



## به‌زرای 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<sup>۱\*</sup>، اعظم لطفی<sup>۲</sup>، سیدحسین میردهقان<sup>۳</sup>، محمدحسین شمشیری<sup>۱</sup>

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

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۷

### چکیده

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری بر رنگیزه‌ها و ترکیبات بیوشیمیایی چهار رقم انگور (یاقوتی قرمز، عسکری، صاحبی و کشمش سفید) پژوهشی با پنج تیمار آبیاری (۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز در میان) در چهار تکرار به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۰-۹۱ در شرایط گلخانه‌ای در گلخانه‌های پژوهشی دانشکده 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 بیش‌ترین کاهش در دور آبیاری ۱۵ روز در هر چهار رقم مشاهده شد. بیش‌ترین 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 همه ارقام با افزایش دور آبیاری افزایش و محتوای آب نسبی برگ کاهش یافت. بیش‌ترین میزان محتوای آب نسبی برگ و پرولین در رقم صاحبی و کم‌ترین 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 کشمش سفید باشد.

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

## ۱. مقدمه

یکی از گیاهانی که در مقابل کم آبی مقاوم بوده و می توان آن را حداقل با ۳۵۰ میلی متر بارندگی به صورت دیم تولید کرد انگور است [۲]. سطح زیر کشت انگور در سال ۱۳۹۳ در ایران ۲۹۰۰۱۰/۸ هکتار و میزان تولید آن ۳۰۴۹۸۷۳/۲ تن بوده است. از مجموع ۳۱ استان کشور که در همه آن ها پرورش انگور کم و بیش وجود دارد، در ۲۳ استان کشور انگور به صورت دیم پرورش داده می شود که سطحی معادل ۷۲۹۰۶/۶ هکتار و ۲۷۲۰۹۳/۳ تن را به خود اختصاص داده است [۱].

گیاهان در طبیعت به طور مداوم در معرض تنش های زنده و غیرزنده قرار دارند. در میان این تنش ها، خشکی یکی از نامطلوب ترین عوامل رشد و بهره وری 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 می شود که مقدار آب دریافتی گیاه کمتر از تلفات آن باشد [۹]. کمبود آب بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه اثر می گذارد و با کاهش میزان آب در دسترس گیاه و محتوای آب نسبی برگ کاهش مقدار کلروفیل a و b در انگور گزارش شده است [۱۵]. کاروتنوئیدها از جمله رنگیزه های گیاهی دیگری هستند که میزان آن ها تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرد [۳]. کاروتنوئیدها به عنوان رنگیزه کمکی در فرایند فتوسنتز مؤثرند و نقش های مهم دیگری چون محافظت از غشاهای تیلاکوئیدی و جلوگیری از اکسیداسیون نوری کلروفیل ها را نیز بر عهده دارند [۳۱]. کاروتنوئیدها با استفاده از چرخه گزانتوفیل و با واکنش های اپوکسیداسیون<sup>۱</sup>

فرایندی که طی آن زآگزانتین<sup>۲</sup> با صرف O<sub>2</sub> و NADPH<sub>2</sub> به ویولاگزانتین<sup>۳</sup> تبدیل می شود) و دیپوکسیداسیون<sup>۴</sup> (فرایندی که طی آن ویولاگزانتین احیا و تبدیل به زآگزانتین می شود) مصرف اکسیژن را کاهش داده و از کلروفیل در مقابل اکسیداسیون نوری محافظت می کنند [۴۱].

افزایش قندهای محلول در سلول های گیاهی سبب کاهش پتانسیل اسمزی و متعاقباً پتانسیل آبی شده و جذب آب به درون سلول ها را آسان می کند [۳۶]. از جمله مکانیسم های آنتی اکسیدانی گیاهان تحت تنش خشکی، افزایش سطوح ترکیبات فنلی است، چرا که این گونه ترکیبات به عنوان پالاینده های گونه های اکسیژن فعال عمل کرده و در نتیجه سبب ثبات غشاهای سلولی و مانع از پراکسیداسیون لیپید می شوند [۱۸]. پاسخ های دفاعی گیاهان به تنش های محیطی باعث تولید چندین متابولیت ثانویه مثل فنل ها و مولکول هایی با وزن مولکولی پایین، می شوند. ترکیبات فنلی بیش تر فعالیت ضد اکسیداسیونی را افزایش می دهند [۲۹]. هرگونه تنش برگیه، مقدار ترکیبات فنلی را افزایش می دهد و وجود چنین ترکیباتی موجب کاهش استقرار میکروارگاناسم ها می شود [۴۴].

تنش خشکی در دو رقم انگور خوشناو و رشه موجب کاهش کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کربوهیدرات های محلول و افزایش مقدار پرولین برگ شد به طوری که کاهش کربوهیدرات های 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 می یابد [۱۷]. در بررسی عکس العمل پنج رقم انگور به تنش کم آبی، محتوای آب نسبی برگ کاهش یافت. به طوری که بیش ترین کاهش در رقم شاهانی و کم ترین

2. Zeaxanthin  
3. Violaxanthin  
4. De-epoxidation

1. Epoxidation

## ۲. مواد و روش‌ها

نخست قلمه‌های خشبی چهار رقم انگور عسکری، یاقوتی قرمز، کشمش سفید و صاحبی در اسفندماه ۱۳۹۰ از تاکستان‌های شهرستان خرم آباد واقع در استان لرستان تهیه و بلافاصله برای ریشه‌زایی به گلخانه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (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.

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 کشمش سفید به منظور دستیابی به ارقام متحمل به خشکی با استفاده از نشانگرهای بیوشیمیایی بود.

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

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

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 درجه سلسیوس، میانگین حداقل دمایی گلخانه در شب ۲۱/۱ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی ۶۲/۷ درصد ثبت شد.

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

(۲)

$RWC = \frac{(\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تر برگ})}{100} \times 100$  (وزن خشک برگ-وزن برگ در حالت تورژسانس)  
مشابه روش قبلی از هر گلدان تعدادی برگ به صورت تصادفی جمع‌آوری، 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، پروتئین، کربوهیدرات‌های محلول و ترکیبات فنلی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

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

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه به اجرا درآمد. فاکتورها شامل نوع رقم (چهار رقم) و دور آبیاری (۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز) بود که به مدت 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 درجه سلسیوس قرار دادیم تا خشک شود. مجدداً آن را وزن کرده (وزن ثانویه) سپس ظرفیت مزرعه‌ای از رابطه زیر محاسبه شد.

(۱)

$100 \times (\text{وزن ثانویه} / (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})) = \text{ظرفیت مزرعه}$   
بر این اساس در زمان‌های آبیاری گلدان‌ها وزن شده و

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 (میلی گرم در لیتر) تهیه و اندازه گیری شد. سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد غلظت پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد [۳۷].

برای اندازه‌گیری قندهای محلول، ۰/۱ میلی لیتر از عصاره‌الکلی که قبلاً برای اندازه‌گیری پرولین تهیه شده بود با سه میلی لیتر از آنترون تازه تهیه شده (۲۰۰ میلی گرم آنترون به علاوه ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم جوش قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. پس از خنک شدن، میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه شد. برای تهیه استاندارد قندها از گلوکز خالص در غلظت‌های صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰، ۱۷۵۰، ۲۰۰۰، ۲۲۵۰ و ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه و جذب آن‌ها اندازه‌گیری شد، سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد غلظت قندهای محلول بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ به دست 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 فالتون ریخته و به مدت ۴۸ ساعت در تاریکی نگهداری شد. سپس ۱ میلی لیتر از روشناور آن را برداشته، ۱ میلی لیتر 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 به مدت 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،

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 میلی لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شده تا به صورت محلول یکنواختی در آمد، این نمونه‌ها به لوله‌های سانتریفیوژ منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. در مرحله 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].

به منظور 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 فالتون ریخته شد. عمل استخراج دوبار و هر بار با پنج میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد تکرار شد. محلول به دست 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 میلی لیتر از عصاره الکلی فوق الذکر را با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق کرده و پنج میلی لیتر 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 هم زدن به مدت چند ثانیه، محلول به مدت 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

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<sub>2</sub> 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 محدودکننده غیرروزی‌ای به حساب آید. کلروپلاست و رنگیزه‌های گیاهی موجود در کلروپلاست تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند و تنش خشکی از طریق هیدرولیز کردن پروتئین‌های تیلاکوئیدی باعث کاهش کلروفیل a و b می‌شود [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 کشمش سفید بین سطوح آبیاری تفاوت معناداری دیده نشد. بیشترین میزان کاروتنوئید در رقم صاحبی در دور آبیاری شش روز و کمترین میزان کاروتنوئید در رقم عسکری و در دور آبیاری ۱۵ روز مشاهده شد (جدول ۲). گزارش شده است که تنش خشکی موجب تولید گونه‌های اکسیژن فعال<sup>۱</sup> در تیلاکوئیدها شده و میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها را کاهش می‌دهد [۳۰]. همچنین، بیان شده

۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه و اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد مقدار ترکیبات فنلی بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد [۲۶]. نتایج و داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار SAS (ویرایش ۹/۱) تجزیه و تحلیل آماری شده و برای مقایسه 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 کلروفیل a, b, کلروفیل کل و کاروتنوئید در هر چهار رقم کاهش معناداری را نشان داد به طوری که کمترین میزان کلروفیل a, 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، کشمش سفید و یاقوتی قرمز بیشترین 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 کلروفیل b در رقم صاحبی در دور آبیاری شش روز و کمترین میزان کلروفیل b در رقم عسکری در دور آبیاری ۱۵ روز مشاهده شد. کمترین میزان کلروفیل b در ارقام عسکری و کشمش 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، به طوری که بیشترین میزان کاهش کلروفیل کل برگ در ارقام عسکری و یاقوتی قرمز در دور آبیاری ۱۵ روز و در ارقام صاحبی و کشمش سفید در دور آبیاری ۱۲ روز مشاهده شد (جدول ۲).

1. Reactive Oxygen Species=ROS

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

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، به دلیل 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.

جدول ۲. 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)	کلروفیل کل (mg/gr DW)	کاروتنوئید (mg/gr DW)
عسکری	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	۲/۵۲±۰/۱۶ab
	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
کشمشی سفید	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
	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
صاحبی	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
	۹	۶/۸۰±۰/۲۸abc	۵/۵۷±۰/۲۲bcd	۱۲/۳۷±۱/۰۳abc	۲/۴۳±۰/۱۸abcd
	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
یاقوتی قرمز	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±۰/۱۸ab	۱۲/۸۹±۱/۹۶ab	۲/۵۱±۰/۳۱ab
	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 تجزیه واریانس اثر دور آبیاری بر میزان پرولین، قندهای محلول، ترکیبات فنلی و محتوای آب نسبی برگ انگور نشان داد که دور آبیاری اثر معناداری 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.

جدول ۳. مقایسه 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±۴/۳۸abcd
	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	۷۳/۰۳±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



است. افزایش میزان ترکیبات فنلی برگ روی شوید [7] و مریم گلی [16] گزارش شده که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

نتایج حاصل از بررسی میزان پرولین برگ نشان داد که بیشترین میزان پرولین در ارقام عسکری، کشمش سفید و یاقوتی قرمز در دور آبیاری ۱۲ روز و در رقم صاحبی در دور آبیاری نه و ۱۲ روز مشاهده شد. میزان پرولین برگ در رقم صاحبی بیشتر از سه رقم دیگر بود (جدول ۳) که این نشان‌دهنده این است که احتمالاً رقم صاحبی نسبت به افزایش دور آبیاری متحمل تر است. تجمع پرولین در گیاهان به وسیله دو مسیر بیولوژیک، یکی مسیر وابسته به گلوتامات<sup>۲</sup> 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 می‌یابد که یکی از دلایل آن مصرف بیشتر گلوتامات به منظور تولید پرولین ذکر شده است [۵]. با توجه به این که در این پژوهش هم با کاهش میزان کلروفیل پرولین افزایش یافت، لذا می‌توان گفت احتمالاً دلیل کاهش کلروفیل تبدیل بیشتر گلوتامات به پرولین است. در بسیاری از گونه‌های گیاهی تجمع پرولین تحت تنش خشکی با میزان تحمل به تنش ارتباط داده شده است و به‌طور کلی 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 پاسخ‌های فیزیولوژیکی به تنش‌های اعمال شده است. پرولین تحت تأثیر آنزیم ۱-پرولین ۵-کربوکسیلات سینتتاز حاصل می‌شود و بیان ژن‌های کنترل‌کننده تولید پرولین شدیداً تحت تأثیر تنش خشکی هستند [۳۳]. دلایل

می‌توان گفت احتمالاً علت افزایش قندهای محلول طی افزایش دور آبیاری در این آزمایش به دلیل 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 می‌کنند. در شرایط تنش، قندها از سلول‌ها از طریق تنظیم اسمزی و نگه‌داری تورژسانس و همچنین پایداری غشاءها و پروتئین‌ها محافظت می‌کنند. قندها در طول آبدایی سلول‌ها با شیشه‌ای شدن سیتوپلاسم سبب تحمل گیاهان به خشکی می‌شود [۱۴]. تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی یکی از عوامل محافظت گیاهان در مقابل استرس‌های غیرزنده است. در این میان می‌توان به افزایش ترکیباتی نظیر گلوکز، فروکتوز، سوکروز و پلی‌الکل‌ها 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 بیشترین میزان ترکیبات فنلی برگ در رقم عسکری در دور آبیاری ۱۲ روز، رقم کشمش 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 آمونیا لیاز<sup>۱</sup> آنزیم اصلی سنتز ترکیبات فنلی است که در پاسخ به تنش زنده و غیرزنده القاء می‌شود و به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کرده و رادیکال‌های آزاد را به دام می‌اندازد [۴۷]. احتمالاً دلیل افزایش ترکیبات فنلی تحت شرایط افزایش دور آبیاری در این پژوهش نیز افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز

بسته شدن روزنه‌ها می‌شود [۱۲]. در برخی گونه‌های انگور با کاهش فتوسنتز محتوای آب نسبی برگ هم کاهش می‌یابد [۲۱]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج قادری و همکاران در انگور [۲۳]، پروین و همکاران در گردو [۳] و رستمی شاهرچی 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، کشمش 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 می‌رسد که این رقم نسبت به ارقام عسکری، کشمش سفید و یاقوتی قرمز به خشکی تحمل بیش‌تری داشته باشد. ضمناً پیشنهاد می‌شود سایر پارامترهای فیزیولوژیکی مرتبط با تنش خشکی از جمله میزان فتوسنتز، تبادل گاز، اندازه و تراکم روزنه‌ها، پتانسیل آب، کارایی استفاده از آب، میزان ABA، جذب املاح معدنی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان اندازه‌گیری و این آزمایش با سایر ارقام ایرانی که از مناطق مختلف جمع‌آوری 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.

افزایش محتوای پرولین در شرایط تنش، احتمالاً با تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن در ارتباط است. این امر می‌تواند 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 آنتی‌اکسیدانت 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 کشمش سفید و یاقوتی قرمز با افزایش دور آبیاری محتوای آب نسبی برگ افزایش و سپس کاهش یافت. محتوای آب نسبی برگ رقم صاحبی بیش‌تر از سه رقم دیگر بود که نشان‌دهنده مقاومت بیش‌تر 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 می‌یابد [۲۳] و کاهش محتوای آب نسبی برگ از طریق تأثیر روی تنظیم اسمزی برای تحمل گیاه به تنش خشکی کمک می‌کند [۲۵]. بسته‌شدن روزنه نخستین پاسخ گیاه به تنش خشکی است، که به کاهش سرعت فتوسنتز می‌انجامد. با بسته‌شدن روزنه برگ‌ها از CO<sub>2</sub> محروم شده و جذب کربن فتوسنتزی به نفع تنفس نوری کاهش می‌یابد. 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

منابع

۱. احمدی ک، قلی زاده ح، عبادزاده ح ر، حسین پور ر، حاتمی ف، عبدشاه ه، رضایی م م، کاظمی فرد ر و فضلی استبرق م (۱۳۹۴) آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳. جلد سوم، وزارت جهاد کشاورزی، تهران. ۱۴۷ ص.
۲. امیرقاسمی ت (۱۳۸۳) انگور، کاشت- داشت- برداشت- فراوری. آیندگان، تهران. ۱۹۲ صفحه.
۳. پروین پ، خضری م و توسلیان ا (۱۳۹۳) بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص های ریخت شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دانهال گردوی ایرانی. پژوهش های تولید گیاهی. ۲۱(۳): ۱-۲۵.
۴. جلیلی مرندی ر، حسنی ع، دولتی بانه ح، عزیزی ح و حاجی تقی لور (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 شریف آباد ح (۱۳۷۹) گیاه، خشکی و خشکسالی. مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور. تهران ۲۰۰ ص.
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. ستایش مهر ز و گنجعلی ع (۱۳۹۲) بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شویید (*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، گلچین ب و حمید اوغلی ی (۱۳۹۴) اثر تنش خشکی بر مقدار پرولین، قندهای محلول، مالون دی آلدئید و رنگدانه ها در پایه های تجاری مرکبات شمال کشور. به زراعی 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 Nedunchezian 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 (*Medicago 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 biomembranes. *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 O<sub>2</sub> 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 activating 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 Silvae 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 Esmailizadeh<sup>1\*</sup>, Azam Lotfi<sup>2</sup>, Seyed Hossein Mirdehghan<sup>3</sup>, Mohammad-Hossein Shamshiri<sup>4</sup>*

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.