به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷
صفحه‌های ۱۵-۱

آثار دور آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چهار رقم انگور ایرانی

مجید اسماعیلی‌زاده[۱]*، اعظم لطفی[۲]، سیدحسین میردهقان[۳]، محمدحسین شمشیری[۱]

۱. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج)، رفسنجان، ایران.
۲. کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج)، رفسنجان، ایران.
۳. استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج)، رفسنجان، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری بر رنگیزه‌ها و ترکیبات بیوشیمیایی چهار رقم انگور (یاقوتی قرمز، عسکری، صاحبی و کشمشی سفید) پژوهشی با پنج تیمار آبیاری (۳، ۶، ۹، ۱۲و ۱۵ روز در میان) در چهار تکرار به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۹۱-۱۳۹۰ در شرایط گلخانه ای در گلخانه‌های پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ولی عصر(عج) انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که دور آبیاری بر عوامل فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام انگور اثرگذار بود. میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ در هر چهار رقم با افزایش دور آبیاری کاهش یافت و بیش ترین کاهش در دور آبیاری ۱۵ روز در هر چهار رقم مشاهده شد. بیش ترین میزان کلروفیل a، b، کل و میزان کاروتنوئید در رقم صاحبی و در دور آبیاری شش روز و کم‌ترین میزان در رقم عسکری با دور آبیاری ۱۵ روز مشاهده شد. میزان قندهای محلول، ترکیبات فنلی و پرولین برگ در همهٔ ارقام با افزایش دور آبیاری افزایش و محتوای آب نسبی برگ کاهش یافت. بیش ترین میزان محتوای آب نسبی برگ و پرولین در رقم صاحبی و کم ترین میزان محتوای آب نسبی برگ در ارقام عسکری و یاقوتی قرمز مشاهده شد. با توجه به نتایج این پژوهش به‌نظر می‌رسد رقم صاحبی نسبت به افزایش دور آبیاری متحمل‌تر از ارقام یاقوتی قرمز، عسکری و کشمشی سفید باشد.

کلیدواژه‌ها: پرولین، تنش خشکی، صاحبی، قند محلول، کلروفیل.

* نویسندهٔ مسئول Email: esmaeilizadeh@vru.ac.ir

۱. مقدمه

یکی از گیاهانی که در مقابل کم آبی مقاوم بوده و می‌توان آن را حداقل با ۳۵۰ میلی‌متر بارندگی به‌صورت دیم تولید کرد انگور است [۲]. سطح زیر کشت انگور در سال ۱۳۹۳ در ایران ۲۹۰۰۱۰/۸ هکتار و میزان تولید آن۳۰۴۹۸۷۳/۲ تن بوده است. از مجموع ۳۱ استان کشور که در همهٔ آن‌ها پرورش انگور کم و بیش وجود دارد، در ۲۳ استان کشور انگور به‌صورت دیم پرورش داده می‌شود که سطحی معادل ۷۲۹۰۶/۶ هکتار و ۲۷۲۰۹۳/۳ تن را به خود اختصاص داده است [۱].

گیاهان در طبیعت به‌طور مداوم در معرض تنش‌های زنده و غیرزنده قرار دارند. در میان این تنش‌ها، خشکی یکی از نامطلوب‌ترین عوامل رشد و بهره‌وری و تهدید جدی برای تولید محصول پایدار در شرایط آب و هوای درحال تغییر مطرح شده است [۱۲]. تنش خشکی یکی از فاکتورهای محیطی عمده محدودکننده رشد و عملکرد محصول انگور در مناطق مدیترانه است [۲۴]. اثر تنش خشکی بر رشد و عملکرد بستگی به ژنوتیپ گیاه دارد [۱۳]. تنش آب زمانی در گیاه ایجاد می‌شود که مقدار آب دریافتی گیاه کمتر از تلفات آن باشد [۹]. کمبود آب بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه اثر می‌گذارد و با کاهش میزان آب در دسترس گیاه و محتوای آب نسبی برگ کاهش مقدار کلروفیلa وb در انگور گزارش شده است [۱۵]. کاروتنوئیدها از جمله رنگیزه‌های گیاهی دیگری هستند که میزان آن‌ها تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد [۳]. کاروتنوئیدها به‌عنوان رنگیزهٔ کمکی در فرایند فتوسنتز مؤثرند و نقش‌های مهم دیگری چون محافظت از غشاهای تیلاکوئیدی و جلوگیری از اکسیداسیون نوری کلروفیل‌ها را نیز بر عهده دارند [۳۱]. کاروتنوئیدها با استفاده از چرخهٔ گزانتوفیل و با واکنش‌های اپوکسیداسیون[1] (فرایندی که طی آن زآگزانتین[2] با صرف O_2 و $NADPH_2$ به ویولاگزانتین[3] تبدیل می‌شود) و دپوکسیداسیون [4](فرایندی که طی آن ویولاگزانتین احیا و تبدیل به زآگزانتین می‌شود) مصرف اکسیژن را کاهش داده و از کلروفیل در مقابل اکسیداسیون نوری محافظت می‌کنند [۴۱].

افزایش قندهای محلول در سلول‌های گیاهی سبب کاهش پتانسیل اسمزی و متعاقباً پتانسیل آبی شده و جذب آب به درون سلول‌ها را آسان می‌کند [۳۶]. از جمله مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهان تحت تنش خشکی، افزایش سطوح ترکیبات فنلی است، چرا که این گونه ترکیبات به‌عنوان پالاینده‌های گونه‌های اکسیژن فعال عمل کرده و در نتیجه سبب ثبات غشاهای سلولی و مانع از پراکسیداسیون لیپید می‌شوند [۱۸]. پاسخ‌های دفاعی گیاهان به تنش‌های محیطی باعث تولید چندین متابولیت ثانویه مثل فنل‌ها و مولکول‌هایی با وزن مولکولی پایین، می‌شوند. ترکیبات فنلی بیش‌تر فعالیت ضداکسیداسیونی را افزایش می‌دهند [۲۹]. هرگونه تنش برگیاه، مقدار ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد و وجود چنین ترکیباتی موجب کاهش استقرار میکروارگانیسم‌ها می‌شود [۴۴].

تنش خشکی در دو رقم انگور خوشناو و رشه موجب کاهش کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کربوهیدرات‌های محلول و افزایش مقدار پرولین برگ شد به‌طوری که کاهش کربوهیدرات‌های محلول در رقم رشه و افزایش پرولین در رقم خوشناو چشمگیرتر بود [۱۰]. تنظیم اسمزی از علائم پاسخ به تنش خشکی است و در شرایط تنش خشکی پتانسیل اسمزی در برگ های انگور کاهش می‌یابد [۱۷]. در بررسی عکس العمل پنج رقم انگور به تنش کم آبی، محتوای آب نسبی برگ کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین کاهش در رقم شاهانی و کم‌ترین

1. Epoxidation

2. Zeaxanthin
3. Violaxanthin
4. De-epoxidation

کاهش در ارقام بیدانه سفید و گزنی ثبت شد [۶]. تنش خشکی موجب افزایش پرولین، قندهای محلول و کاهش کلروفیل a، b و کل در پایه‌های مرکبات شد [۹]. در گردو نیز تنش خشکی پرولین، قندهای محلول و نشت یونی را افزایش داده و موجب کاهش محتوای آب نسبی برگ و کلروفیل شد [۳]. هدف از این پژوهش بررسی اثر دور آبیاری بر مقدار تجمع برخی ترکیبات بیوشیمیایی و رنگدانه‌های گیاهی در چهار رقم انگور ایرانی موجود در استان لرستان شامل صاحبی، عسکری، یاقوتی قرمز و کشمشی سفید به‌منظور دستیابی به ارقام متحمل به خشکی با استفاده از نشانگرهای بیوشیمیایی بود.

۲. مواد و روش‌ها

نخست قلمه های خشبی چهار رقم انگور عسکری، یاقوتی قرمز، کشمشی سفید و صاحبی در اسفندماه ۱۳۹۰ از تاکستان‌های شهرستان خرم آباد واقع در استان لرستان تهیه و بلافاصله برای ریشه‌زایی به گلخانه‌های دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) منتقل و در گلدان کشت شدند. خاک مورد استفاده در این پژوهش مخلوطی از خاک مزرعه و ماسه به نسبت ۶۰ به ۴۰ بود که ویژگی‌های آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در پژوهش

خصوصیت	مقدار
رس(درصد)	۱۱/۵۰
سیلت(درصد)	۱۲/۵۰
شن(درصد)	۷۶
بافت (روش هیدرومتر)	شن لومی
ظرفیت زراعی(درصد وزنی)	۲۸/۵۲
پ‌هاش گل اشباع (روش پتانسیومتر)	۷/۸۷
هدایت الکتریکی گل اشباع (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)	۰/۰۲
نسبت سدیم جذب سطحی شده (SAR)	۱/۱۲
ماده آلی(درصد)	۰/۴۷
نیتروژن (درصد)	۱/۲۵
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۷/۸
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴۳/۴۱
روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۳۲
آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲/۶۶
منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۵۹
مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۹۹

گلدان‌های مورد استفاده ۱۴ لیتر حجم داشته و با خاک تهیه شده پر شدند. سپس در هر گلدان ۴ عدد قلمه یکنواخت کشت شد. قلمه های انتخابی هر کدام دارای سه جوانه سالم بودند که برای تسهیل ریشه‌زایی قبل از کاشت قاعدهٔ قلمه ها در محلول اکسین (IBA)[1] با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند. مدت زمان ریشه‌زایی و پرورش قلمه ها ۳/۵ ماه طول کشید. پس از اطمینان از داشتن ریشهٔ کافی و زمانی که شاخه‌های جدید حدود ۴۰ سانتی متر رشد کرده بودند تیمارهای آبیاری اعمال شد.

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه به اجرا در آمد. فاکتورها شامل نوع رقم (چهار رقم) و دور آبیاری (۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز) بود که به‌مدت پنجاه روز اعمال شد. هر تکرار شامل گلدانی حاوی چهار قلمه بود. تیمار دور آبیاری به روش وزنی و براساس ظرفیت مزرعه‌ای به این صورت انجام شد که نخست سه عدد گلدان مشابه گلدان‌های مورد استفاده از خاک تهیه شده پر شد و تا حد خروج آب از گلدان آبیاری شد. بعد از آن روی گلدان‌ها را با نایلون پوشانده تا تبخیر و تعرق صورت نگیرد. بعد از ۲۴ ساعت هر روز گلدان‌ها را وزن کرده تا زمانی که به حد ثبات وزنی برسد سپس خاک هر گلدان را مخلوط کرده تا یکنواخت شود و بعد از آن مقدار ۱۰۰ گرم از آن را برداشته و وزن کردیم (وزن اولیه) و ۲۴ ساعت داخل آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سلسیوس قرار دادیم تا خشک شود. مجدداً آن را وزن کرده (وزن ثانویه) سپس ظرفیت مزرعه‌ای از رابطه زیر محاسبه شد.

(۱)

ظرفیت مزرعه= (وزن ثانویه/(وزن ثانویه–وزن اولیه))×۱۰۰

بر این اساس در زمان‌های آبیاری گلدان‌ها وزن شده و به مقداری که از حالت ظرفیت مزرعه‌ای کاهش وزن داشتند به آن‌ها آب اضافه می‌شد که میزان آب مصرفی در هر دور آبیاری با توجه به نوع تیمار متفاوت بود. زمان شروع تیمار از اوایل تیرماه سال ۱۳۹۱ بود [۳]. در طول مدت اعمال تیمار در شرایط نوری یکسان، میانگین حداکثر دمایی گلخانه در روز ۲۸/۳ درجهٔ‌سلسیوس، میانگین حداقل دمایی گلخانه درشب ۲۱/۱ درجهٔ‌سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی ۶۲/۷ درصد ثبت شد.

در پایان دورهٔ آزمایش و زمانی که تنش به اوج خود رسید صفات متعددی اندازه گیری شدند برای اندازه گیری محتوای آب نسبی برگ(RWC[2]) ، نخست از هر گلدان دو شاخه و از وسط هر شاخه دو تا سه برگ به‌صورت تصادفی انتخاب کرده و پنج دیسک به قطر شش میلی متر از پهنک آن ها تهیه کرده آن را وزن کرده و داخل پتری‌دیش حاوی آب مقطر در دمای آزمایشگاه به‌مدت پنج تا شش ساعت قرار داده شدند تا سلول‌های برگ به حالت تورژسانس درآیند، سپس آن‌ها را روی کاغذ صافی گذاشته تا رطوبت اضافی آن ها گرفته شود، سپس نمونه ها را وزن کرده و داخل آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت گذاشته تا خشک شوند. دوباره نمونه ها را وزن کرده و بر اساس رابطهٔ زیر میزان آب نسبی برگ محاسبه شد [۴۸].

(۲)

RWC= [(وزن تر برگ–وزن خشک برگ)/(وزن برگ در حالت تورژسانس–وزن خشک برگ)] × ۱۰۰

مشابه روش قبلی از هر گلدان تعدادی برگ به‌صورت تصادفی جمع آوری، در فویل آلومینیومی پیچیده، در داخل یخ قرار داده شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس میزان کلروفیل a ، b و کلروفیل کل و کاروتنوئید، پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و ترکیبات فنلی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

1. Indole-3-butyric acid

2. Relative Water Content

برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a ، b و کلروفیل کل و کاروتنوئید مقدار ۰/۵ گرم از نمونه برگ تازه در هاون چینی سرد با ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شده تا به صورت محلول یکنواختی درآمد، این نمونه‌ها به لوله‌های سانتریفیوژ منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. در مرحلهٔ بعد میزان جذب نور محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (T80 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd) در طول موج‌های ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و در نهایت غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کاروتنوئیدها محاسبه شد [۳۲]. رنگیزه‌ها در نمونه‌های برگ تازه اندازه‌گیری شدند، ولی با توجه به این که تحت تأثیر رطوبت برگ غلظت آن‌ها تغییر می‌کند در نهایت بر اساس وزن خشک محاسبه و در جداول ارائه شدند [۲۲].

به‌منظور اندازه‌گیری میزان پرولین ۰/۵ گرم نمونه برگ با استفاده از پنج میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و محلول حاصل در لوله فالکون ریخته شد. عمل استخراج دوبار و هر بار با پنج میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول به‌دست آمده ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. پس از جداسازی فاز مایع از جامد، قسمت مایع برای استخراج پرولین استفاده شد. برای تعیین غلظت پرولین یک میلی‌لیتر از عصارهٔ الکلی فوق الذکر را با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق کرده و پنج میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین (مخلوط ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین در ۳۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال و ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶ مولار) به آن اضافه شد. پس از هم‌زدن به‌مدت چند ثانیه، محلول به‌مدت ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم قرار گرفت. نمونه ها از حمام آب گرم خارج و خنک شده، ۱۰ میلی لیتر بنزن به آن ها اضافه و با همزن مکانیکی مخلوط شدند تا پرولین وارد فاز بنزن شود. نمونه‌ها ۳۰ دقیقه به حال سکون رها سپس میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه گیری شد. استانداردهای پرولین نیز با استفاده از ال-پرولین در غلظت‌های صفر، ۳۱/۲۵، ۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ (میلی‌گرم در لیتر) تهیه و اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد غلظت پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن‌تر برگ محاسبه شد [۳۷].

برای اندازه‌گیری قندهای محلول، ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره‌الکلی که قبلاً برای اندازه‌گیری پرولین تهیه شده بود با سه میلی‌لیتر از آنترون تازه تهیه شده (۲۰۰ میلی‌گرم آنترون به علاوه ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم جوش قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. پس از خنک‌شدن، میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه شد. برای تهیهٔ استاندارد قندها از گلوکز خالص در غلظت‌های صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰، ۱۷۵۰، ۲۰۰۰، ۲۲۵۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه و جذب آن‌ها اندازه‌گیری شد، سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد غلظت قندهای محلول برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ به‌دست آمد [۲۵].

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی برگ ۰/۱ گرم از نمونه برگ تهیه شده با استفاده از ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی ساییده، مخلوط حاصل را در لوله های فالکون ریخته و به‌مدت ۴۸ ساعت در تاریکی نگهداری شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از روشناور آن را برداشته، ۱ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه کرده و با آب مقطر به حجم ۵ میلی لیتر رسید. به محلول فوق ۰/۵ میلی لیتر معرف فولین ۵۰ درصد و ۱ میلی لیتر کربنات کلسیم ۵ درصد اضافه شد که منجر به ایجاد رنگ سیاه شد. لوله ها به‌مدت ۱ ساعت در تاریکی نگهداری شده سپس جذب آن در طول موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد. استانداردهای ترکیبات فنلی نیز با استفاده از اسید گالیک در غلظت های صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰،

۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه و اندازه گیری شد. سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد مقدار ترکیبات فنلی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر برگ محاسبه شد [۲۶].

نتایج و داده های به دست آمده توسط نرم افزار SAS (ویرایش ۹/۱) تجزیه و تحلیل آماری شده و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرهای دور آبیاری بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید نشان داد که اثر دور آبیاری و برهمکنش رقم و دور آبیاری بر میزان کلروفیل b، کل و کاروتنوئید در سطح یک درصد معنادار بود.

با افزایش دور آبیاری میزان کلروفیلa،b ، کلروفیل کل و کاروتنوئید در هر چهار رقم کاهش معناداری را نشان داد به‌طوری‌که کم‌ترین میزان کلروفیلa،b ، کلروفیل کل و کاروتنوئید در دور آبیاری ۱۵ روز و بیش‌ترین میزان در دور آبیاری شش روز مشاهده شد. میزان کلروفیل a برگ در هر چهار رقم با افزایش دور آبیاری کاهش یافت، در ارقام عسکری، کشمشی سفید و یاقوتی قرمز بیش ترین میزان کاهش در دور آبیاری ۱۵ روز و در رقم صاحبی در دور آبیاری ۱۲ روز مشاهده شد (جدول ۲). میزان کلروفیل b نیز در هر چهار رقم با افزایش دور آبیاری کاهش یافت. بیش‌ترین میزان کلروفیلb در رقم صاحبی در دور آبیاری شش روز و کم‌ترین میزان کلروفیلb در رقم عسکری دور آبیاری ۱۵ روز مشاهده شد. کم‌ترین میزان کلروفیلb در ارقام عسکری و کشمشی سفید در دور آبیاری ۱۵ روز و در ارقام صاحبی و یاقوتی قرمز در دور آبیاری ۱۲ روز مشاهده شد (جدول ۲). میزان کلروفیل کل برگ در هر چهار رقم با افزایش دور آبیاری کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان کاهش کلروفیل کل برگ در ارقام عسکری و یاقوتی قرمز در دور آبیاری ۱۵ روز و در ارقام صاحبی و کشمشی سفید در دور آبیاری ۱۲ روز مشاهده شد (جدول ۲).

یکی از دلایل کاهش میزان کلروفیل در این پژوهش احتمالاً افزایش میزان فعالیت آنزیم کلروفیلاز طی افزایش دور آبیاری است، زیرا یکی از دلایل کاهش کلروفیل افزایش میزان فعالیت آنزیم کلروفیلاز است که تحت شرایط تنش بیان این آنزیم القاء می‌شود [۳۹ و ۵۱]. میزان کلروفیل a،b و کلروفیل کل در رقم صاحبی نسبت به سه رقم دیگر کم تر کاهش یافت. احتمالاً دلیل آن قابلیت بالاتر این رقم برای استفاده از CO_2 وارد شده به برگ در شرایط افزایش دور آبیاری بوده و بنابراین شاید از میزان فتوسنتز بیشتری در شرایط تنش برخوردار باشد [۶]. کلروفیل ممکن است تحت شرایط تنش خشکی کاهش یابد این پارامتر نشانگری برای ارزیابی مقاومت به تنش خشکی معرفی شده است [۵۲]. کاهش میزان کلروفیل در شرایط کم آبی می‌تواند عاملی محدودکنندهٔ غیرروزنه‌ای به حساب آید. کلروپلاست و رنگیزه‌های گیاهی موجود در کلروپلاست تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرند و تنش خشکی از طریق هیدرولیز کردن پروتئین های تیلاکوئیدی باعث کاهش کلروفیل a و b می شود [۴۲]. کاهش میزان کلروفیل a، b و کل تحت تنش خشکی در گردو [۵۰]، انگور [۸]، سیب [۴۶]، مرکبات[۹] و نخود [۳۴]، گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. میزان کاروتنوئید در هر چهار رقم با افزایش دور آبیاری نخست افزایش و سپس کاهش یافت هر چند که در رقم کشمشی سفید بین سطوح آبیاری تفاوت معناداری دیده نشد. بیش ترین میزان کاروتنوئید در رقم صاحبی در دور آبیاری شش روز و کم ترین میزان کاروتنوئید در رقم عسکری و در دور آبیاری ۱۵ روز مشاهده شد (جدول ۲). گزارش شده است که تنش خشکی موجب تولید گونه های اکسیژن فعال[1] در تیلاکوئیدها شده و میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها را کاهش می دهد [۳۰]. همچنین، بیان شده

1. Reactive Oxygen Species=ROS

که گیاهان قادرند با تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی نظیر کاروتنوئیدها از ساختارهای سلولی خود در برابر رادیکال‌های فعال تولید شده در شرایط تنش محافظت کنند [۱۶]. به نظر می‌رسد که کاهش میزان کاروتنوئیدها در تنش شدید، به‌دلیل کاهش مقاومت گیاهان به این سطح از تنش باشد [۳]. کاهش میزان کاروتنوئید برگ در گیاه سماق [۵۳]، نیشکر [۴۵]، شوید [۷] و گردو[۳] تحت تنش خشکی گزارش شده که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

جدول۲. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در دور آبیاری برای صفات کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید برگ چهار رقم انگور

رقم	دور آبیاری (روز)	کلروفیل a (mg/gr DW)	کلروفیل b (mg/gr DW)	کلروفیل‌کل (mg/gr DW)	کاروتنوئید (mg/gr DW)
	۳	۶/۲۱±۰/۲۸*a-e	۶/۵۴±۰/۲۱abc	۱۲/۷۴±۱/۱۳ab	bc۰/۱۴±۲/۴۷
	۶	۶/۷۰±۰/۲۴abc	۶/۴۴±۰/۱۶abc	۱۳/۱۴±۰/۸۲ab	۲/۵۲۰±۰/۱۶ab
عسکری	۹	۵/۳۵±۰/۳۲cde	۴/۰۱±۰/۱۴c-f	۹/۳۶±۰/۶۸b-e	۱/۹±۰/۱۶b-f
	۱۲	۵/۷۰±۰/۱۱b-e	۳/۷۹±۰/۱۶d-f	۹/۴۹±۰/۵۳b-e	۱/۶۷±۰/۲۷df
	۱۵	۴/۸۳±۰/۶۰e	۲/۱۲±۰/۱۵f	۶/۹۵±۱/۰۱e	۱/۳۴±۰/۱۳f
	۳	۵/۶۶±۰/۴۵b-e	۳/۶۰±۰/۲۲def	۹/۲۶±۱/۲۱b-e	۱/۸۲±۰/۲۵b-f
	۶	۶/۸۸±۰/۴۲ab	۳/۸۴±۰/۲۱c-f	۱۰/۷۲±۱/۱۵b-e	۱/۸۹±۰/۲۷b-f
کشمشی سفید	۹	۵/۷۴±۰/۴۱b-e	۴/۶۱±۰/۳۴b-f	۱۰/۳۵±۱/۷۹b-e	b-f۱۸/۰±۲/۰۵
	۱۲	۵/۳۵±۰/۷۷cde	۳/۹۰±۰/۰۸d-f	۷/۹۶±۱/۵۴de	۱/۶±۰/۲۷ef
	۱۵	۴/۸۳±۰/۶۱e	۲/۷۹±۰/۲۲ef	۹/۸۵±۱/۹۹b-e	۱/۷۸±۰/۳۴f
	۳	۵/۸۴±۰/۱۶b-e	۳/۹۸± ۰/۱۱d-f	۹/۸۲±۰/۵۲b-e	b-f۰/۱۳±۱/۸۶
	۶	۷/۳۸±۰/۳۲a	۸/۵۷±۰/۰۹a	۱۵/۶۴±۰/۵۲a	۳/۱۸±۰/۲۸a
صاحبی	۹	۶/۸۰±۰/۲۸abc	۵/۵۷±۰/۲۲bcd	۱۲/۳۷±۱/۰۳abc	۲/۴۳±۰/۱۸bcd
	۱۲	۵/۳۸±۰/۳۳cde	۳/۹۶±۰/۱۸d-f	۹/۳۴±۰/۹۵b-e	۲/۰۷±۰/۱۹b-f
	۱۵	۵/۶۱±۰/۰۷b-e	۴/۰۴±۰/۰۶c-f	۹/۶۵±۰/۲۷b-e	۱/۸۴±۰/۱۳b-f
	۳	۶/۱۹±۰/۳۶a-e	۴/۷۷±۰/۰۳b-e	۱۰/۹۶±۰/۳۳b-e	۲/۱۸±۰/۰۹b-e
	۶	۶/۹۲±۰/۶۴ab	۷/۰۲±۰/۱۸ ab	۱۲/۸۹±۱/۹۶ab	۲/۵۱±۰/۳۱ab
یاقوتی قرمز	۹	۶/۳۵±۰/۳۳a-d	۴/۹۳±۰/۱۴b-e	۱۱/۲۸±۰/۸۱bcd	۲/۲۴±۰/۱۴b-e
	۱۲	۶/۰۸±۰/۲۸a-e	۳/۰۱±۰/۱۸def	۹/۰۹±۰/۸۷b-e	۱/۷۰±۰/۲۶cf
	۱۵	۵±۰/۴۶de	۳/۶۷±۰/۳۴def	۸/۶۶±۱/۷۴c-e	۲/۰۱±۰/۲۴b-f

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.

*± انحراف معیار میانگین

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر دور آبیاری بر میزان پرولین، قندهای محلول، ترکیبات فنلی و محتوای آب نسبی برگ انگور نشان داد که دور آبیاری اثر معنا داری بر میزان این ترکیبات داشت و بین ارقام اختلاف معناداری وجود داشت. همچنین، برهمکنش دور آبیاری و رقم بر میزان پرولین، قندهای محلول، ترکیبات فنلی و محتوای آب نسبی برگ معنادار بود.

نتایج حاصل از برهمکنش دور آبیاری و رقم نشان داد که میزان قندهای محلول برگ در هر چهار رقم با افزایش دور آبیاری افزایش یافت، در ارقام عسکری، کشمشی سفید و یاقوتی قرمز بیش ترین میزان قند های محلول برگ در دور آبیاری ۱۲ روز و در رقم صاحبی در دور آبیاری نه روز مشاهده شد (جدول ۳).

جدول۳. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل رقم در دور آبیاری برای صفات قند محلول، ترکیبات فنلی، پرولین و محتوای آب نسبی برگ چهار رقم انگور

رقم	دور آبیاری (روز)	قند محلول (mg/gr Fw)	ترکیبات فنلی (µg/gr Fw)	پرولین (µmol/gr Fw)	محتوای آب نسبی برگ (درصد)
عسکری	۳	۳/۸۳±۰/۱۴b-e*	۱۸۶/۳۳±۳/۵۷cdef	۲۶/۳۳±۲/۰۶e	۷۳/۰۲±۱/۴۲defg
	۶	۴/۲۶±۰/۰۸ab	۱۸۲/۹۵±۸/۰۶def	۵۶/۶۷±۴/۷۹de	۷۹/۰۳±۴/۳۸bcd
	۹	۳/۸۵±۰/۱۷a-e	۲۲۰/۲۳±۸/۷۱abcd	۸۴/۲۹±۵d	۷۹/۱۵±۱/۰۵bcd
	۱۲	۴/۲۹±۰/۰۰a	۲۲۸/۴۰±۳/۳۱ab	۲۴۳/۱۱±۲۲/۳۴a	۷۶/۰۲±۰/۵۰def
	۱۵	۳/۷۰±۰/۱۱de	۲۱۶/۵۰±۸/۷۱abcd	۱۵۲/۸۶±۱۰/۷۵b	۷۱/۰۷±۱/۲۲fgh
کشمشی سفید	۳	۳/۲۷±۰/۲۴f	۲۱۵/۶۵±۱۱/۴۷abcd	۴۸/۱۶±۱۰/۴۶e	۷۳/۰۳۴±۱/۱۰d-g
	۶	۳/۸۳±۰/۰۸b-e	۱۲۱/۸۸±۶/۲۷h	۳۲/۰۹±۴/۸۱e	۸۵/۷۱±۰/۹۴a
	۹	۴/۱۱±۰/۰۸a-e	۱۶۴/۷۳±۸/۷۴efg	۴۰/۴۱±۶/۸۳e	۸۴/۳۷±۰/۹۶ab
	۱۲	۴/۲۹±۰/۰۲a	۱۹۳/۸۰±۱۰/۳۹bcde	۱۵۸/۸۸±۸/۶۵b	۶۸/۰۱±۱/۲۱gh
	۱۵	۳/۸۷±۰/۰۷a-e	۲۳۱/۵۳±۳/۳۹ab	۱۳۹/۹۰±۱۲/۳۵bc	۷۲/۲۱±۱/۸۶e-h
صاحبی	۳	۳/۶۸±۰/۱۶e	۶۲/۴۰±۳/۴۷i	۵۰/۶۷±۶/۱۹e	۷۷/۰۶±۱/۶۷c-f
	۶	۴/۰۴±۰/۱۶a-e	۱۶۴/۹۳±۱۸/۸۷efg	۴۱/۵۰±۱۱/۰۳e	۸۶/۰۱±۲/۵۴a
	۹	۴/۱۴±۰/۱۱a-d	۲۴۸/۶۵±۱۴/۳۷a	۲۳۸/۵۰±۱۴/۲۱a	۸۶/۰۱±۲/۵۴a
	۱۲	۳/۹۹±۰/۱۶a-e	۲۲۷/۹۸±۸/۳۶ab	۲۴۸/۴۷±۹/۷۹a	۸۵/۴۵±۱/۱۹a
	۱۵	۴/۰۹±۰/۱۰a-e	۲۳۲/۱۸±۲۴/۱۹ab	۱۶۱/۲۸±۷/۷۰b	۸۳/۳۶±۲/۲۱abc
یاقوتی قرمز	۳	۳/۸۰±۰/۱۷cde	۱۲۶/۸۸±۷/۵۳gh	۴۷/۰۷±۳/۰۷e	۸۵/۸۰±۱/۳۲a
	۶	۳/۷۹±۰/۱۹cde	۱۵۲/۰۸±۱۹/۷۷fgh	۱۱۶/۰۷±۲۵/۶۸c	۷۳/۰۸±۴/۳۷d-g
	۹	۳/۸۶±۰/۱۵a-e	۲۵۴/۸۸±۱۸/۹۸a	۱۳۳/۲۹±۱/۵۵bc	۷۵/۳۴±۱/۸۱def
	۱۲	۴/۲۰±۰/۰۶abc	۲۱۳/۳۰±۸/۰۴abcd	۲۵۰/۶۱±۱۳/۴۲a	۷۸/۰±۱/۵۳cde
	۱۵	۴/۰۹±۰/۱۱a-e	۲۲۶/۷۵±۱۱/۴۳abc	۱۳۴/۳۹±۸/۴۶bc	۶۶/۱۰±۱/۵۳h

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند.
*± انحراف معیار میانگین

می توان گفت احتمالاً علت افزایش قندهای محلول طی افزایش دور آبیاری در این آزمایش به‌دلیل تجزیه نشاسته [۴۹] و کاهش انتقال قندها از برگ به منابع مصرف [۲۸] به‌منظور تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس و پایداری غشاءها و حفظ پروتئین است [۱۴]. تجمع قندهای محلول به دنبال افزایش در فعالیت آنزیم اینورتاز طی تنش است [۳۸]. قندهای محلول در شرایط خشکی تجمع یافته و به‌عنوان عوامل حفاظتی در گیاهان عمل می کنند. در شرایط تنش، قندها از سلول ها از طریق تنظیم اسمزی و نگه داری تورژسانس و همچنین پایداری غشاءها و پروتئین‌ها محافظت می کنند. قندها در طول آبزدایی سلول ها با شیشه ای شدن سیتوپلاسم سبب تحمل گیاهان به خشکی می‌شود [۱۴]. تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی یکی از عوامل محافظت گیاهان در مقابل استرس های غیرزنده است. در این میان می توان به افزایش ترکیباتی نظیر گلوکز، فروکتوز، سوکروز و پلی‌الکل ها اشاره کرد [۲۷]. نتایج ما با نتایج جلیلی مرندی و همکاران [۴] و طلایی و همکاران [۸] روی ارقام انگور، پروین و همکاران روی گردو [۳]، فیفایی و همکاران روی مرکبات [۹] و عباسپور و همکاران [۱۱] روی پسته مطابقت داشت. نتایج حاصل از بررسی میزان ترکیبات فنلی برگ نشان داد که بیش ترین میزان ترکیبات فنلی برگ در رقم عسکری در دور آبیاری ۱۲ روز، رقم کشمشی سفید در دور آبیاری ۱۵ روز و در ارقام صاحبی و یاقوتی قرمز در دور آبیاری نه روز مشاهده شد (جدول ۳). آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز[1] آنزیم اصلی سنتز ترکیبات فنلی است که در پاسخ به تنش زنده و غیر زنده القاء می‌شود و به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کرده و رادیکال های آزاد را به دام می اندازد [۴۷]. احتمالاً دلیل افزایش ترکیبات فنلی تحت شرایط افزایش دور آبیاری در این پژوهش نیز افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز است. افزایش میزان ترکیبات فنلی برگ روی شوید [۷] و مریم گلی[۱۶] گزارش شده که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

نتایج حاصل از بررسی میزان پرولین برگ نشان داد که بیش ترین میزان پرولین در ارقام عسکری، کشمشی سفید و یاقوتی قرمز در دور آبیاری ۱۲ روز و در رقم صاحبی در دور آبیاری نه و ۱۲روز مشاهده شد. میزان پرولین برگ در رقم صاحبی بیش تر از سه رقم دیگر بود (جدول ۳) که این نشان‌دهندهٔ این است که احتمالاً رقم صاحبی نسبت به افزایش دور آبیاری متحمل تر است. تجمع پرولین در گیاهان به وسیلهٔ دو مسیر بیولوژیک، یکی مسیر وابسته به گلوتامات[2] و دیگری مسیر وابسته به اورنی تین انجام می‌شود. ظاهراً مسیر وابسته به گلوتامات در شرایط تنش خشکی، مسیر غالب است [۱۴]. کلروفیل و پرولین از مسیر گلوتامات سنتز می‌شوند [۳۵]. در شرایط تنش خشکی میزان کلروفیل کاهش می یابد که یکی از دلایل آن مصرف بیش تر گلوتامات به‌منظور تولید پرولین ذکر شده است [۵]. با توجه به این که در این پژوهش هم با کاهش میزان کلروفیل پرولین افزایش یافت، لذا می توان گفت احتمالاً دلیل کاهش کلروفیل تبدیل بیش تر گلوتامات به پرولین است. در بسیاری از گونه‌های گیاهی تجمع پرولین تحت تنش خشکی با میزان تحمل به تنش ارتباط داده شده است و به‌طورکلی نشان داده شده که غلظت آن در گیاهان مقاوم به تنش در شرایط تنش نسبت به گیاهان حساس به تنش بالاتر است [۱۹]. پرولین به‌عنوان محافظ اسمزی در طول دوره تنش عمل می‌کند و تجمع پرولین بخشی از پاسخ های فیزیولوژیکی به تنش های اعمال شده است. پرولین تحت تأثیر آنزیم ۱-پرولین ۵- کربوکسیلات سینتتاز حاصل می شود و بیان ژن های کنترل کننده تولید پرولین شدیداً تحت تأثیر تنش خشکی هستند [۳۳]. دلایل

1. henylalanine ammonia lyase

2. Glutamate

افزایش محتوای پرولین در شرایط تنش، احتمالاً با تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن در ارتباط است. این امر می تواند موجب تنش اکسیداتیو شود که حیات سلولی را به خطر می‌اندازد. به این ترتیب، از جمله پاسخ‌های گیاهان در برابر این نوع تنش، افزایش سطح پرولین و القای فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت است [۲۰]. نتایج این پژوهش با نتایج پروین و همکاران در گردو [۳]، فیفایی و همکاران در مرکبات [۹] شاهین و همکاران در زیتون [۴۳] و جلیلی مرندی و همکاران در انگور [۴] مطابقت دارد.

نتایج حاصل از بررسی محتوای آب نسبی برگ نشان داد که در ارقام کشمشی سفید و یاقوتی قرمز با افزایش دور آبیاری محتوای آب نسبی برگ افزایش و سپس کاهش یافت. محتوای آب نسبی برگ رقم صاحبی بیش تر از سه رقم دیگر بود که نشان دهندهٔ مقاومت بیش تر این رقم به افزایش دور آبیاری نسبت به سه رقم دیگر است (جدول ۳). در پژوهشی که روی برخی ارقام انگور صورت گرفت، در شرایط تنش خشکی محتوای آب نسبی برگ در رقم عسکری کم‌تر از رقم خوشناو و بیدانه سفید مشاهده شد. اما، در شرایط تنش شدید محتوای آب نسبی برگ در هر سه رقم کاهش یافت [۲۳]. در واقع محتوای آب نسبی برگ گیاه انگور در معرض تنش شدید خشکی کاهش می یابد [۲۳] و کاهش محتوای آب نسبی برگ از طریق تأثیر روی تنظیم اسمزی برای تحمل گیاه به تنش خشکی کمک می کند [۲۵]. بسته‌شدن روزنه نخستین پاسخ گیاه به تنش خشکی است، که به کاهش سرعت فتوسنتز می انجامد. با بسته‌شدن روزنهٔ برگ ها از CO_2 محروم شده و جذب کربن فتوسنتزی به نفع تنفس نوری کاهش می یابد. سطح آب برگ با هدایت روزنه‌ای اثر متقابل داشته و بین پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای همبستگی وجود دارد [۱۲]. در خاک خشک جریان تعرق منجر به بسته شدن روزنه‌ها می‌شود [۱۲]. در برخی گونه‌های انگور با کاهش فتوسنتز محتوای آب نسبی برگ هم کاهش می یابد [۲۱]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج قادری و همکاران در انگور [۲۳]، پروین و همکاران در گردو [۳] و رستمی شاهرجی و همکاران در پسته [۴۰] تطابق دارد.

۴. نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد در ارقام انگور مورد بررسی در اثر افزایش دور آبیاری مقدار رنگیزه‌های گیاهی و محتوای آب نسبی برگ کاهش و میزان پرولین، قندهای محلول و ترکیبات فنلی افزایش یافت، هر چند که میزان تغییر در ارقام متفاوت بود. لذا می‌توان گفت که شاخص‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک چهار رقم انگور عسکری، کشمشی سفید، صاحبی و یاقوتی قرمز تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفتند. همچنین با توجه به این که در این پژوهش بیش‌ترین میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، میزان قندهای محلول، ترکیبات فنلی، پرولین و محتوای آب نسبی برگ با افزایش دور آبیاری در رقم صاحبی مشاهده شد، به نظر می رسد که این رقم نسبت به ارقام عسکری، کشمشی سفید و یاقوتی قرمز به خشکی تحمل بیش‌تری داشته باشد. ضمناً پیشنهاد می شود سایر پارامترهای فیزیولوژیکی مرتبط با تنش خشکی از جمله میزان فتوسنتز، تبادلات گازی، اندازه و تراکم روزنه‌ها، پتانسیل آب، کارایی استفاده از آب، میزان ABA، جذب املاح معدنی و آنزیم‌های آنتی اکسیدان اندازه‌گیری و این آزمایش با سایر ارقام ایرانی که از مناطق مختلف جمع آوری شده باشند نیز انجام شود. همچنین، آزمایش در شرایط مزرعه و روی بوته‌های چند ساله انجام و حداقل به مدت دو سال هم تکرار شود.

منابع

۱. احمدی ک، قلی زاده ح، عبادزاده ح ر، حسین‌پور ر، حاتمی ف، عبدشاه ه، رضایی م م، کاظمی‌فرد ر و فضلی استبرق م (۱۳۹۴) آمارنامهٔ کشاورزی سال ۱۳۹۳. جلد سوم، وزارت جهادکشاورزی، تهران. ۱۴۷ ص.

۲. امیرقاسمی ت (۱۳۸۳) انگور، کاشت- داشت- برداشت- فرآوری. آیندگان، تهران. ۱۹۲ صفحه.

۳. پروین پ، خضری م و توسلیان ا (۱۳۹۳) بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دانهال گردوی ایرانی. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۱(۳): ۱-۲۵.

۴. جلیلی مرندی ر، حسنی ع، دولتی بانه ح، عزیزی ح و حاجی تقی‌لو ر (۱۳۹۰) تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژیکی سه رقم انگور (*Vitis vinifera* L.). علوم باغبانی ایران. ۴۲(۱):۳۱-۴۰.

۵. حیدری شریف‌آباد ح (۱۳۷۹) گیاه، خشکی و خشکسالی. مؤسسهٔ تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور. تهران ۲۰۰ص.

۶. رضایی ط، غلامی م، ارشادی ا و مصدقی م ر (۱۳۸۶) اثر تنش آبی بر خصوصیات رشدی و فیزیولوژیکی ۵ رقم انگور (*Vitis vinifera* L.). آب و خاک و گیاه در کشاورزی. ۷(۴):۱۹۹-۲۱۰.

۷. ستایش‌مهر ز و گنجعلی ع (۱۳۹۲) بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.). علوم باغبانی.۲۷(۱):۲۷-۳۵.

۸. طلایی ع ر، قادری ن، عبادی ع و لسانی ح (۱۳۹۰) پاسخ های بیوشیمیایی دو رقم انگور ساهانی و بیدانه سفید به تغییرات پتانسیل آب خاک. علوم باغبانی ایران. ۴۲(۳):۳۰۱-۳۰۸.

۹. فیفایی ر، فتوحی قزوینی ر، گلعین ب و حمیداوغلی ی (۱۳۹۴) اثر تنش خشکی بر مقدار پرولین، قندهای محلول، مالون دی‌آلدئید و رنگدانه‌ها در پایه‌های تجاری مرکبات شمال کشور. به‌زراعی کشاورزی. ۱۷(۴):۹۳۹-۹۵۲.

۱۰. قادری ن، سی و سه مرده ع و شاهویی س ص (۱۳۸۵) بررسی اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در دو رقم انگور. علوم کشاورزی ایران. ۳۷(۱):۴۵-۵۵.

11. Abbaspour H, Saeidi-Sar S and Afshari H (2012) Improving drought tolerance of *Pistacia vera* L. seedlings by arbuscular mycorrhiza under greenhouse conditions. Journal of Medicinal Plants Research. 5(32): 7065-7072.

12. Anjum SA, Xie XY, Wang LC, Saleem MF, Man C and Lei W (2011) Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research. 6: 2026-2032.

13. Bannayan M, Nadjafi F, Azizi M, Tabrizi L and Rastgoo M (2008) Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products. 27: 11-16.

14. Bartels D and Sunkar R (2005) Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences. 24: 23–58.

15. Bertamini M, Zulini L, Muthuchelian K and Nedunchezhian N (2006) Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants. Photosynthetica. 44(1): 151-154.

16. Bettaieb I, Hamrouni-Sellami I, Bourgou S, Limam F and Marzouk B (2011) Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of *Salvia officinalis* L. Acta Physiologiae Plantarum. 33: 1103–1111.

17. Bota J, Stasyk O, Flexas J and Medrano H (2004) Effect of water stress on partitioning of C labelled photosynthates in *Vitis vinifera*. Plant Biology. 31(7): 697–708.

18. Chang CC, Yang MH, Wen HM and Chern JC (2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10: 178-182.

19. Demiral T and Turkan I (2004) Does exogenous glycinebetaine affect antioxidative system of rice seedlings under NaCl treatment? Journal of Plant Physiology. 161: 1089-1110.

20. Dixit V, Pandey V and Shyam R (2001) Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea. Journal of Experimental Botany. 52: 1101-1109.

21. Flexas J, Bota J, Loreto F, Cornic G and Sharkey TD (2004) Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biology. 6: 269–279.

22. Gashi B, Abdullai K and Kongjika E (2012) Comparison of photosynthetic pigment contents of the resurrection plants *Ramonda serbica* and *Ramonda nathaliae* of some different populations from Kosovo, Albania and Macedonia. American Journal of Plant Sciences. 3: 1588-1593.

23. Ghaderi N, Talaie AR, Ebadi A and Lessani H (2011) The physiological response of three Iranian grape cultivars to progressive drought stress. Journal of Agricultural Science and Technology. 13: 601-610.

24. Gomez-Del-C M, Baeza P, Ruiz C and Lissarrague JR (2004) Water stress induced physiological changes in leaves of four container grown grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). Vitis. 46: 99-105.

25. Irigoyen JJ, Emerich DW and Sanchez-Diaz M (1992) Water stress induced changing concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medcago sativa)* plants. Physiologia plantarum. 84: 67-72.

26. Isfendiyaroglu M and Zeker E (2002) The relation between phenolic compound and seed dormancy in *Pistacia spp.* In: AKB E (ed.). 11 Grema Serr Pistachios and Almond. Chieres Optins Mediterraneenes. pp. 232-277.

27. Jenks AM and Hasegawa M P (2005) Plant Abiotic Stress. Blackwell Publishing Ltd, Iowa, 290p.

28. Kameli A and Losel DM (1995) Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. Journal of Plant Physiology. 145: 363-366.

29. Khalid AK, Hendawy SF and El-Gezawy E (2006) *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2(1): 25-32.

30. Kiani SP, Maury P, Sarrafi A and Grieu P (2008) "QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions". Plant Science. 175: 565–573.

31. Lawlor DW and Cornic G (2002) Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plant. Plant Cell and Environment. 25: 275-294.

32. Lichtenthaler HK (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomemranes. Methods Enzymol. 148: 350–382.

33. Madhava Roa KV, Raghavendra AS and Janardhan Reddy K (2006) Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants (Eds.). Springer, Netherland, pp.15-39.

34. Mafakheri A, Siosemardeh A, Bahramnejad B, Struik PC and Sohrabi E (2010) Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science. 4(8): 580-585.

35. Mahajan S and Tuteja N (2005) Cold, salinity and drought stresses: An overview. Biochemistry and Biophysics. 444: 139-158.

36. Oliviera-Neto CF, Silva-Lobato AK, Goncalves-Vidigal MC and Costa RCL Santos.Filho BG Alves GAR Silva-Maia WJM Cruz FJR Neres HKB and Santos Lopes MJ (2009) Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Science and Technology. 7: 588-593.

37. Paquin R and Lechasseur P (1979) Observations sure one method de dosage de la proline libber dens les extra its de plants. Canadian Journal of Botany. 57: 1851-1854.

38. Pinhero RG, Rao MV, Palyath G, Murr DP and Fletcher RA 2001. Changes in the activities of antioxidant enzymes and their relationship to genetic and paclobutrazol-induced chilling tolerance of maize seedlings. Plant Physiology. 114: 695-704.

39. Ranjan R, Bohra SP and Jeet AM (2001) Book of plant senescence. Jodhpur Agrobios, New York. pp. 18-42.

40. Rostami Shahraji T, Hajimerazi A and Shababian N (2010) Physiological responses of *Pistacia khinjuk* (stocks) seedling to water stress. International Journal of Biological Technology. 1(2):44-49.

41. Sairam RK, Deshmukh PS and Saxena DC (1998) Role of antioxidant systems in wheat. Genotype tolerance to water stress. Biologia Plantarum. 41(3): 387-394.

42. Sgherri CLM, Pinzino C and Navari-izzo F (2006) Chemical changes and O2 production in thylakoid membranes under water stress. Physiologia plantarum. 87: 211-216.

43. Shaheen MA, Hegazi AA and Hmmam SAI (2011) Effect of water stress on vegetative characteristics and leaves chemical constituents of come transplants olive cultivars. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 11(5): 663-670.

44. Silva J, Oson J, Fonseca F and Correia M (2004) The effects of soil during and subsequent rewatering on the activiting of nitrate reductase in root and leaves of *Helianthus annuus*. Functional. Plant Biology. 31(6): 611-621.

45. Silva MA, Jifon JL, Silva JAG and Sharma V (2007) Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Brazilian Journal of Plant Physiology. 19: 93–201.

46. Sircelj H, Tausz M, Grill D and Batic F (2007) Detecting different levels of drought stress in apple (Malus domestica Borkh.) with selected biochemical and physiological parameters. Scientia Horticulturae. 113: 362-369.

47. Tian X and Li Y (2006) Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedlings. Biologia Plantarum. 50: 775-778.

48. Turner NC (1981) Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil. 58: 339-366.

49. Turner NC, Begg JE and Tonnet ML (1978) Osmatic adjustment of sorghum and sunflower crops in response to water deficit and its influence on water potential at which stomata close. Australian Journal of Plant Physiology. 5: 597-608.

50. Vahdati K and Lesli CA (2013) Abiotic Stress – Plant Responses and Application in Agriculture. InTech, Croatia, 410p.

51. Woodward AJ and Bennett IJ (2005) The effect of salt stress and abscisic acid on prolin production, chlorophyll content and growth of in vitro propagated shoots of Eucalyptus camaldulensis Plant Cell. Tissue and Organ Culture. 82(2): 189-200.

52. Yanbao L, Chunying Y and Chunyang L (2006). Differences in some morphological, physiological and biochemical responses to drought stress in two contrasting population of *Populus przewalskii* Physiologia Plantarum. 127: 182-191.

53. Yu X, Du X and Song L (2007) Effects of water stress on the growth and ecophysiology of seedlings of the *Rhus typhina*. Scientia Silvge Sinicae. 43: 57-61.

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)
Vol. 20 ■ No. 1 ■ Spring 2018

Effects of irrigation intervals on some physiological and biochemical characteristics in four Iranian grapevine cultivars

Majid Esmaeilizadeh[1], Azam Lotfi[2], Seyed Hossein Mirdehghan[3], Mohammad-Hossein Shamshiri[1]*

1. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-E- Asr University, Rafsanjan, Iran
2. Former M.Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-E- Asr University, Rafsanjan, Iran
3. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-E- Asr University, Rafsanjan, Iran

Received: July 17, 2016 **Accepted: November 1, 2016**

Abstract

In order to investigate the effects of irrigation intervals on pigments and biochemical components of four grapevine cultivars (Yaghooti-e-Ghermez, Askari, Sahebi and Keshmeshi-e-Sefid), an experiment was conducted with five irrigation treatments (3, 6, 9, 12 and 15 days interval) in four replications in greenhouse in 2012. The results of this experiment showed that irrigation intervals have effected on physiological and biochemical factors of grapevine cultivars. The amount of chlorophyll a, b and total chlorophyll in four cultivars were reduced with increasing irrigation intervals, and maximum reduction was observed in 15 days interval irrigation in four cultivars. The maximum and the minimum of chlorophyll a, b, total chlorophyll and carotenoids content were observed in 'Sahebi' at 6 days interval irrigation and 'Askari' at 15 days, respectively. Total soluble sugars, phenolic compounds and proline contents of leaves in all cultivars increased and leaf relative water content decreased with increasing diurnal irrigation. The maximum leaf relative water content and proline was observed in Sahebi cultivar and the minimum value was belonged to Yaghooti-e-Ghermez and Askari cultivars. Based on the results of this study, it seems that Sahebi cultivar had more tolerant in increasing irrigation intervals compared to Yaghooti-e-Ghermez, Askari and Keshmeshi-e-Sefid cultivars.

Keywords: chlorophyll, drought stress, proline, sahebi, soluble sugar.

Corresponding Author: esmaeilizadeh@vru.ac.ir