

بررسی رشد، عملکرد، کارایی مصرف آب و میزان تبخیر تعرق برخی توده‌های هندوانه در شرایط تنش خشکی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

فروزنده سلطانی^{۱*}، معین شجری^۲ و حمیده نوری^۱

۱ و ۲. استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۹)

چکیده

این آزمایش به منظور ارزیابی مقاومت به تنش خشکی توده‌های هندوانه شریف‌آباد، اصفهان، ابوجهل و رقم کریمسون سوییت انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های خرد شده دارای چهار رژیم آبیاری که ۱۰۰ درصد به عنوان شاهد، ۷۵ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد آب قابل دسترس (Available water = AW) به عنوان شرایط تنش تقسیم‌بندی شدند، اجرا شد. بیشترین طول شاخساره و شمار گل‌های ماده در سطوح ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد آب قابل دسترس بود و کمترین آن در ۲۵ درصد آب قابل دسترس مشاهده شد. بیشترین کارایی مصرف آب برای هندوانه کریمسون سوییت با مقدار ۳۴/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب در سطح ۷۵ درصد AW بود. بیشترین عملکرد برحسب تن در هکتار در هندوانه شریف‌آباد در تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین مقدار در رقم کریمسون سوییت در سطح ۲۵ درصد AW بدون میوه بود. با شدید شدن سطح تنش توده شریف‌آباد و رقم کریمسون سوییت مقدار محتوای کل فنلی بیشتری نسبت به دیگر نمونه‌ها داشتند. در کل با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که توده شریف‌آباد نسبت به دیگر هندوانه‌های خوراکی مقاومت بهتری دارد. در رابطه با میزان تبخیر تعرق و KC (ضریب گیاهی) هندوانه کریمسون سوییت بیشترین و هندوانه ابوجهل کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. استفاده از توده‌های محلی و متحمل هندوانه در برنامه‌های اصلاحی و مدیریت بهینه آبیاری می‌تواند به کشاورزان در رویارویی با کمبود آب کمک کند.

واژه‌های کلیدی: آب قابل دسترس، تبخیر و تعرق، توده، ضریب گیاهی.

Evaluation of growth, yield, and water use efficiency and evaporation transpiration of some watermelon accessions at drought stress conditions under different irrigation regimes

Forouzandeh Soltani^{1*}, Moein Shajari² and Hamide Noory¹

1, 2. Assistant Professor and M.Sc. Student, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, 31587, Karaj, Iran

(Received: Jun. 3, 2016 - Accepted: Feb. 27, 2017)

ABSTRACT

This experiment was conducted in order to evaluate resistance to drought stress of watermelon accessions, Isfahan, Sharif-Abad, Crimson sweat and Colocynth as index plant. Experiment performed in Randomized Completely Block Design as split plot with four irrigation regimes (100% as control, 75%, 50% and 25% of available water). Results showed that the longest shoot and high number of female flower was at 100% and 75% AW while the lowest level was observed at 25% AW. The highest water use efficiency obtained from Crimson sweat with 34/16 Kg/m³ at 75% AW. The maximum fruit yield (ton/hectare) was for Sharif-Abad in control treatment and minimum amount for crimson sweat at 25% AW without any fruit. Sharif-Abad and crimson sweat had highest contents of total phenolic compound with increasing stress level in comparison with other samples. As a whole, based on results, Sharif-Abad accession was more tolerant accession in stress conditions. In respect to Evaporation Transpiration and KC, crimson sweat allocated maximum and colocynth minimum amount. The use of local and tolerant watermelon in breeding program and irrigation management could help in overcoming water shortage.

Keywords: Accession, available water, ET, KC.

* Corresponding author E-mail: soltanyf@ut.ac.ir

مقدمه

گیاهان اغلب در معرض تنش‌های مختلف محیطی مانند خشکی، دمای پایین، شوری، غرقابی و غیره در طبیعت قرار می‌گیرند و این تنش‌ها مهم‌ترین عامل‌هایی هستند که باعث محدودیت رشد و تولید گیاهان می‌شوند و بیشتر فعالیت‌های گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Hernandez, 2008). تنش خشکی مهم‌ترین عامل در کاهش عملکرد اغلب محصولات است که به‌طور گسترده‌ای در بیشتر کشورها که محدودیت منابع آبی دارند مشاهده می‌شود (Jones & Corlett, 1992).

هندوانه (*Citrullus lanathus*) یکی از مهم‌ترین محصولات خانواده کدوئیان (*Cucurbitaceae*) است که جزء سبزی‌های پرمصرف در جهان به‌ویژه در کشورمان به‌شمار می‌آید و بنا بر آمار سازمان خواربار کشاورزی (فائو)^۱ در سال ۲۰۱۳ ایران دومین کشور تولیدکننده این محصول نزدیک به ۳/۵ میلیون تن و جزو دهمین محصول صادراتی کشور بوده که ارزش آوری قابل توجهی را به دنبال داشته است (FAO, 2013). در ایران کشاورزان می‌توانند این گیاه را به‌صورت کشت اصلی از اواسط اردیبهشت تا اواسط مرداد و یا بسته به منطقه به‌صورت کشت دوم از اواسط مرداد تا اواسط مهر کشت کنند، اگرچه در مناطقی از جنوب کشور در بهمن ماه نیز کشت آن انجام می‌شود. روش اصلی آبیاری در بیشتر مناطق کشور به‌صورت جوی و پشته است، اگرچه در بعضی از مناطق از روش آبیاری قطره‌ای نیز استفاده می‌شود. ایران در منطقه‌ای از جهان واقع است که در بیشتر نقاط آن تنش خشکی می‌تواند چه به‌صورت ملایم و چه به‌صورت شدید رخ دهد، تنش خشکی می‌تواند بر صفات کیفی و کمی محصولات کشاورزی اثرگذار باشد (Keyvan, 2010).

به‌طورمعمول عملکرد گیاهان با رشد گیاه رابطه مثبت دارد و اگر مقدار آب قابل دسترس به میزان کافی نباشد، در پی مقدار عملکرد کاهش می‌یابد. به‌طورکلی، این مسئله پذیرفته شده است که مقدار آبیاری روی عملکرد و همچنین صفات دیگر مانند

رشد رویشی، سطح برگ، صفات کمی و کیفی میوه اثرگذار است که با وجود تنش این مقادیر تغییر می‌کند (Doonrenbos & Kassam, 1971). مقدار بهینه مصرف آب را می‌توان با توجه به نیاز گیاه در منطقه توسعه ریشه برآورد کرد. این مقدار آب آبیاری به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت ویژه‌ای دارد.

مقاومت و تحمل به تنش خشکی در بسیاری از گیاهان دیده شده، ولی این ویژگی از گونه‌ای به گونه‌ای دیگر و حتی در درون گونه‌ها از رقمی به رقم دیگر نیز متفاوت است. گیاهان مقاوم به تنش خشکی می‌توانند مواد آلی تعدیل‌کننده فشار اسمزی درون‌یاخته‌ای مانند پرولین، سیتروپولین، گلابسین، بتائین و غیره در خود انباشته کنند. افزون بر این، مقدار محتوای فنلی کل نیز در برخی محصولات بالا می‌رود که این مواد گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه را شامل شده و می‌توانند در رویارویی با تنش در اثر افزایش مواد پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) نقش داشته باشند (Waterman & Mole, 1994). در تحقیقی در کنیا تأثیر رژیم آبیاری بر هندوانه چارلستون‌گری (Charleston grey) در تیمار آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر که به‌عنوان تنش کم‌آبی تعریف شده بود میزان عملکرد نسبت به شاهد کاهش یافت (Wakindi & Kiramba, 2011). Miller *et al.* (2011) با تیمارهای ۱۵درصد و ۵۰درصد آب تخلیه‌شده از محیط، روی هندوانه [*C.lanathus (thumb.) msum*] در خاک لومی شنی میانگین وزن میوه در تیمار ۱۵درصد، ۵/۵ تا ۶ کیلوگرم و تیمار ۵۰درصد را ۵/۶ تا ۷ کیلوگرم گزارش کردند که نشان می‌دهد، اندازه و وزن میوه کاهش یافته است.

بشر با انجام تحقیقات زیاد روی انواع گیاهان، برخی اثرگذاری‌های خشکی را روی گیاهان شناخته و به دنبال انواع سازوکارهای تحمل در گیاهان بوده تا شاید بتواند با شناخت آن‌ها و چگونگی اثرگذاری‌شان، گامی در جهت بهینه‌سازی عملکرد گیاهان زراعی و باغی در شرایط تنش بردارد، اما به دلیل تنوع راهکارها، بسیاری از آن‌ها هنوز ناشناخته مانده‌اند. نیاز آبی برای یک‌فصل زراعی به نوع گیاه، شرایط اقلیمی،

1. Food & Agriculture Organization (F.A.O)

کم‌آبی در نظر گرفته شدند و کرت فرعی شامل توده‌های مختلف هندوانه بود. نمونه‌های گیاهی شامل یک رقم تجاری هندوانه *Crimson sweet* و توده شریف‌آباد، اصفهان و ابوجهل بود. بذرها در شرایط گلخانه در سینی‌های نشاء کشت‌شده و پس از انتقال به مزرعه در هفته اول خردادماه و مستقر شدن تیمارهای کم‌آبی اعمال شدند. فاصله بوته روی ردیف ۱ متر و فواصل ردیف‌ها از هم ۲ متر در نظر گرفته شد همچنین طول خطوط ۳۰ متر و اندازه هر کرت ۱۰ متر بود. تغذیه بوته‌ها با استفاده از کود شیمیایی کامل مایع در دو نوبت پس از استقرار نشاء به فاصله یک هفته در میان به صورت محلول‌پاشی انجام شد. برای اندازه‌گیری تبخیر تعرق گیاهان در سطح شاهد و سطوح مختلف تنش خشکی از روش بیلان آب در خاک استفاده شد. روش بیلان آب در خاک یکی از روش‌های بسیار دقیق برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاهان است. در این روش مؤلفه‌های آب ورودی و مؤلفه‌های آب خروجی به یک حجم کنترل‌شده خاک (لایسیمتر) اندازه‌گیری می‌شود. معادله بیلان آب در خاک در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$I + P = ET_c + DP + \Delta\theta Dr_z$$

در رابطه بالا: I: آبیاری P: بارندگی ET_c : تبخیر تعرق گیاه DP: آب خارج‌شده از منطقه توسعه ریشه $\Delta\theta$: تغییرات رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه در بازه زمانی مورد بررسی Dr_z : عمق منطقه توسعه ریشه است. با استفاده از لایسیمتر و اندازه‌گیری مؤلفه‌های I، P و DP و $\Delta\theta$ مؤلفه مجهول ET_c اندازه‌گیری می‌شود. با تعبیه زهکش خروجی در کف لایسیمترها قابلیت اندازه‌گیری DP برقرار شد. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک و محاسبه تغییرات آن در حفاصل دو آبیاری ($\Delta\theta$) از دستگاه تئاپروب (Teta probe) ساخت شرکت فیلد اسکات آمریکا) استفاده شد. این دستگاه مقدار درصد رطوبت حجمی خاک را اندازه‌گیری می‌کند.

برای اعمال تیمارهای تنش کم‌آبی بایستی نوع بافت خاک مزرعه و در نتیجه آن، میزان آب قابل دسترس (Available water)، رطوبت ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) زمین موردنظر با انجام آزمایش‌های خاک‌شناسی مشخص می‌شد. به

مرحله رشد و نوع برداشت محصول به شکل تازه یا خشک بستگی دارد (FAO, 2013). نیاز آبی هندوانه از دیگر محصول‌های خانواده کدوئیان بیشتر است زیرا حجم عمده میوه را نیز آب تشکیل می‌دهد. مهم‌ترین مسئله در رویارویی با شرایط کم‌آبی به‌ویژه برای محصولاتی که نیاز آبی بیشتری دارند، مدیریت بهینه کاشت و سامانه آبیاری است زیرا منطقه و کشوری نمی‌توان به‌طور کامل از تولید برخی محصولات صرف‌نظر کرد (FAO, 2013).

راه‌حلی که امروزه توجه بسیاری را به خود جلب کرده است، استفاده از توده‌های بومی و محلی در برنامه‌های اصلاحی است. مقدمه این برنامه‌های اصلاحی، گردآوری توده‌های بومی مورد کشت در کشور و شناسایی ویژگی‌ها و ارزیابی آنها است. دانستن اینکه آیا این توده‌های بومی مقاومت بیشتری در شرایط تنش خشکی نسبت به رقم‌های تجاری دارند می‌تواند راه‌گشای برنامه‌های اصلاحی آینده باشد. با توجه به ظرفیت (پتانسیل) ژنتیکی مناسبی از هندوانه‌های مختلف و سازگار به شرایط کشت دیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بررسی پاسخ آنان به تنش خشکی در شرایط یکسان ضروری به نظر می‌رسد، در نتیجه برخی از این توده‌ها در شرایط تنش کم آبیاری قرار خواهند گرفت تا پاسخ رشدی، عملکردی و برخی ویژگی‌های دیگر مانند کارایی مصرف آب، میزان تبخیر و تعرق و ضریب گیاهی آنها با هم مقایسه و ارزیابی شوند و بتوان انتخاب مناسبی برای برنامه‌های آبی داشت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ در مؤسسه آموزش عالی امام خمینی واقع در محمدشهر کرج (عرض جغرافیایی $35/48^\circ$ ، طول جغرافیایی $50/57^\circ$ و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۰ متر) انجام شد. طرح آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری که ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌عنوان شاهد و ۷۵ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد آب قابل دسترس به‌عنوان تنش

صفات مورد ارزیابی

در طول فصل رشد، صفات مختلفی مانند شمار گل‌های ماده چه در شرایط شاهد و سطوح تنش یادداشت‌برداری شد. با نزدیک شدن به انتهای فصل رشد و برداشت میوه‌ها، طول شاخساره اصلی و همچنین شمار شاخه‌های فرعی شمارش شد. همچنین صفات دیگری مانند عملکرد تک بوته و کارایی مصرف آب نیز اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری کارایی مصرف آب با داده‌های مربوط به عملکرد و مقدار آب مصرفی با استفاده از رابطه زیر به دست آمد.

= کارایی مصرف آب (WUE)

میزان آب مصرفی / مقدار عملکرد

همچنین صفات فیزیولوژیکی مانند سبزینه (کلروفیل) a و b و کاروتنوئید برگ و محتوای فنل کل برگ و ریشه اندازه‌گیری شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان سبزینه a، b و کاروتنوئیدها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد (Lichtenthaler & Bushmann, 2001).

$$\text{Chl a} = [(11.23 \times A663) - (2.04 \times A645)]$$

$$\text{Chl b} = [(20.13 \times A645) - (4.19 \times A663)]$$

$$\text{Carotenoides} =$$

$$[1000 (A470) - 1.90 (A663) - 63.14 (A645)] / 214$$

اندازه‌گیری ترکیب‌های فنلی با روش‌هایی که از Folin-Ciocalteu به‌عنوان معرف و اسید گالیک به‌عنوان استاندارد صورت می‌گیرد انجام شد. محتوای فنلی به‌وسیله طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) با استفاده از روش فولین سیو کالتو اندازه‌گیری شد (Chun *et al.*, 2003). جذب نمونه‌ها نیز با طیف‌سنج نوری طول‌موج ۷۲۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. این روش برای همه محلول‌های استاندارد اسید گالیک و رسم منحنی واسنجی (کالیبراسیون) استاندارد به‌کاربرده شد (Rohman *et al.*, 2010). در رابطه با اندازه‌گیری محتوای فنلی ریشه‌ها نیز از همین روش استفاده شد.

همین منظور، نمونه‌های خاک موردنظر مزرعه را گردآوری کرده و در آزمایشگاه خاکشناسی گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران آزمایش شد. با توجه به مقدار درصد رس، شن و سیلت و با استفاده از مثلث بافت خاک، نوع خاک موردنظر در محدوده لومی رسی (clay loam) قرار گرفت که خاک به‌نسبت سنگینی است. مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی نیز به‌طور میانگین ۳۳ درصد و نقطه پژمردگی دائم ۹ درصد به دست آمد (جدول ۱).

پس از محاسبه میزان ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی و مشخص شدن میزان آب قابل دسترس از طریق تفاضل عدد رطوبتی این دو نقطه، تیمارها بر پایه ۱۰۰ درصد میزان آب قابل دسترس به‌عنوان شاهد، ۷۵ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد این دامنه رطوبتی اعمال شدند. در بررسی انجام‌شده دوره آبیاری اندازه‌گیری‌شده در سطح شاهد و سطوح تنش دیگر از زمان تشکیل میوه‌ها تا آخر دوره رشدی گیاه بود (که حدود ۶۰ روز به طول انجامید و منظور از آبیاری اندازه‌گیری‌شده در طول دوره رشدی همین مدت‌زمان است). همچنین تا پیش از اعمال تنش همه گیاهان هر تیمار به یک‌میزان آبیاری شدند. برای به دست آوردن ضریب تعرق (KC) گیاهان از فرمول ET_c/ET_0 (تبخیر تعرق تیمار شاهد) استفاده شد. در این فرمول لازم بود اطلاعات مربوط به ET_c و ET_0 را محاسبه شود. همان‌طور که پیشتر گفته شد ET_c گیاه چگونه محاسبه شده است ولی برای به دست آوردن ET_0 باید اطلاعات هواشناسی را از نزدیک‌ترین اداره هواشناسی منطقه به دست آورد، آنگاه با استفاده از نرم‌افزار Crop wat تجزیه و تحلیل کرد. برای استفاده از این نرم‌افزار باید داده‌های مربوط به ماه و سال موردنظر (به میلادی) مانند داده‌های دما بیشینه، دما کمینه، سرعت باد و رطوبت آن روز به نرم‌افزار داده و ET_0 روزهای موردنظر را به دست آورد.

جدول ۱. نتایج آزمایش خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر

Table 1. Soil analysis results of 0 to 30 cm depth

Number of sample	Depth of digging (cm)	% Clay	% Silt	% Sand	Soil texture	Field Capacity
1	0-30	35.87	35.41	28.70	Clay loam	32.47
2	0-30	37.17	34.15	28.66	Clay loam	34.31
3	0-30	39.95	32.88	27.35	Clay loam	32.01

بیشترین شمار شاخه‌های جانبی در هندوانه ابوجهل و در تیمار شاهد و تیمار ۷۵ درصد AW، به ترتیب به‌طور میانگین ۲۲/۶۶ و ۲۲ بودند. این گیاه اگرچه از نظر رشد نسبت به دیگر هندوانه‌های دیگر رشد کمتری داشت ولی در شمار شاخه‌های جانبی در شرایط مطلوب نزدیک به ۲ برابر دیگر توده‌ها شاخه جانبی تولید کرد (شکل ۱). توده اصفهان و رقم کریمسون سویت در پایین‌ترین سطح تنش (۲۵٪ AW) کمترین شمار شاخه‌های جانبی را داشتند (شکل ۱).

تنش خشکی باعث کاهش طول ساقه در بسیاری از گیاهان می‌شود. از تحقیقات انجام شده که می‌توان نام برد، به کاهش رشد طول ساقه در درخت سیب (Anju et al., 1994)، انگور (Iris et al., 1989)، هندوانه (Kusvuran et al., 2008)، خربزه (Karipcin et al., 2008)، جعفری (Petropoulos et al., 2008) اشاره کرد. در تنش خشکی میزان آب گیاه و آب یاخته‌ای کاهش یافته است و این کاهش باعث آماس یاخته‌ها می‌شود و در نتیجه کاهش رشد و توسعه گیاه را موجب می‌شود (Sunchez et al., 1998).

برای افزایش تقسیم یاخته‌ای و بزرگ شدن یاخته‌ها باید فشار دیواره یاخته‌ای به حد خاصی برسد که می‌توان این فشار را با افزایش مقدار آب یاخته تأمین کرد (Refaie, 2003). پس کاهش رشد طولی گیاه با کاهش رشد یاخته‌ها و پیری برگ مرتبط است.

داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش‌های این تحقیق بر پایه طرح آماری مورد استفاده، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS Inst ver 9.2, 2009) تجزیه و تحلیل قرار شدند و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

با توجه به جدول ۲ اثر متقابل تنش و نوع توده روی اغلب صفات معنی‌دار بود ولی روی صفات طول شاخساره، محتوای فنلی کل ریشه، سبزینه a و b و کارتنوئید معنی‌دار نبوده است. در بررسی اثر ساده تنش خشکی تنها بر صفات سبزینه a و b و کارتنوئید بی‌اثر بوده و نوع توده بر کارتنوئید تأثیر معنی‌داری نداشته است.

اندازه طول شاخساره اصلی و شمار شاخه‌های جانبی طول شاخساره گیاهان با افزایش سطح تنش به شدت کاهش پیدا کرد، به‌گونه‌ای که در هندوانه اصفهان، در شدیدترین سطح تنش اعمال شده (۲۵٪ AW) طول شاخساره اصلی حدود ۱/۸۵ برابر و در هندوانه کریمسون سویت دو برابر کاهش پیدا کرد (جدول ۳). بیشترین طول شاخساره با میانگین ۲/۵ متر در هندوانه شریف‌آباد در سطح شاهد بود و کمترین آن در هندوانه ابوجهل و به طول ۰/۵ متر در سطح آبیاری ۲۵ درصد آب قابل دسترس مشاهده شد.

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و توده بر صفات مورد ارزیابی

Table 2. Analysis of variances of effects of drought stress and accessions on evaluated traits

S.O.V	df	Mean of Squares									
		Length of main shoot	Lateral shoots number	Female flowers number	yield	Water use efficiency	Total phenol concentration of leaf	Total phenol concentration of root	Chlorophyll A concentration	Chlorophyll B concentration	Carotenoid
Repeat	2	0.03 ^{ns}	18.06 ^{ns}	4.77 ^{ns}	52.27 ^{ns}	14.54 ^{ns}	556.26 ^{ns}	10.77 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.0002 ^{ns}
Stress	3	3.53 ^{**}	86.80 ^{**}	414.36 ^{**}	5898.02 ^{**}	747.15 ^{**}	10292.63 ^{**}	374. ^{**}	0.17 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.001 ^{ns}
Error (a)	6	0.04	3.53	21.13	42.53	14.19	123.41	13.44	0.05	0.009	0.0006
Accession	3	3.62 ^{**}	119.25 ^{**}	913.25 ^{**}	1110.68 ^{**}	341.31 ^{**}	30987.44 ^{**}	109.10 ^{**}	0.34 ^{**}	0.07 [*]	0.0008 ^{ns}
Stress × accession	9	0.04 ^{ns}	22.63 ^{**}	41.60 ^{**}	431.97 ^{**}	147.00 ^{**}	436.72 ^{**}	10.61 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.0003 ^{ns}
Error (b)	24	0.09	4.41	3.93	38.94	10.15	113.22	5.08	0.04	0.01	0.0006
CV (%)		15.08	16.64	13.25	21.91	19.88	6.00	8.39	17.80	17.1	14.51

***, **, * ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود اختلاف معنی‌دار.

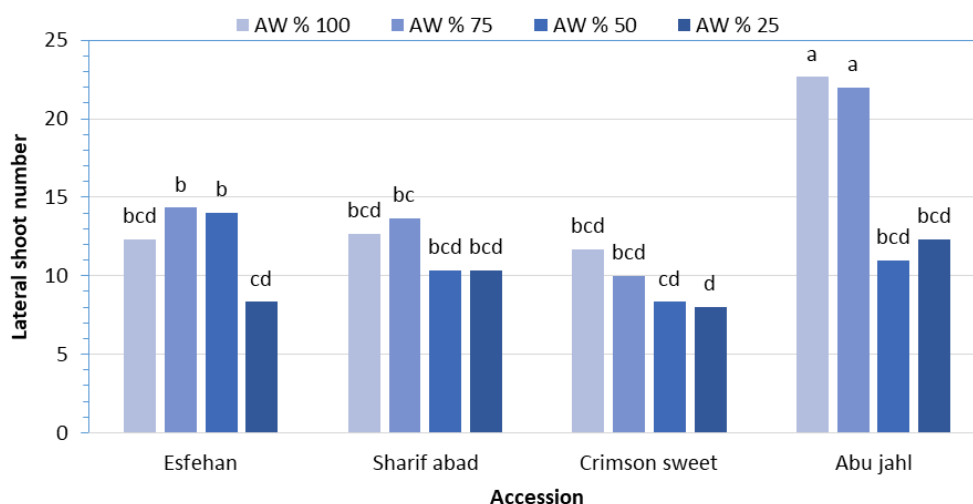
***, **, *, ns: Significant differences at 1 and 5% at probability levels., and non-significantly differences, respectively.

شمار گل‌های ماده

گیاهانی که شدیدترین سطح تنش به آن‌ها اعمال شد، کمترین شمار گل‌های ماده را تولید کردند که در همه توده‌ها پاسخ همسانی مشاهده شد. همچنین در سطح شاهد (۱۰۰ درصد آب قابل دسترس) و در سطح ۷۵ درصد آب قابل دسترس بیشترین شمار گل‌های ماده مشاهده شد.

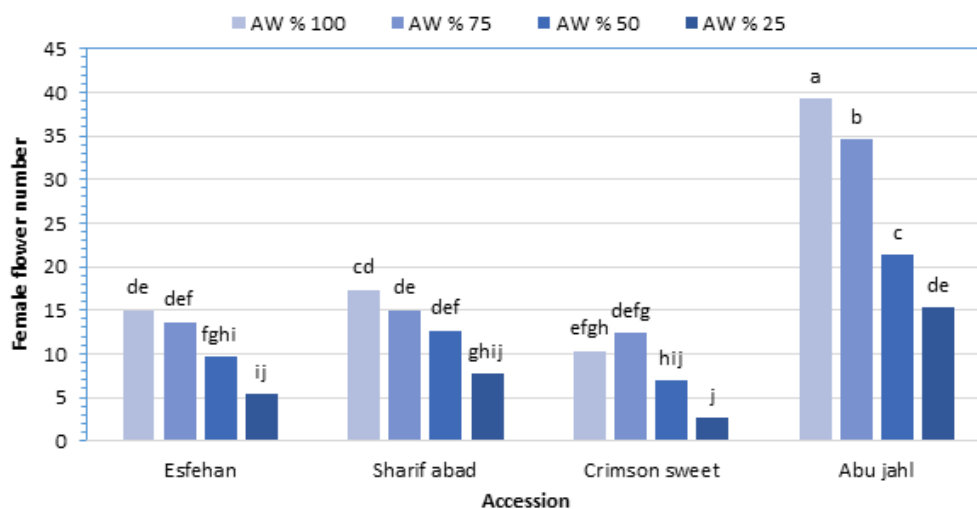
هندوانه ابوجهل با توجه به ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) خاص خود، بیشترین شمار گل ماده را به خود اختصاص داد، به طوری که در

سطح شاهد نسبت به گیاهان دیگر بیشترین گل ماده را تولید کرد و شمار آن‌ها به طور میانگین ۳۹/۹۹ عدد رسید و همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در آخرین سطح تنش خشکی اعمال شده شمار گل‌های ماده آن بیشتر از دیگر گیاهان حتی در سطح شاهد بود. در هندوانه کریمسون سوییت در آخرین سطح تنش (آب قابل دسترس ۲۵ درصد) به طور میانگین به شمار ۲/۶۶ گل ماده ظاهر شد که نسبت به سطح شاهد ۷۴/۲۵ درصد کاهش در شمار گل ماده به دست آمد.



شکل ۱. اثر متقابل تنش خشکی و توده‌های هندوانه بر شمار شاخه‌های جانبی

Figure 1. The interaction between drought stress and watermelon accessions on lateral shoots number



شکل ۲. اثر متقابل بین تنش خشکی و توده‌های هندوانه بر شمار گل‌های ماده

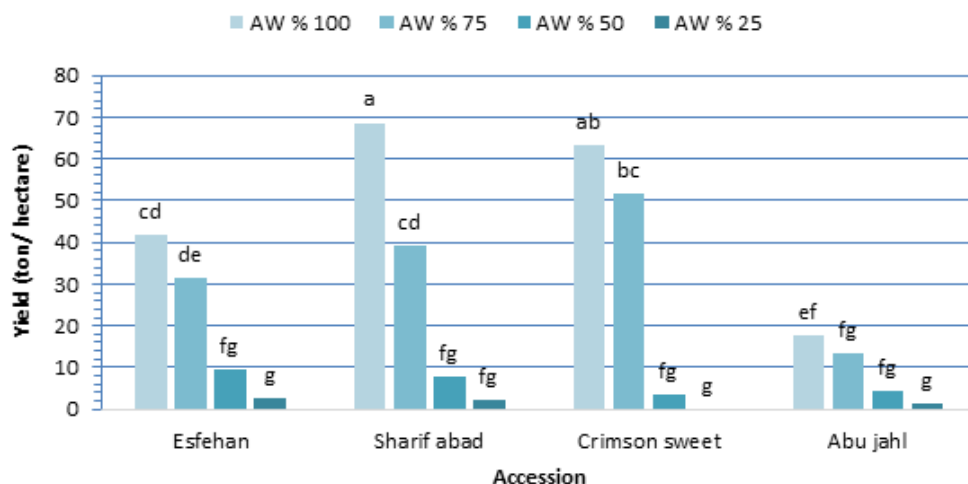
Figure 2. The interaction of drought stress and watermelon accessions on female flowers number

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توده‌های هندوانه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی

Table 3. Mean comparison of studied traits under effect of different drought stress

Level of drought stress	Accessions	Length of main shoot (m)	Total phenol concentration [GAE] (mg.g ⁻¹ FW)	Chlorophyll A concentration (mg.g ⁻¹ FW)	Chlorophyll B concentration (mg.g ⁻¹ FW)
AW % 100	Esfehan	2.72ab	20.58g	1.11abc	0.41ab
	Sharif abad	3.04a	27.42cdef	1.38ab	0.61ab
	Crimson sweet	2.84ab	20.93g	1.09abc	0.43ab
	Abujahl	1.84cde	17.38g	1.17abc	0.44ab
AW % 75	Esfehan	2.4ab	21.96fg	1.30abc	0.40ab
	Sharif abad	2.72ab	28.04cde	1.55a	0.72a
	Crimson sweet	2.3abc	23.20efg	1.09abc	0.57ab
	Abujahl	1.30ef	22.04fg	1.42ab	0.49ab
AW % 50	Esfehan	2.21bcd	26.89def	0.97bc	0.36b
	Sharif abad	2.30abc	31.68bcd	1.19abc	0.55ab
	Crimson sweet	1.78cde	29.47cd	0.93bc	0.46ab
	Abujahl	1.12ef	23.07efg	1.41ab	0.55ab
AW % 25	Esfehan	1.47de	31.38bcd	0.84c	0.39ab
	Sharif abad	1.88cde	37.55a	1.16abc	0.45ab
	Crimson sweet	1.37ef	33.02abc	0.92bc	0.42ab
	Abujahl	0.58f	35.28ab	1.31abc	0.45ab

* Within each column, means followed by the same letter indicates no significant difference between treatments by Duncan's multiple range test at P≤0.01.



شکل ۳. اثر متقابل بین تنش خشکی و توده‌های هندوانه بر عملکرد

Figure 3. The interaction between drought stress and watermelon accessions on yield (ton/hectare)

۳۲۵ درصد، توده شریف‌آباد ۳۰۰ درصد و توده اصفهان ۱۷۵ درصد با کاهش عملکرد روبه‌رو شدند. همچنین در شدیدترین سطح تنش رقم کریمسون سوییت با توجه به تولید نشدن میوه عملکردی را نداشت. بیشترین میزان عملکرد سطح تنش ۵۰ درصد آب قابل دسترس مربوط به توده اصفهان بود (شکل ۳). در آزمایشی روی هندوانه کریمسون سوییت با افزایش تنش خشکی تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، ۴۲ درصد کاهش عملکرد در هندوانه مشاهده کردند و همچنین شمار میوه‌ها نیز ۲۹ درصد کاهش یافتند (Ibara *et al.*, 2003). در آزمایشی دیگر (Mousavi *et al.*, 2001; Hardman *et al.*, 1999) مشاهده شد که

عملکرد برحسب تن بر هکتار

بیشترین عملکرد برحسب هکتار در هندوانه شریف‌آباد با تولید ۶۸/۵۸ تن در تیمار شاهد مشاهده شد. پس از آن رقم کریمسون سوییت با تولید ۶۳/۱۶ تن در هکتار در رده دوم قرار گرفت. در ۷۵ درصد AW هندوانه کریمسون سوییت بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. البته با تولید ۵۱/۵۵ تن در هکتار که ۱۵ درصد کاهش در عملکرد نسبت به شاهد داشت. در ۵۰ درصد آب قابل دسترس کاهش چشم‌گیری در وزن میوه‌های رقم کریمسون سوییت مشاهده شد. این کاهش عملکرد به شدت محسوس بود. در این سطح از تنش رقم کریمسون سوییت ۸۵ درصد، توده ابوجهل

تازۀ برگ در برگ‌های خود تولید کردند (شکل ۴). کمترین مقدار محتوای فنل کل برگ در هندوانۀ ابوجهل بود به مقدار ۷۵/۸۲ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم برگ در سطح شاهد بود. حتی در شدیدترین سطح تنش هم مقدار فنل برگ آن کمتر از دیگر نمونه‌ها در سطح شاهد بود.

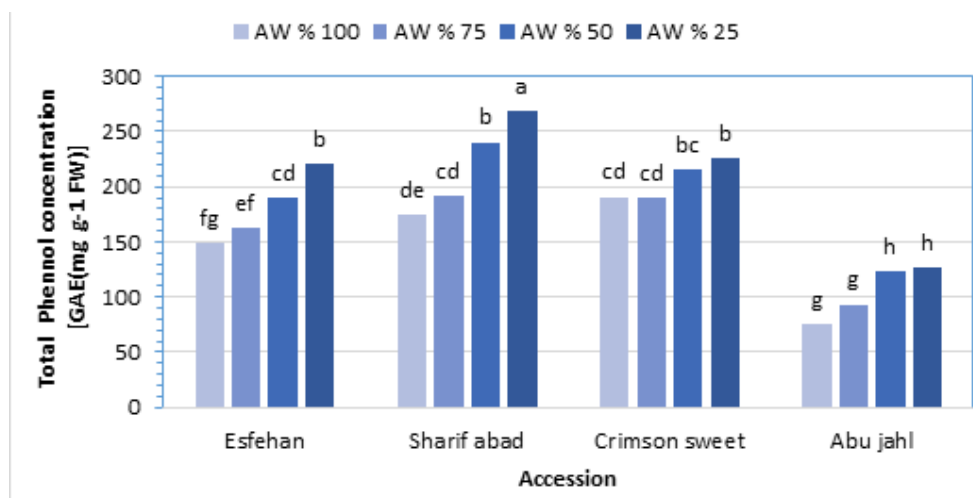
میزان فنل ریشه در این بررسی با افزایش تنش خشکی افزایش معنی‌داری پیدا کرد. در این آزمایش یکی از نکات قابل توجه افزایش سطح فنل ریشه ابوجهل بود که با کاهش مقدار آب تا ۲۵ درصد آب قابل دسترس فنل آن ۳۵/۲۸ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم ریشه بود که یکی از مقادیر بالا را به خود اختصاص داده بود و در حدود ۲ برابر نسبت به سطح شاهد افزایش یافته بود. کمترین مقدار نیز در هندوانۀ ابوجهل در سطح ۱۰۰ درصد آب قابل دسترس به میزان ۱۷/۳۸ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن تازه بود. با توجه به جدول ۳ در هندوانۀ شریف‌آباد مقدار فنل برگ در مقایسه با دیگر توده‌ها در سطح شاهد و ۷۵ درصد AW مقدار بالاتری داشت و در مقدار فنل ریشه در مقایسه با دیگر توده‌ها در همه سطوح مقدار بالاتری داشت. در کل مقدار فنل برگ نسبت به فنل ریشه نیز مقدار بالاتری داشت. میزان فنل در برگ گیاه سوپا در شرایط تنش ۱/۵ برابر شد. این در حالی است که تغییر چشم‌گیری در میزان فنل ریشه مشاهده نشد (Ghorbanli & Niakan, 2005).

رشد گیاه هندوانه به‌طور قطعی بر عملکرد تأثیر دارد و این رشد متأثر از مقدار آب و مواد کانی است که در مناطق نیمه‌خشک و خشک، آب نقش پررنگ‌تری را ایفا می‌کند بود.

بسیاری از محققان (Sernivas *et al.*, 1989; Erta *et al.*, 2003) روش‌های مختلف تنش کم‌آبی بر هندوانه اعمال و متوجه شدند که آب تأثیر به‌سزایی در کیفیت میوه دارد. در صورت مطلوب بودن شرایط آب و هوایی و مدیریت به‌ویژه و در دسترس بودن منابع آبی مشاهده‌شده که هندوانه به‌عنوان محصول جایگزین در کشت دوم می‌تواند عملکردی بین ۵۰ تا ۸۰ تن در هکتار داشته باشد (Sernivas *et al.*, 1989; Simsek *et al.*, 2004).

مقدار ترکیب‌های فنل کل برگ و ریشه

به همان میزان که سطح تنش افزایش می‌یافت، همه توده‌ها تمایل به تولید بیشتر محتوای فنل کل در برگ داشتند. در این صفت اندازه‌گیری‌شده، هندوانۀ شریف‌آباد در دو سطح تنش ۵۰ درصد و ۲۵ درصد آب قابل دسترس بیشترین مقادیر فنولی را به خود اختصاص دادند (شکل ۴). نسبت بین محتوای فنل کل تولیدشده در شدیدترین سطح تنش و شاهد حتی به ۱/۵ برابر هم رسید. همچنین توده‌های اصفهان و کریمسون سوپیت در سطح تنش ۲۵ درصد آب قابل دسترس به ترتیب مقدار ۱۴۸/۱۷ و ۱۹۰/۶۲ میلی‌گرم اسید بر گرم وزن



شکل ۴. اثر متقابل تنش خشکی و توده‌های هندوانه بر مقدار فنل برگ

Figure 4. The interaction between drought stress and watermelon accessions on leaf phenol

محتوای سبزینه a و b

با توجه به جدول ۳ بیشترین میزان سبزینه a در توده شریف‌آباد و ابوجهل و کمترین آن a در هندوانه کریمسون سوییت مشاهده شد که این میزان ۱/۰۱ میلی‌گرم در گرم وزن تازه بود. در میزان سبزینه b در سطوح مختلف تنش و اثر متقابل سطوح تنش و نوع توده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و تنها در سطح ۵ درصد نوع توده‌ها، تفاوت نشان دادند. باین‌حال بیشترین میزان سبزینه b در توده شریف‌آباد و کمترین آن در توده اصفهان مشاهده شد.

محققان دیگر با بررسی روی خیار، مشاهده کردند که با افزایش تنش خشکی از ۳۰ درصد به ۱۵ درصد آب قابل دسترس میزان سبزینه در برگ‌های این گیاه به‌طور میانگین ۱۱ درصد افزایش پیدا کرد (Bayat et al., 2011). این آزمایش‌ها با نتایج به‌دست‌آمده نیز همخوانی دارد و با افزایش سطح تنش میزان سبزینه افزایش یافت، ولی در سطح تنش ۲۵ درصد آب قابل دسترس به دلیل شدید بودن تنش خشکی رنگدانه‌ها از بین رفتند. در شرایط تنش با کاهش سطح برگ، غلظت سبزینه در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد، همچنین در آغاز تنش آبی، جلوگیری از رشد یاخته و منجر به کاهش توسعه برگ‌ها می‌شود، اما تنش شدید باعث توقف سبزینه سازی می‌شود (Taiz & Zeiger, 2001). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که تنش آب بر میزان سبزینه تأثیر متفاوتی دارد که بستگی به گیاه موردنظر و شرایط محیطی دارد (Esmaeeli Monazah, 2012).

همچنین مشاهده شد که با افزایش میزان تنش در گیاه بادرنجبویه میزان سبزینه b، ۲/۵ برابر افزایش یافت، این در شرایطی است که تنش از ۱۰۰ درصد آب قابل دسترس به ۲۵ درصد آب قابل دسترس افزایش یافته بود (Abbaszade et al., 2008). باین‌حال مقدار سبزینه a تا حدودی با کاهش ۵ برابری روبه‌رو شده بود. با انجام آزمایشی روی گیاه چای و افزایش سطح تنش، تغییری در مقدار کارتنوئید مشاهده نشد. همچنین بررسی روی گیاه گلرنگ نشان داد، افزایش سطح تنش سبزینه a، سبزینه b و پرولین شد (Esmaeeli Monazah, 2012).

تبخیر و تعرق گیاه

با توجه به جدول ۴ در هر توده بیشترین میزان آبیاری به سطح شاهد و کمترین میزان به ۲۵ درصد آب قابل دسترس تعلق داشت. بیشترین ET کل در هندوانه کریمسون سوییت در سطح شاهد مشاهده شد که به مقدار ۳۵۷/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در هندوانه کریمسون سوییت مقدار ET در سطح شاهد (۱۰۰ درصد AW) در نخستین روز ۶/۸۰ میلی‌متر بود که همزمان با تشکیل نخستین میوه‌ها بود و با رشد میوه این توده ET به نهایت میزان خود رسید که ۷/۳۵ میلی‌متر ثبت شد و در آخر دوره رشد پس از برداشت میوه و خنک‌تر شدن هوا به کمترین میزان که مقدار ۳/۳۲ میلی‌متر بود، رسید. کمترین میزان تبخیر تعرق کل در هندوانه ابوجهل و در ۲۵ درصد AW به دست آمد که میزان آن ۲۷/۴۸ میلی‌متر بود. این هندوانه در همه سطوح آبیاری کمترین تبخیر تعرق را به خود اختصاص داد. همچنین کمترین ET روزانه هم در توده ابوجهل در ۲۵ درصد AW مشاهده شد که ۰/۶۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

Erdem et al. (2003) میزان تبخیر تعرق هندوانه را در فصل رشد در منطقه تکیرداگ ترکیه، ۴۰۰ میلی‌متر و در سال ۱۹۹۸، ۳۶۳ میلی‌متر اندازه‌گیری کردند که این میزان ET با توجه به تغییر آب و هوایی در هر سال متغیر است. در برزیل محققان در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، مرحله دوم رشدی یعنی آغاز مرحله زایشی در گیاه هندوانه، تبخیر تعرق گیاه به‌شدت افزایش یافت و از ۱ میلی‌متر در نخستین روزهای پس از انتقال نشاء به ۹ میلی‌متر (۳۷ روز پس از انتقال نشاء) در روز افزایش یافت. همچنین ۵۰ روز پس از انتقال نشاء و پس از برداشت میوه و پیر شدن برگ‌ها در گیاهان ET_c به مقدار قابل توجهی کاهش یافت و ET_c کل به مقدار ۲۳۴ میلی‌متر در یک دوره ۶۳ روزه بود (Bastos et al., 2012). این افزایش ET به دلیل افزایش سطح برگ، شمار برگ‌ها، رشد طولی گیاه و شمار شاخه‌های جانبی و همچنین عامل مهم دیگر میوه بود که خود به آب زیادی نیاز داشت. در آزمایشی روی طالبی مقدار ET_c را در سطح شاهد ۳۸۴ میلی‌متر به دست آوردند که طول دوره رشد از ۱۰ خرداد تا ۳۱ تیر بود. در این آزمایش با افزایش تنش مقدار ET گیاهان به مقادیر ۳۴۲ و ۳۰۰

میلی‌متر کاهش یافت (Mousavi *et al.*, 2010). همچنین در آزمایشی با ایجاد رژیم‌های مختلف آبیاری روی هندوانه به ترتیب تبخیر تعرق این گیاه را برای سطح شاهد و سطوح تنش ۶۳۵، ۴۹۵، ۳۷۴، ۱۹۵ و ۵۱ میلی‌متر برای کل دوره رشد به دست آوردند. در نتایج این آزمایش در سال بعد نیز ET را به ترتیب ۶۶۰، ۵۲۵، ۳۹۶، ۲۱۰ و ۷۰ میلی‌متر گزارش کردند (Kirnak & Dogan, 2009).

ضریب گیاهی (KC)

در رابطه با KC (ضریب گیاهی) می‌توان گفت، چون تابعی از ET_c است پس در هر توده گیاهی که بیشترین تبخیر تعرق را داشتیم میزان KC نیز در بیشترین مقدار بود. بنابراین در رابطه با KC نیز می‌توان نتیجه گرفت که هندوانه کریمسون سوییت نیز در مدت اندازه‌گیری بیشترین ضریب گیاهی را داشت (به‌طور میانگین در مدت آزمایش موردنظر ۰/۹۷ بود، که بیشترین ۱/۱۸ و کمترین آن ۰/۷۲ در طول دوره اندازه‌گیری بود). پس از آن به ترتیب هندوانه‌های اصفهان، شریف‌آباد و ابوجهل بودند (۰/۸۶، ۰/۷۸ و ۰/۷۸) (شکل ۵ و جدول ۴).

میزان KC نیز پس از ۲۳ روز پس از انتقال نشاء به‌طور خطی افزایش یافت و در اوایل تشکیل میوه مقدار آن ۰/۶ در روز بود. در مراحل آخر تشکیل میوه مقدار KC به میزان ۱/۵ بود که این افزایش نشان‌دهنده افزایش فعالیت‌های سوخت‌وساز (متابولیسم) گیاه است (Bastos *et al.*, 2012).

کارایی مصرف آب (WUE)

با توجه به شکل ۶ در ۱۰۰ درصد آب قابل دسترس توده شریف‌آباد کارایی مصرف آب خوبی را از خود نشان داد. میزان کارایی مصرف آب در این هندوانه ۳۲/۴۱ کیلوگرم

بر مترمکعب بود و نسبت به دیگر توده‌ها میزان بازده مصرف آب مناسب‌تری دارد. کارایی مصرف آب در رقم کریمسون سوییت ۲۶/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب، در توده اصفهان ۱۸/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب و در توده ابوجهل ۹/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. در سطح تنش ۷۵ درصد AW رقم کریمسون سوییت با داشتن ۳۴/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود که بیشترین کارایی مصرف آب در کل داشت. در سطح ۵۰ درصد آب قابل دسترس همه توده‌ها دچار کاهش در بازده مصرف آب شدند به‌طوری‌که رقم کریمسون سوییت نزدیک به ۶ برابر کاهش داشت و تنها کارایی مصرف آب ۶/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود که این کاهش چشم‌گیر به دلیل کاهش شدید عملکرد بود. همان‌طور که پیشتر نیز بیان شد در این سطح از تنش (۵۰ درصد AW) این رقم واکنش‌های شدیدی را از خود نشان داد. توده اصفهان در این سطح از تنش بیشترین میزان بازده مصرف آب به میزان ۹۵۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب را به خود اختصاص داد. توده شریف‌آباد، ۱۴/۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب و توده ابوجهل ۸/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب بازده مصرف آب داشت. در کل کارایی مصرف آب ابوجهل نسبت به دیگر توده‌ها کمتر بوده و دلیل اصلی وزن کمتر میوه‌های این توده نسبت به دیگر توده‌ها است. در سطح تنش ۲۵ درصد AW توده شریف‌آباد و توده اصفهان هر دو ۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب کارایی مصرف آب داشتند.

محققان دیگر با انجام آزمایشی روی خیار گلخانه‌ای به این نتیجه رسیدند، در سطوح تنش ملایم (۲۵ و ۴۵ سانتی بار) میزان کارایی مصرف آب تغییر نمی‌کند، چون میزان عملکرد با مصرف آب یکسان بود ولی با افزایش تنش چون مقدار مصرف آب کاهش یافت و عملکرد کاهش کمی را از خود نشان داد، بازده مصرف آب در ۶۵ سانتی‌بار افزایش یافت (Faramarzpour *et al.*, 2012).

جدول ۴. مجموع ET و میانگین KC تحت تأثیر تنش خشکی و توده‌های هندوانه

Table 4. Sum of ET and mean of KC of watermelon accessions under effect of drought stress

Accession	ET				KC
	AW % 100	AW % 75	AW % 50	AW % 25	
Esfahan	336.46	260.54	94.31	38.39	0.91
Sharif abad	317.98	251.02	97.94	33.19	0.86
Crimson sweet	358.1	267.14	96.78	35.09	0.97
Abu jahl	286.01	217.27	86.42	27.48	0.78



شکل ۵. اثر متقابل تنش خشکی و توده‌های هندوانه بر کارایی مصرف آب
Figure 5. The interaction of drought stress and watermelon accessions on WUE

به صورت دیم در برخی مناطق کشت و کار می‌شوند در کنار رقم غالب کشور "کریمسون سوییت" و همچنین هندوانه ابوجهل به عنوان یک محصول مقاوم به تنش خشکی استفاده شد و بر پایه صفات اندازه‌گیری شده توده شریف‌آباد در سطوح مختلف تنش کم‌آبی عملکرد مناسب‌تری داشته است. اگرچه هندوانه ابوجهل در برخی از شاخص‌های اندازه‌گیری شده در مقایسه با دیگر نمونه‌ها میزان بالایی نداشته است اما با توجه به تغییرات میزان تبخیر و تعرق این گیاه که نوسان‌های کمتری در طول دوره رشد و در سطوح مختلف آبیاری داشته می‌توان استنباط کرد که پاسخ گونه‌ها و رقم‌های به تنش خشکی متفاوت است و سازوکارهای متفاوتی در برابر این شرایط اتخاذ می‌کنند. این ویژگی در هندوانه ابوجهل با وجود برگ‌های کوچک‌تر، روشن‌تر (سبز-نقره ای) و کرک دارتر از دیگر نمونه‌ها کمک زیادی به مقاومت این گیاه در برابر کم‌آبی کرده است. همچنین این گیاه ریشه‌های بسیار عمیقی دارد که می‌تواند در حفظ گیاه در شرایط تنش خشکی مؤثر عمل کند. در این تحقیق نشان داده شد که گیاه می‌تواند در شرایط شدید تنش کم‌آبی نیز میوه قابل توجهی تولید کند در مقایسه با رقم کریمسون سوییت که در این شرایط میوه‌ای تشکیل نداد. اندازه میوه هم در این رویکرد نقش بسزایی دارد زیرا یکی

همچنین نتیجه همسانی نیز در آزمایش دیگری در گیاه طالبی مشاهده شده، در سطوح تنش ملایم، مقدار کارایی مصرف آب تغییر نکرد، ولی با شدیدتر شدن تنش، بازده کارایی مصرف افزایش یافت. بررسی Wong *et al.* (2004) روی هندوانه کریمسون سوییت نشان داد، با افزایش پتانسیل ماتریک (بیشتر منفی شدن) در زمان آغاز آبیاری میزان کارایی آب مصرفی هم افزایش می‌یابد. آنان برای انجام آزمایش ۵ تیمار پتانسیلی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ سانتی بار را با هم مقایسه و ارزیابی کردند که در پایان آزمایش بیشترین کارایی مصرف آب در نقطه پتانسیلی ۱۰ سانتی بار به دست آمد.

محققان دیگری با بررسی روی هندوانه، این گیاه را در پنج سطح تنش خشکی با تیمارهای ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد میزان ET ارزیابی کردند. نتایج نشان داد، WUE اختلاف چندانی در هر تیمار با هم ندارند ولی سومین سطح تنش میزان ۷۵ درصد ET، کارایی مصرف آب بیشتر از دیگر تیمارها بود. چون در سطوح ملایم‌تر مقدار آب مصرفی بالاتر و در سطوح شدید تنش عملکرد کاهش یافته بود (Erdem *et al.*, 2003).

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق از دو توده هندوانه خوراکی که اغلب

کشت در برخی مناطق و با به کارگیری برنامه‌های به زراعی و بهنژادی برای بهبود صفات مهم زراعی آن‌ها استفاده شوند. حفظ و توجه به ذخایر ژنتیکی مناسب در کشور برای جلوگیری از فرسایش ژنتیکی و به کارگیری آن‌ها در شرایط کم‌آبی که یک معضل جهانی بوده، بسیار ضروری است.

از مهم‌ترین مصرف‌کننده‌های آب در این گیاه میوه است که هراندازه و حجم گوشت میوه کاهش یابد، نیاز آبی نیز کاهش می‌یابد. این تحقیق نشان داد، توجه به توده‌های محلی و توده‌هایی که بافت گوشت مناسب برای مصرف و در کنار آن تحمل به شرایط کم‌آبی دارند، اهمیت بسزایی داشته و می‌توانند به‌عنوان منابع ژنتیکی مناسب برای

REFERENCES

1. Abbaszadeh, B., Sharifi ashourabadi, A., Lebaschi, A. H., Naderi hajibagher Kand, M. & 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, 504-513. (in Farsi)
2. Anju, S., Thakur, P. S. & Duvivedi, M. P. (1994). Rapid evaluation of apple varieties for drought tolerance, *Indian Journal of Horticulture*, 51, 16-21.
3. Barzegar, T., Delshad, M., Majd Abadi, A., Kashi, A. & Qashqayi, Zh. (2011). Effects of water stress on growth, yield and some physiological indices of Iranian melons. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42, 357-363. (in Farsi)
4. Bastos, E., Silva, A., Rodrigues, C. R., Andrade Jr, B. H. & Ibiapina, A. S. (2012). *Evapotranspiration and crop coefficient of drip irrigated watermelon in Piauí coastline, Brazil. Engenharia Agrícola*, 32, 582-590.
5. Bayat, H., Mardani, H., Arouie, H. & Salahvarzi, Y. (2011). Effects of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of cucumber seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought stress. *Journal of Plant Production*, 18, 63-76. (in Farsi)
6. Chun, B., Culler, D., Roscoe, T., Bavier, A., Peterson, L., Wawrzoniak, M., & Bowman, M. (2003). Planetlab: an overlay testbed for broad-coverage services. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 33, 3-12.
7. Doorenbos, A. & Kassam, H. (1979). *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, p. 193 Rome.
8. Erdem, Y., Yuksel, A. N. & Orta, A. H. (2001). The effects of deficit irrigation on watermelon yield, water use, and quality characteristics. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4, 785-789.
9. Erdem, Y. & Yuksel, A. N. (2003). Yield response of watermelon to irrigation shortage. *Scientia Horticulture*, 98, 365-383.
10. Eris, A., Sivritepe, N. & Sivritepe, H. Ö. (1989). *Some physiological and morphological changes in vine at water stress*. The 4th Viticulture symposium, Yalova, Turkey, pp 64-69.
11. Esmaeli Monazah, A., Omidi, H. & Bostani A. (2012). Effects of drought stress on yield, proline, photosynthetic pigments and leaf relative water in several genotypes (Safe, Goldasht, Mee12, 411, Mee 50, Mee 141, C44, Padideh & Kw1), *Journal of Agricultural Water*, 9, 525-534. (in Farsi)
12. Faramarz Pour, A., Delshad, M. & Parsi Nejad, M. (2012). An Evaluation of Growth, Yield and Water Use Efficiency of Greenhouse Cucumber Production at Different Soil Moisture Circumstances using Tensiometer as Moisture Measuring Instrument. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 43, 285-292. (in Farsi)
13. Food and Agriculture Organization. (2012). *Biodiversity: Agricultural biodiversity in FAO*. Retrieved January 12, 2009, from http://www.fao.org/biodiversity_2
14. Food and Agriculture Organization. (2013). *Chapter 2: Crop water needs*. From <http://www.fao.org/biodiversity>.
15. Ghorbanli, M. & Niakan, M. (2005). The Effect of Drought Stress on Soluble Sugar, Total Protein, Proline, Phenolic Compound, Chlorophyll Content and rate Reductase Activity in Soybean (*Glycine max* L.cv.Gorgan3), *Journal of Science (Khwarizmi University)*, 5(1-2), 537-550, (in Farsi)
16. Hernández-Santana, V. (2008). Response of *Quercus pyrenaica* (Melojo oak) to soil water deficit: a case study in Spain. *European Journal of Forest Research*, 127, 369-378.
17. Ibarra, L., Flores, J. & Carlos Diaz-Perez, J. (2001). *Growth and yield of muskmelon in response to plastic mulch and row covers*. *Science Horticulture*, 87, 139-145.
18. Jones, H. G. & Corlett, J. E. (1992). *Current topics in drought physiology*. *The Journal of Agricultural Science*, 119, 291-296.
19. Julian, R. J. (2005). Production and growth related disorders and other metabolic disease of poultry-A review. *The Veterinary Journal*, 169, 350-369.

20. Karipçin, Z., Sari, N. & Kirnak, H. (2008). *Preliminary research on drought resistance of wild and domestic Turkish watermelon accessions*. Pitrat M. (ed): Cucurbitaceae. In: Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae, Avignon (France), pp. 493-499.
21. 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 Sciences*, 3: 1051- 1060.
22. Kirnak, H. & Dogan, E. (2009). Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic conditions. *Irrigation science*, 27, 155-164.
23. Kusvuran, S. (2012). Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7, 775-781.
24. Miller, G. A., Farahani, H. J. & Lankford, D. (2010). Set points for watermelon drip irrigation using capacitance probes. In *Third International symposium of Soil Sensor, Spain, April*, 185-195.
25. Lichtenthaler, H. K. & Buschmann, C. (2001). *Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV- VIS spectroscopy*. Current protocols in food analytical chemistry. pp. 31-38. Wiley, New York.
26. Mousavi, S. F., Mostafazadeh-Fard, B., Farkhondeh, A. & Feizi, M. (2010). Effects of deficit irrigation with saline water on yield, fruit quality and water use efficiency of cantaloupe in an arid region. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11, 469-479. (in Farsi)
27. Orta, A. H., Erdem, Y. & Erdem, T. (2003). *Crop water stress index for watermelon*. *Scientia Horticulture*, 98, 121-130.
28. Petropoulos, S. A., Daferera D., Passa, H. C. & Polissiou, M.G. (2008). The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. *Scientia Horticulturae*, 115, 393-397.
29. Refaie, K. M. (2003). *Studies on controlling soil moisture within root zones to minimize water loss to the surrounding environment*. M. Sc. Thesis, Institute of Environmental Studies & Research, Ain Shams University. Cairo, Egypt, Pp. 85-89
30. Rohman, A., Riyanto, S., Yuniarti, N., Saputra, W. R., Utami, R. & Mulatsih, W. (2010). *Antioxidant, total phenolic and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (Pandanus conoideus Lam)*, *International Food Research Journal*, 17, 97-106
31. Sarker, B. C., Hara, M. & Uemura, M. (2005). Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. *Scientia Horticulturae*, 130, 387-402.
32. Simsek, M., Kacira, M., Tonkaz, T. (2004). The effects of different drip irrigation regimes on watermelon (*Citrullus lanatus* Thumb) yield and yield components under semi-arid climatic conditions. *Journal of agricultural research*, 55, 1149-1157.
33. Taiz, L. and Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology Forth Edition* Sinauer Associates, Inc., Publication Sunderland, Massachusetts. P.738.
34. Wakindiki, I. I. C. & Kirambia, R.K. (2011). Supplemental irrigation effects on yield of two watermelons (*Citrullus lanatus* Thumb) cultivars under semi-arid climate in Kenya. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 4862-4870.
35. Wang, Y., Xie, Z.K., Li, F. & Zhang, Z. (2004). The effects of supplemental irrigation on watermelon production in gravel and sand mulched fields in the Loess Plateau of Northwest China. *Agriculture Water Management*, 69, 29-4.
36. Waterman, P. G. & Mole, S. (1994). *Analysis of phenolic plant metabolites*. (PP.124-218) Oxford; Boston: Blackwell Scientific.