نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره ۳۱ - شماره ٤- پیاپند ۱۲۱ زمستان ۹۷

بررسی اثر تنش دور آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی گیاه دارویی کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) در منطقه زنجان

Effects of field capacity based-irrigation levels on physiological and agronomic characteristics of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.)

محمد زینالی [۱]، بهرام ملکی زنجانی*[۲]، پرویز مرادی[۳]، فرید شکاری[۲]

۱. دانشجوی مقطع دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ، (نگارنده مسئول)
۳. استادیار بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۱۱/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۳

چکیده

زینالی، م.، ملکی زنجانی، ب.، مرادی، پ.، شکاری، ف.، بررسی اثر تنش دور آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی گیاه دارویی کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) در منطقه زنجان
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۱ - شماره ٤- پیاپند ۱۲۱ زمستان ۹۷: ۲۰-۱

کمبود آب یک عامل بازدارنده مهم محیطی برای دسترسی به عملکرد مطلوب در گیاهان است. برای بررسی اثر مدت زمان وقوع تنش خشکی بر روی برخی فاکتورها در ارقام مختلف کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)، مطالعه ای به صورت اسپیلت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان واقع در خیرآباد در بهار و تابستان ۱۳۹۵ انجام پذیرفت. تنش خشکی در پنج سطح(S1 یا آبیاری در ۱۰۰٪ظرفیت زراعی، S2 یا آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3 یا آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4 یا آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5 بدون آبیاری) بعنوان پلات اصلی، چهار رقم (V1 یا رقم بی نام از منطقه خوی، V2 یا رقم بی نام از منطقه اصفهان ، V3 یا رقم بی نام منطقه زنجان و V4 یا رقم معروف استریاکا (Styriaca)بعنوان پلات فرعی و هفته های تنش خشکی بعنوان پلات فرعی- فرعی مورد بررسی قرار گرفت. جهت تعیین میزان ظرفیت زراعی مزرعه از روش منحنی رطوبتی خاک استفاده گردید. در این مطالعه میزان کلروفیل a، b و کارتنوئیدها، میزان پرولین، محتوای نسبی آب برگ (RWC)، میزان پروتئین موجود در دانه و میزان قندهای محلول همراه عملکرد و اجزای عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، درصد پروتئین دانه ها، تجمع پرولین برگ ها، میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها اثر معنی دار دارد. با این حال، بالاترین عملکرد دانه و میوه در آبیاری کامل در رقم استریاکا به ترتیب با ۸۲۵ و ۱۵٤۳۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان در شرایط دیم و در رقم اصفهان به ترتیب با ٦۸۰ و ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با این حال، با توجه به نتایج حاصل، به نظر می رسد رقم بی نام جمع آوری شده از منطقه اصفهان پتانسیل خوبی برای کشت در مناطقی با تنش ملایم خشکی از قبیل زنجان دارا می باشد.

واژه های کلیدی: پروتئین دانه، قندهای محلول، پرولین، تنش خشکی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: bmalekiz@znu.ac.ir

مقدمه

کدوی تخمه کاغذی یا طبی (*Cucurbita pepo* L.) گیاهی دیپلوئید از خانواده کدوئیان به دست می آید (Andres, 2003). این کدو حاصل یک جهش طبیعی قدیمی است که منجر به پوست بسیار نازک یا بدون پوست در بذر این گیاه گردیده است (Loy, 2004). در سال های اخیر کدوی تخمه کاغذی بخاطر وجود درصد بالای روغن (۲۸-۵۰٪) و اسیدهای چرب غیراشباع آن و نیز بخاطر دارا بودن منابع سرشار ویتامین ها و مواد معدنی می باشد (Miranda *et al*., 2014)، جایگاه تحقیقاتی مهمی یافته است، مهم ترین اسیدهای چرب که تقریبا ۹۰٪ محتوای روغن را تشکیل می دهند عبارتند از اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک و پالمتیک که ۵۰٪ اسیدهای چرب آن را اسید لینولئیک تشکیل می دهد. مطالعات نشان داده است که روغن دانه و فرآورده های حاصل از آن در درمان بیماری های مختلفی نظیر هیپرپلازی پروستات، کاهش کلسترول و اسیدهای چرب اشباع خون کاربرد دارد (Fruhwrith & Hermetter, 2005).

خشکی یکی از مهمترین تنش های غیرزیستی است که کشاورزی را در اکثر مناطق ایران محدود نموده است. قسمت عمده کشور ایران، دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است که خشکی های دورهای در آن اتفاق می افتد. به غیر از منطقه مرطوب شمال کشور که ۱٪ کل اراضی کشور را دربر می گیرد، بقیه جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب میشوند(Kazemi arbat, 1999). بخاطر پیچیدگی خشکی، پاسخ های گیاهی به کمبود آب نیز بخاطر فاکتورهای غیرقابل پیش بینی محیطی و اثرات متقابل با سایر فاکتورهای زیستی و غیرزیستی پیچیده است (Nevo & Chen, 2010). معمولا برای مقابله با تنش خشکی گیاه از دو استراتژی اجتناب و تحمل استفاده می نماید که البته بستگی به ژنوتیپ دارد (Chaves, 2002). برخی تغییرات فیزیولوژیک گیاهان مقاوم به خشکی در طی بروز تنش خشکی نیز موجب ذخیره مواد تنظیم کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون های معدنی، هورمون ها و پروتئین ها می گردد (Reddy *et al*., 2004). خشکی سبب کاهش در اندازه برگ ها، وزن خشک اندام هوایی، شاخص سطح برگ، تعداد برگ چه، متوسط سطح برگ و فشار تورژسانس در بافت های گیاهی می شود (Hu *et al*., 2013). در طی تکامل گیاهان، قبل و هنگام با اهلی شدن، محدوده ای از استراتژی های سازگاری برای مقابله با محدودیت های موقت یا دائمی آب برای حفظ زنده مانی و توان تولیدمثلی آن ها توسعه یافته است که این استراتژی ها منجر به تغییرات مولکولی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سطح مولکولی و کل گیاه شده است (Turner *et al*., 2014). تنظیم اسمزی یکی از پاسخ های سازگاریافته فیزیولوژیکی است که سبب کاهش صدمات کمبود آب از طریق تجمع اسمولیت هایی از قبیل یون ها و قندهای محلول در واکوئل ها و پرولین در سیتوپلاسم می گردد (Farooq *et al*., 2014). در مقابل، گیاهانی که بتوانند فنوتیپ خود و نیز تقسیم بندی ماده خشک را در پاسخ به تنش خشکی تغییر دهند (Passioura *et al*., 2012)، از قبیل گیاهان کوتاه

تر، سطح برگ کوچک تر، زیست توده ریشه بزرگتر یا کاهش سطح برگ سبز، ممکن است که میزان صدمات را تحت تنش خشکی بتوانند کاهش دهند (Richards *et al*., 2010). توسعه کشت گیاهان مقاوم به خشکی مستلزم شناخت کافی از مکانیسم های فیزیولوژیکی و کنترل ژنتیکی صفات مرتبط در مراحل مختلف رشدی و نموی گیاهان است. (Farooq *et al*., 2009). عکس العمل گیاهان داروئی مختلف بخصوص کدوی تخمه کاغذی در برابر تنش خشکی در مطالعات پیشین بررسی و مشخص گردیده که تنش خشکی سبب کاهش در وزن دانه، میوه، عرض و قطر دانه می شود(Maleki khezerlu *et al*., 2015). در مطالعه دیگر، نعیمی و همکاران (Naeemi *et al*., 2012) گزارش نمودند که تنش خشکی تعداد و وزن دانه را در کدوی طبی کاهش می دهد. آقایی و احسان زاده (Aghai & Ehsanzade, 2011) با بررسی اثر تنش خشکی و سطوح مختلف نیتروژن بر روی کدوی تخمه کاغذی عنوان کردند که با افزایش میزان تنش خشکی عملکرد، اجزای عملکرد، سطح برگ، میزان کلروفیل a و b ، فتوسنتز خالص و هدایت زیرروزنه ای کاهش و در مقابل میزان پرولین و CO_2 زیر روزنه ای افزایش می یابد. گزارش شده است که تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع، سطح و حجم تاج پوشش، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و قندهای محلول وافزایش میزان پرولین، محتوی کلروفیل در گیاه مرزه می گردد (Sodaie Zadeh *et al*., 2016). همچنین مشخص شده است که غلظت قندهای محلول، محتوای پرولین، شاخص کلروفیل برگ و محتوای یون پتاسیم، در اثر تنش خشکی در گیاه لوبیا قرمز افزایش و محتوای نسبی آب کاهش یافت (Zadehbagheri *et al*., 2014). تنش خشکی همچنین موجب کاهش معنی دار در عملکرد، میزان پرولین، محتوای کلروفیل a و b، و نیز محتوای نسبی آب موجود در برگ گیاه آفتابگردان می شود(Mojaddam, 2015). از آنجایی که استفاده از صفات فیزیولوژیک بهترین روش برای تولید سریع واریته¬های جدید است، لذا هدف از این آزمایش بررسی پاسخ های فیزیولوژیکی گیاه کدوی تخمه کاغذی در برابر تنش خشکی بود. برای همین منظور چهار رقم از این گیاه در پنج رژیم آبیاری مختلف به مدت دوازده هفته مورد تیمار قرار گرفت و اثرات آن بر روی برخی صفات مورفوفیزیولوژیک از قبیل عملکرد دانه و میوه و اجزای آن ها، کلروفیل a،b و کارتنوئیدها، میزان تجمع پرولین در برگ ها، محتوای نسبی آب و غیره بررسی گردید.

با توجه به اینکه در حال حاضر تحقیقات گسترده ای بر روی گیاهان دارویی انجام شده و داروهای برخوردار از ماده مؤثره طبیعی افق های جدیدی را بر روی جامعه پزشکان و داروسازان گشوده است ولی هنوز در کشور ما به ابعاد مختلف فرآوری گیاهان دارویی و جایگاه آنها در فرایند کشاورزی پایدار به درستی پی برده نشده است. بطوری که در مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی کشور توجه به تحقیقات گیاهان دارویی بسیار اندک می باشد. از آنجا که گیاه کدوی تخمه کاغذی بومی ایران نبوده و از ورود آن به ایران بیش از چند دهه نمی

گذرد، بنابراین اطلاعات چندانی در مورد تنش خشکی در مناطق با خشکی ملایم از قبیل زنجان و تاثیر این تنش بر روی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آن وجود ندارد. لذا مطالعه حاضر می تواند یک گام مقدماتی برای بررسی های بیشتر در این گیاه بوده و نیز سبب افزایش کشت این محصول مهم اقتصادی و داروئی در این منطقه گردد.

مواد و روش ها

مواد گیاهی و اعمال تنش خشکی

این تحقیق در قالب آزمایش اسپیلت- اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان واقع در خیر آباد انجام پذیرفت. اثرات تنش خشکی در پنج سطح (S1 یا آبیاری کامل (شاهد)، S2 یا آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S3 یا آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، S4 یا آبیاری در ۲۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه و S5 بدون آبیاری) بعنوان پلات اصلی، چهار رقم کدوی تخمه کاغذی (V1 یا رقم بی‌نام از منطقه خوی، V2 یا رقم بی‌نام از منطقه اصفهان، V3 یا رقم بی‌نام منطقه زنجان و V4 یا رقم معروف استریاکا[1]) به عنوان پلات فرعی و دوازده هفته تنش خشکی بعنوان پلات فرعی- فرعی در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام آزمایش، کرت‌های اصلی با ابعاد ۱۲ متر در ۷ متر ایجاد شد که در هر کرت ۸ ردیف کشت (۲ ردیف برای هر رقم) با طول ۶ متر و فاصله ۱۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و بذر رقم‌ها با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر در روی ردیف‌ها، کشت شد. برای آبیاری گیاهان از نوارهای قطره‌ای (تیپ) با فاصله روزنه‌های ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر استفاده گشت که در کنار هر ردیف کشت، یک نوار آبیاری (به طول ۶ متر) قرار داده شد. در ابتدای آزمایش آبدهی هر روزنه (بر اساس روش اندازه‌گیری حجمی)، ۲/۴ لیتر در ساعت تعیین گردید. هم چنین میزان رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی (FC)، بر اساس نمونه خاک تهیه شده از مزرعه و منحنی رطوبتی خاک ترسیم شده در گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان تعیین گشت. مشخصات خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جهت تعیین زمان آبیاری هر تیمار تنش خشکی، رطوبت خاک کرت‌های هر تیمار با نمونه‌برداری در روزهای متوالی از خاک مزرعه و روش وزنی تعیین می‌شد. زمانی که کاهش رطوبت خاک به درصد مربوط می‌رسد، آبیاری تا رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی انجام می‌گرفت(فایل تکمیلی). بنابراین دور آبیاری در تیمارهای تنش خشکی متفاوت بود. در شاهد دور آبیاری به منظور حفظ تغییرات رطوبت خاک در محدوده ظرفیت زراعی، آبیاری با دور ۲ روز در طول دوره رشد انجام گرفت. در جدول ۲ تعداد آبیاری هر تیمار و هم چنین حجم آب داده را نشان می‌دهد. اعمال تیمار تنش خشکی از مرحله ۴-۷ برگی گیاهان آغاز گردید. به دلیل حجم بالای کار تنها چهار هفته طول دوره تنش خشکی (هفته اول، چهارم، هشتم و ودوازهم) مورد تجزیه قرار گرفتند.

1- Styriaca

جدول ۱ نتیجه تجزیه خاک محل اجرای آزمایش قبل از کاشت (عمق ۰- ۴۰ سانتی متر)

Table 1. Results of soil analysis at the experimental site prior to planting (0-40 cm depth)

بافت خاک	بر B	روی Zn	آهن Fe	منگنز Mn	مس Cu	پتاسیم K	فسفر P	کربن آلی (٪)	مواد خنثی شونده (٪) Neutralizing agents (%)	اسیدیته	هدایت الکترونیکی	اشباع (٪)
Soil texture	میلی گرم در کیلوگرم خاک mg/kg soil							O.C (%)		pH	EC (dS/m)	Saturation (%)
Loamy	0.81	1.03	4.9	10.6	1.72	445	16.9	0.59	3.4	7.73	2	36.3

جدول ۲ تعداد آبیاری و حجم آب داده شده به هر تیمار تنش خشکی

Table 2. Number and volume of irrigation application to each drought stress treatment

تیمار Treatment	۲۵٪ ظرفیت زراعی 25% FC	۵۰٪ ظرفیت زراعی 50% FC	۷۵٪ ظرفیت زراعی 75% FC	کنترل Control
تعداد آبیاری Number of irrigation	9	11	17	40
حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) Volume of irrigation ($m^3.ha^{-1}$)	28560.0	2566.6	2425.3	2666.7

صفات مورفوفیزیولوژیکی

میزان کلروفیل a، b و کارتنوئیدها با استفاده از روش آرنون (Arnon, 1949) انجام گرفت. بدین منظور، برگ های تازه به قطعات ۰/۵ سانتی متری بریده شده و به کمک استون ۸۰٪ استخراج گردیدند. محلول بدست آمده به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال دار با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیق سانتریفیوژ شده و سپس با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل JASCO-V530) در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ به ترتیب برای کلروفیل a،b و کاروتنوئید مورد قرائت قرار گرفته و سپس با جایگذاری در فرمول های زیر میزان آن بر حسب میلی گرم در گرم بافت مورد نظر یادداشت برداری شد.

Chlorophyll a = (19.3 * A663 - 0.86 * A645) V/100W

Chlorophyll b = (19.3 * A645 - 3.6 * A663) V/100W

Carotenoids = 100(A470) - 3.27(mg chl. a) - 104(mg chl. b)/227

که در آن:

A= جذب نور در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

V= حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

W= وزن تر نمونه بر حسب گرم

برای سنجش میزان پرولین از روش بیتز(Bates *et al.*, 1973) استفاده شد. بر این اساس، برگ های تازه گیاهی (۰/۵ – ۱ گرم) در ۱۰ میلی لیتر اسیدسولفوسالیسیلیک ۳٪ همگن سازی شد. ۲ میلی لیتر از محلول فیلتر شده با ۲ میلی لیتر اسید نین هیدرین و اسید استیک گلاسیال، ۴ میلی لیتر از تولوئن تیمار گردید.

سپس محلول بالایی جداسازی شده و سپس با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل (JASCO-V530) در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. سپس با رسم منحنی استانئدارد پرولین با استفاده از شاهد، میزان پرولین برگ ها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه گردید.

برای تعیین محتوای نسبی آب برگ (RWC)، از معادله ریتچه و نگوین (Ritchie & Nguyen, 1990) استفاده شد:

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW}$$

که در آن، FW= وزن تر، DW= وزن خشک و TW= وزن اشباع می باشد.

میزان پروتئین موجود در دانه گیاه تخمه کاغذی با استفاده از روش کجلدال Kjeldahl, (1883) وضریب ۶/۲۵ بر اساس میلی گرم بر گرم بافت تازه محاسبه گردید.

اندازه گیری میزان قندهای محلول بر اساس روش دوبیوس (Dubois *et al*., 1956) و با استفاده از فنل انجام پذیرفت. ۰/۱ گرم از وزن خشک برگ ها در اتانول همگن سازی شده و محلول بعد از فیلتر شدن بوسیله فنل ۵٪ و اسیدسولفوریک ۹۸٪ تیمار شده وبعد از ۱ ساعت با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل JASCO-V530) در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت گردید. بعد از رسم منحنی استاندارد با استفاده از گلوکز، میزان قندهای محلول براساس میلی گرم در گرم وزن تر بافت یادداشت برداری شد.

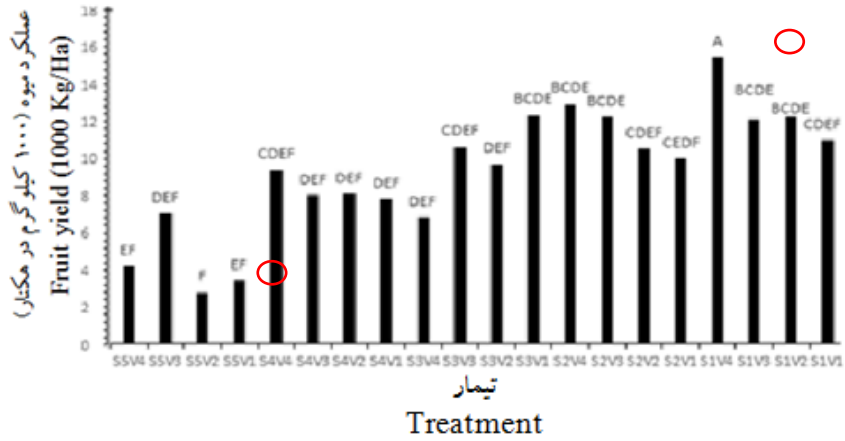
تجزیه داده ها

با توجه به این که میوه و دانه در انتهای فصل جمع آوری شده اند لذا برای تجزیه وتحلیل عملکرد میوه، دانه و میزان پروتئین دانه از روش اسپیلت پلات و برای بقیه صفات که در طول هفته های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته بودند، از روش اسپیلت پلات (هر دو در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی استفاده گردید. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 مورد تجزیه قرار گرفته و مقایسه میانگین در سطح احتمال P=0.05 به روش چند دامنه ای دانکن انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اثر تنش خشکی بر روی وزن میوه، وزن تر دانه، وزن خشک دانه، تعداد دانه در میوه و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵٪ و بر روی عملکرد دانه و میوه در هکتار در سطح احتمال ۱٪ از لحاظ آماری معنی دار است. اما بین ارقام مورد استفاده اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در بین صفات ذکر شده تنها در عملکرد میوه اثر متقابل بین تنش خشکی و واریته معنی دار شد (جدول۳). بیشترین میزان عملکرد دانه در هکتار در شرایط آبیاری کامل و در رقم استریاکا به ترتیب به میزان ۱/۲۰۳ و ۰/۸۲۵ تن در هکتار و کمترین آن در دیمکاری و رقم اصفهان به ترتیب با عملکرد ۰/۲۶ و ۰/۶ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین و پایین ترین عملکرد میوه به ترتیب در تیمار S1V4 (رقم استریاکا در آبیاری کامل) با ۱۵۴۳۰ کیلوگرم در هکتار و S5V2 (رقم اصفهان در شرایط دیم) با ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۱). ظرفیت بالا در تولید عملکرد می تواند به عنوان

یکی از معیارهای تحمل به تنش خشکی باشد. کاهش در عملکرد با افزایش تنش خشکی قابل پیش بینی بود اما تفاوتی بین واریته ها از نظر میزان عملکرد میوه در شرایط دیم وجود داشت چنانچه رقم منطقه زنجان با عملکرد ۷ تن در هکتار و به دنبال آن رقم استریاکا با ۴/۱۷۱ تن در هکتار بالاترین میزان عملکرد میوه در شرایط دیم را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی میزان عملکرد دانه، میوه و اجزای آن کاهش می یابد که این کاهش منطبق بر مطالعات صورت گرفته در کدوی تابستانه (*Cucurbita pepo*) توسط دیگر محققان می باشد (Aghai & Ehsanzade, 2011; Al-Omran *et al*., 2005; Fandika *et al*., 2011; Maleki khezerlu *et al.,* 2015). همچنین این افزایش تنش که با کاهش عملکرد همراه شده است با مطالعات صورت گرفته در گیاهانی مانند گندم نان و آفتابگران مطابقت دارد (Rajaie *et al.,* 2015; Mojaddam, 2015). کاهش عملکرد با القای تنش خشکی در بسیاری از گونه های گیاهی هم گزارش شده است که بستگی به زمان و مدت وقوع تنش خشکی دارد. برای تنش خشکی، شدت، مدت و زمان وقوع تنش، پاسخ های گیاهی بعد از رفع تنش و اثرات متقابل بین تنش و سایر فاکتورها بسیار مهم است (Plaut, 2003). تنش خشکی موجب کاهش میزان فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاهان شده و در ادامه نمو گیاه، وزن میوه و وزن هزاردانه کاهش می یابد (Agayi &Ehsanzadeh, 2011). محدودیت فرایند فتوسنتزی و استفاده از ذخایر کربوهیدراتی اندام های رویشی طی وقوع تنش، تخصیص مواد پرورده را به دانه کاهش می دهد و در نتیجه عملکرد را کاهش می دهد (Blum, 2005). همچنین مشخص شده است که تعداد دانه در میوه با کاهش دسترسی به آب در کدوی تخمه کاغذی به علت کاهش تولید آسیمیلات ها توسط گیاه در شرایط خشکی کاهش پیدا می کند (Al-Omran *et al*., 2015). کمبود مواد قابل انتقال در تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی می تواند باعث سقط جنین شده که در نهایت سبب کاهش تعداد دانه در میوه و عملکرد خواهد شد (Zhu, 2002). دلیل کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی می تواند با افزایش در فرآیند فتوسنتز نیز در ارتباط باشد. از آنجا که کربوهیدرات¬ها و نیتروژن ذخیره شده در طول دوره گلدهی تعیین کننده میزان دانه¬بندی است، بنابراین کمبود نیتروژن وزن دانه را از طریق کاهش فتوآسیمیلات¬ها کاهش خواهد داد (Eftekharinasab *et al*., 2011).



شکل ۱ مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم بر عملکرد میوه کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

Fig 1. Mean comparison for the interaction effects between irrigation levels and cultivars on fruit yield of pumpkin

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مختلف در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

Within a column, mean values followed by different letters are statistically different based on Duncan's range test at P = 0.05.

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 نام منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم استریاکا.

S1= control, S2=irrigation at 75% FC, S3=irrigation at 50% FC, S4= irrigation at 25% FC and S5= rainfed condition. V1= anonymous cultivar from Khoy, V2= anonymous cultivar from Isfahan V3= anonymous cultivar from Zanjan and V4= Styriaca cuiltivar.

وضعیت محتوی نسبی آب (RWC) در دوره تنش خشکی

محتوی نسبی آب یکی از مهم ترین فاکتورهای فیزیولوژیکی حساس به تنش خشکی است که همبستگی خوبی هم با تحمل به تنش خشکی دارد. محتوای نسبی آب یکی از چندین روش اندازه¬گیری وضعیت آبی بافت است، که رابطه نزدیکی با پتانسیل آبی برگ دارد و به عنوان شاخص مهم در تنش خشکی در برگ ها گزارش شده است که می تواند توانایی گیاه را برای در امان بودن از شدت تنش تحت تأثیر قرار دهد و در نتیجه بر عملکرد و پایداری آن مؤثر باشد (Merah, 2001). نتایج نشان داد که همه ارقام دارای RWC بالایی در ابتدای مطالعه و آبیاری کامل داشتند اما تنش خشکی و مدت زمان آن تاثیر منفی بر روی RWC دارند. نتایج مشخص کرد که اثر متقابل بین تنش خشکی، رقم و مدت تنش معنی دار است (جدول ۵). لذا تیمار S1V2WK1 (رقم اصفهان در هفته اول شروع آزمایش در شرایط کنترل) بالاترین میزان RWC را در بین ۸۰ تیمار مورد استفاده برای این آزمایش نشان داد. چهار هفته بعد از اجرای تنش، کاهش RWC آغاز شد. تجزیه داده ها نشان داد که محتوای نسبی آب با افزایش مدت زمان وقوع تنش خشکی تا هفته دوازدهم کاهش داشته بطوری که کمترین میزان RWC را در تیمار S5V4WK12 (رقم استریاکا در هفته پایانی و دوازدهم طرح در شرایط دیم) نشان داد (جدول تکمیلی). سوره و همکاران (Sure *et al.*, 2011) گزارش دادند که طی کاهش RWC همزمان با تنش خشک در کدوی تخمه کاغذی، فتوسنتز نیز کاهش یافته و لذا رشد و

جدول ۳ آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح آبیاری و رقم بر عملکرد دانه، میوه و اجزای آن در کدوی تخمه کاغذی

Table 3. Analysis of variance for the effects of irrigation levels and cultivars on grain, fruit yield and its component traits in pumpkin

میانگین مربعات

Mean squares

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد میوه	عملکرد دانه	تعداد دانه در میوه	وزن هزار دانه	وزن خشک دانه	وزن تر دانه	وزن میوه	درصد پروتئین دانه
S.O.V	df	Fruit yield	Grain yield	Grain number per fruit	1000-grain weight	Grain dry weight	Grain fresh weight	Fruit weight	Seed protein (%)
تکرار Block	2	18120827 ^{ns}	0.968 **	1659.842 ^{ns}	376.25 ^{ns}	66.08 ^{ns}	3889.39 ^{ns}	4.303*	0.25 ^{ns}
تنش Stress	4	622705746 **	1.487 **	112159.991 *	2115.20 *	400.47 *	16625.74 *	1.31*	1.175 **
خطا Error	8	149875462	0.091	3879.48	438.21	87.26	4012.874	0.18	0.12
رقم Cultivar	3	18389368 ^{ns}	0.15 ^{ns}	460.07 ^{ns}	544.44 ^{ns}	8.989 ^{ns}	5109.06 ^{ns}	0.30 ^{ns}	0.66 *
تنش × رقم Stress×cultivar	12	44498280 **	0.12 ^{ns}	2620.8 ^{ns}	380.308 ^{ns}	54.04 ^{ns}	9003.106 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.44 **
خطای کل Total error	38	16317808	0.134	5327.73	566.60	107.79	7194.79	29.39	0.149
ضریب تغییرات(درصد) CV%		13.87	19.24	23.18	35.12	40.81	32.34	35.48	14.19

ns: غیر معنی‌دار، ** و * معنی‌دار از لحاظ آماریی در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ns: non-significant, ** and * significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول۴ مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر عملکرد دانه، میوه و اجزای آن در کدوی تخمه کاغذی

Table 4. Mean comparison for the effects of irrigation levels on grain, fruit yield and its component traits in pumpkin

تیمار Treatment	عملکرد میوه (kg/ha) Fruit yield (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha) Grain yield (kg/ha)	تعداد دانه در میوه Grain number per fruit	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	وزن خشک دانه (گرم) Dry grain weight (g)	وزن تر دانه (گرم) Grain fresh weight (g)	وزن میوه (کیلوگرم) Fruit weight (kg)	درصد پروتئین دانه Seed protein (%)
شاهد Control	15430 a	1.203 a	165.73 a	158.33 a	25.354 a	137.12 a	1.58 a	1.02 a
۷۵٪ ظرفیت زراعی 75% FC	14833 b	0.8662 ab	151.75 a	155.417 ab	23.615 a	91.41 ab	1.45 ab	1.50 ab
۵۰٪ ظرفیت زراعی 50% FC	11263 b	0.8277 ab	149.35 a	142.50 abc	21.922 a	76.40 ab	1.43 ab	2.37 c
۲۵٪ ظرفیت زراعی 25% FC	6847 c	0.575 bc	141.85 ab	137.91 c	19.665 a	76.40 ab	1.026 ab	2.98 cd
دیم Rainfed	2758 d	0.2602 c	83.66 b	125.83 c	10.607 b	33.46 b	0.79 b	3.44 d

داده‌ها از میانگین سه تکرار گرفته شده‌اند. در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مختلف در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

Data represent mean values of three replicates. Within a column, mean values followed by different letters are statistically different based on Duncan's range test at P = 0.05.

عملکرد را کاهش می دهد. در گندم و برنج نیز گیاهان در معرض تنش خشکی دارای محتوی نسبی آب پایین تری نسبت به گیاهان شاهد بودند. در معرض تنش خشکی قرار دادن این گیاهان سبب کاهش پتانسیل آب گیاه، محتوی نسبی آب و میزان تعرق همراه با افزایش دمای برگ خواهد شد (Siddique *et al.*, 2001). نتایج این تحقیق مطابق با یافته های مطالعات صورت گرفته در گیاه بادرنجبویه (Abbaszadeh *et al*., 2008) و گیاه آویشن (Tatrai *et al*., 2016) است. مطالعات مختلف بر روی ژنوتیپ های نخودفرنگی نشان داد که ژنوتیپ هایی که در شرایط تنش محتوای آب نسبی بالا و سطح برگ بالایی داشتند، از عملکرد دانه بیشتری نیز برخوردار بودند (Nadiu & Naraly, 2001). RWC بالا در طی تنش خشکی، برای حفظ فعالیت های متابولیکی اصلی در گیاهان زراعی بسیار مهم بوده و یکی از شناخته شده ترین مکانیسم ها برای تحمل به خشکی می باشد (Slabbert & Kruger, 2014). نبود آماس بخاطر کمبود آب در دسترس برای فرایند انبساط سلولی سبب کاهش میزان محتوای نسبی آب و متعاقبا مهار رشد و نمو گیاه می شود (Tatrai *et al*., 2016). بلوخینا و همکاران (Blokhina *et al*., 2003) با بررسی میکروسکوپی سلول های پسابیده گیاه، وجود غشای سلولی تکه تکه شده را نشان دادند که تراوایی آن ها در شرایط تنش خشکی افزایش می یابد. ولی اشاره کردند که غلظت محلول های مناسب که بتواند غشا را حفاظت نماید کافی نبوده و در نتیجه گیاه قادر به تنظیم اسمزی نمی باشد. لذا می توان از محتوای نسبی آب نیز بعنوان یک نشان گر قابل اعتماد برای گزینش ارقام متحمل به خشکی باشد (Abdalla & El-Khoshiban, 2007).

تغییرات محتوای کلروفیل در پاسخ به تنش کمبود آب

طبق جدول ۵، تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی، تنوع در ارقام، مدت زمان تنش در هفته های مختلف و اثرات متقابل این فاکتورها اثرات معنی داری بر روی میزان کلروفیل a، b و کارتنوئیدها در کدوی تخمه کاغذی دارند. مقایسات میانگین (جدول تکمیلی) نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل a در تیمار 1 (رقم بی نام خوی در در شرایط کنترل در هفته اول آزمایش) و پایین ترین آن در رقم اصفهان در هفته هشتم آزمایش در شرایط دیم مشاهده گردید. با افزایش تنش خشکی و مدت زمان آن، مقدار کلروفیل b و کارتنوئید کاهش یافت. بطوری که بالاترین میزان کلروفیل b و کارتنوئید به ترتیب در تیمار S1V4WK1 (رقم استریاکا در هفته اول در شرایط شاهد) و S1V2WK1 (رقم منطقه اصفهان در هفته اول تنش در شرایط شاهد) و پایین ترین آن به ترتیب در تیمار S5V3WK12 (رقم منطقه زنجان در شرایط دیم در هفته دوازدهم) و S5V4WK12 (رقم استریاکا در شرایط دیم در هفته دوازدهم) مشاهده گردید. نتایج حاصل منطبق بر مطالعات صورت گرفته در گیاه بادرنجبویه (Abbaszadeh *et al*., 2008)، در گیاه آنسیون (Heidari *et al*., 2014) و در گیاه آویشن (Tatrai *et al.*,2016) است. کاهش فتوسنتز طی وقوع خشکی یکی از انواع مکانیسم های دفاعی

جدول۵ .آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح آبیاری و رقم بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی کدوی تخمه کاغذی

Table 5. Analysis of variance for the effects of irrigation levels and cultivars on some physiological characteristics of pumpkin

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نسبی آب	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئیدها	پرولین	قندهای محلول
S.O.V	df	RWC	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoids	Proline	Soluble sugar
تکرار Block	2	73.74	1.997	0.181	0.09	0.88	2.835
تنش Stress	4	27399.93 **	1.604 *	0.073 *	0.031 **	3.22 *	24.724 **
خطا Error	8	85.39	1.524	0.103	0.051	0.657	0.079
رقم Cultivar	3	94.07 ns	0.280 **	0.043	0.08 **	1.716 ns	0.817 **
تنش × رقم Stress×cultivar	12	72.77 **	0.306**	0.048 *	0.084 **	2.954 **	1.003
خطا Error	30	50.32	0.541 **	0.018	0.015	0.789	0.107
هفته Weeks	3	8468.23 **	148.06 **	4.05 **	5.074 **	30.25 **	60.459 **
هفته × تنش Stress×week	12	499.95 **	0.962 *	0.142 **	0.121 **	2.94 **	23.686 **
رقم × هفته Cultivar ×week	9	31.42 **	0.193 *	0.07	0.094 **	4.26 **	0.832 *
تنش×رقم×هفته Stress×cultivar×week	36	18.29 **	0.507*	0.093 **	0.146 **	2.93 **	1.244 **
خطای کل Total error	120	31.422	0.523	0.051	0.018	0.789	0.368
ضریب تغییرات(درصد) CV%		12.60	2.14	4.33	8.23	28.7	32.36

ns: غیر معنی‌دار، ** و * به ترتیب معنی دار در سطح آماری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ns: non-significant, ** and * significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

گیاهان است (Chegah *et al*., 2013). جلوگیری از رشد همراه با بسته شدن روزنه¬ها جزء اولین پاسخ های گیاهان به خشکی است. مکانیزم فتوسنتزی در کلروپلاستها عمدتاً پیچیده است و در طی مراحل اولیه خشکی محدودیت عمده در فتوسنتز ناشی از بسته شدن روزنه¬ها می باشد. به طور کلی فرض بر این است که تنش خشکی به علت تأثیر در بسته شدن روزنه ها و در نتیجه کاهش دسترسی به CO_2 در مزوفیل (بجای اثر مستقیم روی میزان فتوسنتز ظاهری) باعث کاهش فتوسنتز گیاه می شود. به طور واضح بسته شدن روزنه ها یکی از پاسخ های اولیه به خشکی خاک است و کاهش موازی در فتوسنتز و هدایت روزنه ای تحت تنش خشکی به دفعات گزارش شده است (Chaves, 2002).کمبود فعالیت در سیستم فتوسنتزی سبب کاهش سطوح کلروفیل می گردد. لذا تنش خشکی سبب می شود که سطح کلروفیل کاسته

شده و غشای کلروپلاست تخریب شده و در نهایت سبب کاهش غلظت های رنگدانه های فتوسنتزی گردد (Haung, 2001). یکی دیگر از دلایل کاهش میزان کلروفیل این است که تنش خشکی تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) از قبیل O_2^- و H_2O_2 را افزایش داده که این امر منجر به پراکسیداسیون لیپیدها و در نهایت تخریب کلروفیل می شود (Tatrai *et al*., 2016).

میزان تجمع پرولین در برگ ها در پاسخ به میزان تنش خشکی

گیاهان در تنش های محیطی از قبیل خشکی، شوری، گرما و غیره با ذخیره مواد تنظیم کننده اسمزی با این تنش ها مقابله می کنند. مواد تنظیم کننده فشار اسمزی بیشتر شامل اسیدهای آمینه، قندها و برخی یونهای معدنی، هورمون ها و پروتئین ها هستند . پرولین یکی از اسید آمینه های فعال در پدیده تنظیم اسمزی می باشد که در ایجاد و حفظ فشار اسمزی درون گیاه نقش به سزایی دارد (Boon Jung & Fukai, 1996). نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین حاصل از این بررسی نتایج در جداول ۴ و تکمیلی آورده شده است. تفاوت بین واریته ها یا اثر متقابل بین واریته، تیمار خشکی و دوره تنش بوضوح مشخص بود. بالاترین و کمترین میزان تجمع پرولین به ترتیب در تیمارهای S5V4WK12 (رقم استریاکا در هفته دوازدهم در شرایط دیم) و S1V1WK1 (رقم منطقه خوی در شرایط کنترل در هفته اول) مشاهده شد. یعنی با افزایش میزان و مدت زمان تنش خشکی تجمع پرولین، که بعنوان یکی از اسیدهای امینه دخیل در تحمل به تنش خشکی و بعنوان شاخص تحمل به این تنش شناخته می شود، نیز افزایش می یابد که نشان دهنده مقاومت این گیاه در شرایط استرس می باشد. نتایج حاصل از این بررسی مطابق با مطالعات صورت گرفته در مورد ارقام نخود(Alexieva *et al*., 2001) ، در گل گاوزبان اروپایی (Zahed chekovary & Gasemov 2015) و در گیاه بادرنجبویه (Abbaszadeh *et al*., 2008) است. گرچه پرولین در همه اندامهای گیاه کامل در طی تنش خشکی تجمع می یابد ولی سریع ترین انباشت را در برگ-ها دارد. نقش و اهمیت تجمع قندها به این دلیل است که تجمع این مواد سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و نگهداری آماس می شوند (Heidari *et al*., 2014). در طی مرحله رشدی، تنش خشکی محتوای پرولین را تا ده برابر افزایش می دهد که این افزایش نقش سازگاری اسمتیک و تنظیم پتانسیل اسمزی را بازی می کند که به اجتناب از تنش خشکی در گیاهان منتهی می گردد (Verbruggen & Hermans, 2008).

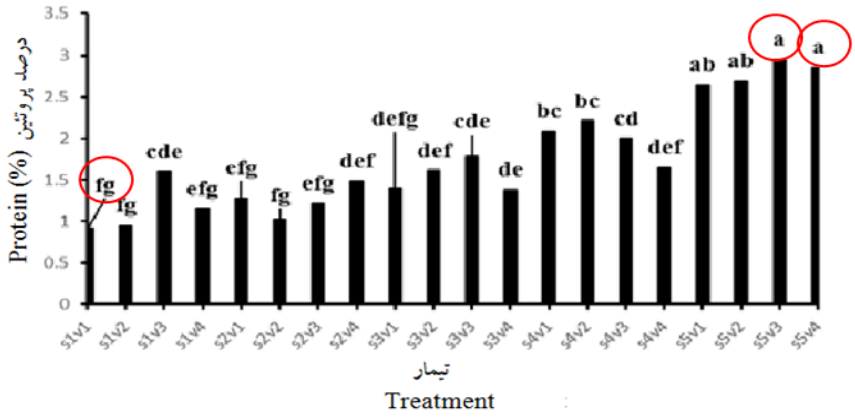
درصد پروتئین دانه

درصد پروتئین دانه در همه ارقام در معرض تنش خشکی بطور معنی دار افزایش یافت. اثرات متقابل بین واریته و تیمار خشکی از لحاظ آماری معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد که حداکثر و حداقل درصد پروتئین دانه به ترتیب در شرایط دیم در رقم منطقه زنجان و رقم منطقه خوی در شرایط کنترل بدست آمد (شکل ۲)، که با نتایج حاصل از در گل گاوزبان اروپایی (Zahed chekovary & Gasemov, 2015) مشابه است.

افزایش میزان پروتئین را می توان به حضور و فعالیت مواد آنتی اکسیدانی در گیاه نسبت داد (Zahed chekovary & Gasemov, 2015). البته نتایج این تحقیق با برخی از مطالعات صورت گرفته تناقض هم داشت. مطالعات بر روی میزان پروتئین در موقعیت تنش خشکی نشان داده بود که در ارقام مختلف نخود هم در مرحله گلدهی و هم مرحله رویشی، پروتئین محلول به شدت در گیاه کاهش می یابد (Mafakheri *et al*., 2011). به عنوان یک پیشنهاد از سوی پژوهشگران، تجزیه پروتئین در شرایط تنش می تواند نتیجه افزایش فعالیت های پروتئاز یا سایر آنزیم های کاتابولیک باشد که تحت تنش خشکی فعال می شوند یا تجزیه پروتئین ها ناشی از اثرات سمّی گونه های اکسیژن فعال حاصل از کاهش میزان پروتئین باشد (Davies, 1987). کاهش در میزان پروتئین می تواند نشانه معمولی از تنش خشکی باشد که به فراوانی در گیاهان تحت تنش دیده می شود (Moran *et al*., 1994).

میزان قندهای محلول

مطابق جدول۵ سطوح مختلف تنش خشکی، رقم و مدت زمان در معرض بودن تنش از لحاظ آماری اثرات معنی داری را بر روی میزان قندهای محلول در گیاه کدوی تخمه کاغذی داشتند. مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین و پایین ترین میزان قندهای محلول در رقم استریاکا و در هفته پایانی آزمایش در شرایط دیم (S5V4WK12) و شاهد (S1V4WK12)



شکل۲ مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم بر روی درصد پروتئین دانه کدوی تخمه کاغذی

Fig 2. Mean comparison for the interaction effects between irrigation levels and cultivars on seed protein (%) of pumpkin

در هر ستون میانگین‌هایی با حروف مختلف در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

Within a column, mean values followed by different letters are statistically different based on Duncan's range test at P = 0.05.

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 نام منطقه اصفهان، V3 = رقم منطقه زنجان،V4 = رقم استریاکا.

S1= control, S2=irrigation at 75% FC, S3=irrigation at 50% FC, S4= irrigation at 25% FC and S5= rainfed condition. V1= anonymous cultivar from Khoy, V2= anonymous cultivar from Isfahan V3= anonymous cultivar from Zanjan and V4= Styriaca cuiltivar.

به دست آمد. که مطابق با یافته های چگاه و همکاران (Chegah *et al*., 2013) در مورد گیاه فرانکینیا است. در نخود بالاترین میزان قندها در بالاترین سطح تنش خشکی بدست آمد (Mafakheri *et al*., 2011). در گیاه بادرنجبویه تنش ملایم ابتدا باعث افزایش میزان پرولین شد اما با افزایش میزان تنش مقدار قندهای محلول به شدت کاهش یافت که علت این امر می تواند به دلیل مصرف قندها در سنتز متابولیتهایی چون پرولین در اندام هوایی باشد (Abbaszadeh *et al*., 2008). افزایش قندهای محلول در طی تنش می تواند به خاطر توقف رشد یا سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیرفتوسنتزی باشد و تخریب قندهای غیرمحلول نیز می تواند به علت افزایش قندهای محلول باشد (Ghorbanali, 2003). گزارش کردند که تغییر در میزان کربوهیدرات بستگی به شدت و مدت زمان اعمال تنش خشکی و نوع گونه نیز دارد (Praxedes *et al*., 2016).

نتیجه گیری کلی

در این بررسی اثرات تنش خشکی و اثرات آن بر روند پارامترهای رشد، صفات فیزیولوژیکی و میزان عملکرد دانه و میوه کدوی تخمه کاغذی در شرایط اقلیمی زنجان مورد مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق، اغلب صفات مورد بررسی در حالت کنترل و شاهد دارای وضعیت بهتری بودند. با افزایش میزان و مدت تنش خشکی کاهش معنی دار در صفات زراعی و به خصوص عملکرد مشاهده شد.

بعنوان نتیجه گیری کلی می توان اظهار داشت که تنش خشکی اثرات منفی بر روی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد دانه، میوه و سایر صفات فیزیولوژیکی در کدوی تخمه کاغذی داشت. بنابراین این گیاه، مقاومت چندانی نسبت به شرایط کم آبی نداشته و به سرعت عملکرد آن کاهش می یابد. در اکثر صفات مورد ارزیابی در این بررسی، از نظر آماری بین شرایط شاهد با آبیاری در ۷۵٪ ظرفیت زراعی مزرعه اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. لذا می¬توان با افزایش دورهای آبیاری ضمن صرفه¬جویی در مصرف آب کشاورزی به عملکرد قابل قبول نیز دست یافت. همچنین در اکثر صفات، ارقام بکار گرفته شده در این آزمایش، از نظر آماری تفاوت های معنی داری را با هم نشان ندادند. لذا می توان گفت که شاید ارقام موجود دارای منشا ژنتیکی یکسان باشند. با اینحال، نتایج مشخص کرد که که در اکثر صفات از قبیل عملکرد میوه، محتوای نسبی آب و غیره رقم بی نام جمع آوری شده از منطقه اصفهان در شرایط کنترل وضعیت بهتری را در بین بقیه ارقام نشان داد. شاید بتوان عنوان کرد که با افزایش میزان و مدت تنش خشکی، بخاطر حفظ شرایط فتوسنتزی و کاهش کمتر در فاکتورهای فتوسنتزی، میزان کاهش در این واریته در اغلب صفات کمتر از سایر واریته هاست. تنش خشکی هیچ گونه تاثیر معنی داری بر روی ارقام نشان نداد، لذا رقم بی نام منطقه اصفهان بعنوان رقم برتر در این آزمایش شناخته شده و می تواند بعنوان یک رقم متحمل به شرایط آب و هوایی زنجان معرفی گردد.

References

Abbaszadeh, B., Sharifi ashourabadi E., Lebaschi M.H., Naderi hajibagher Kandy, M. and Moghadami, F. 2008. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,* 23(4): 504-513. (in Persian with summary English).

Abdalla, M., and El-Khoshiban, N. 2007. The influence of water stress on growth relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two Triticium aestivum cultivars. *Journal of Applied Sciences Research, 3*: 2062–2074.

Aghai, A.H., and Ehsanzade, P. 2011. Effects of irrigation regime and nitrogen on yield and some physiological parameters in medicinal pumpkin. *Journal of Iranian horticulture science,* 42(3): 291-299. (In Persian)

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., and Karanov, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell & Environment,* 24: 1337–1344.

Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatah, A.M., and Al-Harbi, A.R. 2005. Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural water management,* 73(1):43-55.

Andres, T.C. 2003. Cucurbitaceae and home of the cucurbit network. http://www.cucurbit.org/ index. Html.

Arnon, D.I. 1994. Copper enzymes in lsolated chloroplasts, polyphenol oxidas in Beta vulgaris. *Plant Physiology,* 24: 1-15.

Bates, L.S., Waldren, R.O., and Treare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil,* 39: 205-207.

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K. V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany,* 91: 179–194.

Blum, A., 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potentional-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive. *Australian Journal Agricultural Research,* 56: 1159- 1168.

Boon Jung, H. and, Fukai, S., 1996. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice of an International workshop at Tata, Hungary, 23- 26 August.

Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., and Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrative view from breeding to genomics. *Field Crop. Research, 105*: 1–14.

Chaves, M . 2002. water stress in the regulation of photosynthesis in the field. *Annals of Botany,* 89: 907- 916.

Chegah, S., Chehrazi, M., and Albaji, M. 2013. Effects of drought stress on growth and development Frankenia plant (*Frankenia Leavis*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 19: 659-665.

Davies, K.J.A. 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. *The Journal of Biological Chemistry,* 262:9895–9901.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry,* 28:350-356.

Earl, H., and Davis, R.F. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize, *Agronomy Journal,* 95: 688–696.

Eftekharinasab N, Khoramivafa M, Sayyadian K and Najaphy A, 2011. Nitrogen fertilizer effect on grain yield, oil and protein content of pumpkinseed (Cucurbita pepo L. var. styriaca) intercropped with lentil and chickpea. *International Journal of Agricultural Science,* 1: 283-289.

Fandika, I.R., Kemp, P.D., Millner, J.P., and Horne, D.J. 2011. Yield and water use efficiency in buttercup squash (*Cucurbita maxima* Duchesne) and heritage pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn). *Australian Journal of Crop Science,* 5:742-747.

Farooq, M., Mubshar, H. and Siddique, K.H.M. 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Science,* 33: 331–349. doi:10.1080/07352689.2014.875291

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development,* 29:185–212.

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.

Ghorbanali, M., and Niakan, M. 2005. Examination of effect of drought stress on the amounts of soluble sugars, protein, Proline, phenol compounds and the activity of nitrate reductase enzyme in the soybean plant, Variety Gorgan 3. *Journal of Sciences*, Tarbiat Moaalem University, 5: 537-549.

Haung, B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidantion in the adaptation two-season grasses to localized drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 45:105-114.

Heidari, N., Pouryousef, M. and Tavakoli, A. 2014. Effects of drought stress on photosynthesis, its parameters and relative water content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian biology journal*, 27(5): 829-839. (in Persian with summary English).

Hu, Y. Y., Zhang, Y. L., Yi, X. P., Zhan, D. X., Luo, H. H., Chow, W. S. and Zhang, W. F. 2013. The relative contribution of non-foliar organs of cotton to yield and related physiological characteristics under water deficit. *Journal of Integrative Agriculture*, 3119 (13): 60568-7.

Kazemi arbat, H. 1999. Special agronomy, First issue: cereal. Universities extension center. Tehran. Iran. (in Persian)

Kjeldahl, J. 1883.«Neue Methodezur Bestimmung des Stickstoffs in organischen

Körpern" (New method for the determination of nitrogen in organic substances), *Zeitschriftfüranalytische Chemie*, 22: 366-383.

Lazos, E.S. 1986. Nutritional, Fatty Acid, and Oil Characteristics of Pumpkin and Melon Seeds. *Journal of Food Science,* 51: 1382–1383.

Loy, J.B. 2004. Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita spp.*). *Critical Reviews in Plant Sciences,* 23: 337–363.

Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, A., Struik, P.C., and Sohrabi, Y. 2011. Effect of drought stress and subsequent recovery on protein, carbohydrate contents, catalase and peroxidase activities in three chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (10): 1255-1260.

Maleki Khezerlu, S., Tahmasebi Sarvestani, Z., and Modarres Sanavi, S.A.M. 2015. Assessment of quantitative and qualitative traits in the pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under water deficit stress induction and nitrogen fertilizer. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,* 31: 853-863.

Merah, O . 2001. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. J*ournal* of *Agricultural Science –Cambridge*, 137: 139-145.

Mojaddam, M. 2015. Drought stress effect on physiological and yield of sunflower at different levels of nitrogen. *Crop production*, 121- 136. (in Persian).

Moran, J.F., Becana, M., Iturbe-Ormaetxe, I., Frechilla, S., Klucas, R.V., and Aparicio-Tejo, P. 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. *Planta*, 194: 346–352.

Nadiu, T. and Naraly, A., 2001. Screening of drought tolerance in greengram (*Vina radiata* L. Wilczeek) genotypes under receding soil moisture. *Indian journal of plant physiology*, 6(2): 197-201.

Naeemi, M., Akbari, Gh.A., Shirani rad, A.H., Hassanloo, T., and Akbari, Gh.A. 2012. Effect of zeolite application and selenium spraying on water relations traits and antioxidant enzymes in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Crops Improvement*, 14:67-81.

Nevo, E. and Chen, G.X. 2010. Drought and salt tolerances in wild relatives for wheat and barley improvement. *Plant, Cell & Environment*, 33:670–685. doi:10.1111/j.1365-3040.2009.02107.x

Passioura, J.B. 2012. Phenotyping for drought tolerance in grain crops: when is it useful to breeders? *Functional Plant Biology*, 39: 851–859. doi:10.1071/FP12079.

Plaut, Z. 2003. Plant exposure to water stress during specific growth stages. In B. A. Stewart and T. A. Howell (Eds). Encyclopedia of Water Science. Taylor & Francis, New York. 673– 675.

Praxedes, S.C., DaMatta, F.M., Loureiro, M.E.G., Ferrao, M.A., and Cordeiro, A.T.

2006. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature obusta coffee (*Coffea canephora Pierre* var. kouillou) leaves. *Environment and Experiment Botany*, 56: 263–273.

Rajaie, M., Tahmasebi, S., Bidadi, M .J., Zare, K. and Sarfarazi, Sh. 2015. The effect of terminal drought stress on yield and yield components of wheat genotypes. *Cereal Research*, 5(4): 341-352. (in Persian with summary English).

Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161: 1189-1202.

Richards. R.A., Rebetzke, G.J., Watt, M., Condon, A.T., Spielmeyer, W. and Dolferus, R. 2010. Breeding for improved water productivity in temperate cereals: phenotyping, quantitative trait loci, markers and the selection environment. *Functional Plant Biology*, 37, 85–97. doi:10.1071/FP09219.

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

SAS Institute. 1999. SAS/Stat User's Guide, Version 8.0. SAS Institute, Cary, NC.

Siddique, M.R.B., Hamid, A., and Islam, M.S. 2001. Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin- Academia Sinica*, 41: 35–39.

Slabbert, M., and Krüger, G. 2014. Antioxidant enzyme activity, proline accumulation, leaf area and cell membrane stability in water stressed Amaranthus leaves. *South African Journal of Botany*. 95: 123–128.

Sodaie Zadeh, H., Shamsayi, M., Tajamolian, M., Meyboodi, A. M., Hakim Zadeh. M. A. 2016. Investigation of drought stress effects on some morphological and physiological traits in *Satureja hortensis*. *Journal of Plant Process and Function*, 5 (15): 1-12.(In Persian).

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

Tatrai, Z.A, Sanoubar, S., Pluhár, Z., Mancarella, S., Orsini, F. and Gianquinto, G. 2016. Morphological and Physiological Plant Responses to Drought Stress in *Thymus citriodorus.* International Journal of Agronomy,2016: 1-8. http://dx.doi.org/ 10.1155 /2016/4165750

Turner, N.C., Blum, A., Cakir, M., Steduto, P., Tuberosa, R. and Young, N. 2014. Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought – are we making progress? *Functional Plant Biology*, 41: 1199–1206. doi:10.1071/FP14057.

Verbruggen, N., and Hermans, C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids*, 35: 753 759.

Zadeh Bagheri, M., Javanmardi, Sh., Alozadeh, O. and Kamelmanesh, M.M. 2014. Effects of drought on grain yield and some physiological characteristics of red bean genotypes. *Plant ecophysiology*, 6 (18): 1-11. (in Persian with summary

English).

Zahed chekovary, S. and Gasemov, N. 2015. Study of some Microelements, proline and protein of *Brago officilalis* L. under drought stress. *Crop Biotechnology*, 11:65-75.

Zhu JK, 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Reviews Plant Biology*, 53: 247-316.