V3	۰/۲۳ ghi	۰/۴ ef	۰/۵۶ de	۰/۵۶ def	۰/۶ cd	۰/۷۳ b	۰/۴۸ abcd	۰/۰۸ fgh
S3V4	۰/۳۱ defgh	۰/۶۳ b	۰/۴۴ fgh	۰/۵ fgh	۰/۵۸ cde	۰/۳۵ efg	۰/۴۱ cdef	۰/۱۴ cdef
S4V1	۰/۳ efgh	۰/۵۴ bc	۰/۶۷ bc	۰/۹۸ a	۰/۵۵ de	۰/۳۹ e	۰/۴۸ abcd	۰/۳۲ b
S4V2	۰/۴ bcde	۰/۴ ef	۰/۵۴ de	۰/۵۱ fgh	۰/۷۱ ab	۰/۳۶ ef	۰/۵۹ ab	۰/۲۱ c
S4V3	۰/۶۳ a	۱ a	۰/۶۱ cd	۰/۶۴ bcde	۰/۷۹ a	۰/۷۳ b	۰/۴۲ cdef	۰/۱۶ cde
S4V4	۰/۲۷ fgh	۰/۵۱ cd	۰/۶۱ cd	۰/۵۶ def	۰/۵۴ de	۰/۵۱ d	۰/۳۳ efgh	۰/۰۶ gh
S5V1	۰/۳۹ cdef	۰/۲۳ h	۰/۳ i	۰/۳j	۰/۲۴ hi	۰/۲۶ g	۰/۳۹ cdefg	۰/۱۱ defg
S5V2	۰/۲۸ efgh	۰/۳۷ efg	۰/۸۷ a	۰/۳۹ hij	۰/۴۱ fg	۰/۰۸ h	۰/۴۷ abcde	۰/۱۲ defg
S5V3	۰/۲۵ ghi	۰/۲۴ h	۰/۷۴ b	۰/۳۶ ij	۰/۲۲ i	۰/۶۱ c	۰/۵۷ ab	۰/۰۹ efgh
S5V4	۰/۱۴ i	۰/۲۸ gh	۰/۲۵ i	۰/۵۷ def	۰/۵۶ de	۰/۰۴ h	۰/۲۳ h	۰/۰۳ h

S1 = شاهد یا آبیاری کامل، S2 = آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3= آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4= آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5= بدون آبیاری یا دیمکاری: V1 = رقم منطقه خوی، V2= رقم منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم Styriaca

در هر ستون حروف مشابه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ($P\leq0.01$) در آزمون دانکن را نشان می دهند.

منابع

۱- آقایی، ا. ح. و احسان زاده، پ. (۱۳۹۰). اثر رژیم آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه داروئی کدوی تخمه کاغذی. مجله علوم باغبانی ایران ۴۲(۳): ۲۹۱-۲۹۹.

۲- احمدی آذر، ف.، حسنلو، ط.، ایمانی، ع. و فیضی اصل، و. (۱۳۹۴). تنش خشکی و کاربرد زئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) ۲۸(۳): ۴۵۹-۴۷۴.

۳- حیدری، ن.، پوریوسف، م. و توکلی، ا. (۱۳۹۳). تاثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) ۲۷(۵): ۸۲۹-۸۳۹.

۴- سرمدنیا،ع. و کوچکی، ع. (۱۳۶۶). جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵- عابدین پور، ف.، اصفهانی، م. و مدنی، ح. (۱۳۸۸). مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد کدوی تخمه کاغذی با ارقام بومی در

شرایط اقلیمی استان گیلان. ششمین کنگره علوم باغبانی. دانشگاه گیلان، رشت.

۶- مالکی خضرلو،س.، طهماسبی سروستانی، ز. و مدرس ثانوی، ع.م. (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد کمّی و کیفی کدوی تخم پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) تحت القای تنش کم آبی و کود نیتروژن. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۱(۵): ۸۵۳-۸۶۳.

۷- محمدی، ع.، ابراهیم زاده، ح.، هادیان، ج.و میرمعصومی، م. (۱۳۹۴). واکاوی اثر تنش خشکی بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه به لیمو (*Lippia citriodora* H.B.K.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) ۲۸(۳): ۶۱۷-۶۲۸.

8-Ayas, S. and Demirtas, C. (2009). Deficit irrigation effects on onion (*Allium cepa* L. E.T. Grano 502) yield in unheated greenhouse condition. Journal of Food, Agriculture & Environment 7 (3&4): 239 – 243.

9-Blanco, I.A., Rajaram, S., Kronstad, W.E. and Reynolds, M.P. (2000). Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Crop Science 40:1257–1263.

10-Blanke, M. and Cooke, D. (2004). Effects of flooding and drought on stomatal activity, transpiration, photosynthesis, water potential and water channel activity in strawberry stolons and leaves. Plant Growth Regulation. 42(2): 153-160.

11-Bruck, H., Payne, W. A. and Sattelmacher, B. (2000). Effects of phosphorus and water supply on yield, transpiration, water –use efficiency and carbon isotope discrimination of pearl millet. Crop Science 40:120-125.

12-Chinnusamy, V., Xiong, L.and Zhu, J. K. (2004). Use of genetic engineering and molecular biology approaches for crop improvement for stress environments. In: Abiotic stress: Plant resistance through breeding and molecular approaches. Ashraf, M., and P. J. C. Harris, (eds). pp: 47-107. Food Products Press.

13-Christina, B.W. and Gisela, J. (2013). Antioxidants in different potato genotypes, effect of drought and wounding stress. Agriculture 3 (1): 131–146.

14-Fruhwrith, G. and Hermetter, A. (2007). Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin:Components and biological activities. European Journal of Lipid Science and Technology 109: 1128–1140.

15-Hu, Y. and Sschmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on the mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrient and Soil Science 168: 541-549.

16-Jill, E.C., Ciro, S., Mateo, V. (2012). Dissecting maize productivity, ideotypes associated with grain yield under drought stress and wellwatered conditions. Journal of Integrative Plant Biology 54 (12): 1007–1020.

17-Keyvan, Sh. (2010). The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. Journal of animal and plant science. 8(3): 1051-1060.

18-Koc, M., Barutcular, C. and Genc, I. (2003). Photosynthesis and productivity of old and modern durum vheats in Mediterranean environment. Crop Science 43: 2089-2098.

19-Kuromori,T., Junya,M., Umezawa, T., Yamaguchi-Shinozaki,K. and Shinozaki, K. 2014. Drought stress signaling network. Molecular biology.2: 383-409.

20-Lawlor, D.W. (1995). The effect of water deficit on photosynthesis. In: Smirnof, N. (Ed.). Environment and plant metabolism, flexibility and acclimation. BIOS Scientific Publisher. pp. 129-160. London.

21-Martin, B. and Ruiz-Torres, A. (1992). Effects of Water-Deficit stress on photosynthesis, its componet and componet limitations, and on water use efficency in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Physiology 100: 733-739.

22-Merah, O. (2001). Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. The Journal of Agricultural Science137: 139-145.

23-Nakabayashi, R. and Saito, K. (2015) Integrated metabolomics for abiotic stress responses in plants. Current Opinion in Plant Biology 24: 10–16.

24-Ramachandra Reddy, A., Chaityana, K.V. and Vivekkanadan. M. (2004). Drought indiuced respons of photosynthesis and antioxidant metabolism in highier palants. Journal Of Plant Physiology 161:1189- 1202

25-Ripley, B.S., Gilbert, M.E., Ibrahim, D.G. and Osborne, C.P. (2007). Drought constraints on C4 photosynthesis: stomatal and metabolic limitations in C3 and C4 subspecies of

Alloteropsis semialata. Journal of Experimental Botany 58: 1351–1363.

26-Ritchie, S. W., Nguyen, H. T. and Holaday, A. S. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science 30: 105-111.

27-Siosemardeh, A., Ahmadi, A., and Poustini, K. (2005). Stomatal and non-stomatal factors controlling photosynthesis and its relation to drought resistance in wheat cultivars. Iranian Journal of Agricultural Science 35: 93-106 (in Farsi).

28-Sure, S.H., Arooie, H. and Daliri Moghadam, R. (2011). Influence of drought stress and its interaction with salicylic acid on medicinal Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seedling growth. Botany Research Journal 4(4-6): 35-40.

29-Yordanov, I., Tsonko, T., Velikova, V., Georgieva, K., Ivanov, P., Tsenov, N. and Petrova, T. (2001). Change in CO2 assimilation, transpiration and stomatal resistance to different wheat cultivars expressing drought under field conditions. Bulgarian Journal Plant Physiology 27: 20-33.

Effects of drought stress on some physiological traits, yield and yield component in four varieties of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.)

Mohammad Zeynali[1], Bahram Maleki Zanjani[1*], Parviz Moradi[2], Farid Shekari[1]

[1] Dept. Of plant Breeding, Zanjan university, Iran.

[2] Research section. Agricultural research, education and extension organization, Zanjan Iran.

Abstract

For investigation the impact of drought stress on several Agronomic, physiological, yield and yield component in various varieties of medicinal pumpkin (Cucurbita pepo L.), an experiment was conducted as a factorial based on complete randomized block design with three replications at Agricultural and Natural Resources Research Center of Zanjan during spring and summer of 2015. The effects of water stress in five levels (S1 or control, S2 or irrigation in 75% of Field Capacity (FC), S3 or irrigation in 50% FC, S4 or irrigation in 25% FC and S5 or without irrigation (dry farming)) and four varieties that cultured in multiple points of Iran (V1 or unknown variety from khoy, V2 or unknown variety from Isfahan, V3 or unknown variety from Zanjan and V4 or var. Styriaca) were considered. The results showed that the effects of drought stress on traits were significant and cause decrease in all investigated parameters. However, the highest grain and fruit yield were obtained in control treatment or full irrigation in Styriaca variety with 825 and 15430 kg. ha^{-1}, respectively and lowest were obtained from Isfahan variety in dry farming condition with 680 and 2758 $kg.ha^{-1}$ respectively. In the presence of moderate drought stress, the highest rate of photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and relative water content was for Isfahan unknown variety and seems that it is a good candidate variety for areas with mild stress.

Key words: Drought stress, pumpkin, Physiological traits