

## ارزیابی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چند رقم انگور امیدبخش در شرایط کم‌آبایی

آذر صیدی<sup>۱</sup>، اسماعیل سیفی<sup>۲\*</sup> و ولی‌اله رسولی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۹)

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام امید بخش انگور انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج رقم انگور روسی (Qazagiski Ramphi, Supran Bulgar, Muscat Yamtazini, Kishmish Hisrao, Besmiamphi Ramphi) و دو رقم ایرانی (چفته و بی‌دانه سفید) و سه سطح خشکی (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بصورت گلدانی در گلخانه ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان انجام شد. بعد از اعمال تنش صفاتی مانند فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز، هیدروژن پراکسیداز، غلظت قند محلول، پروتئین کل، غلظت پرولین، میزان کلروفیل، رطوبت نسبی برگ، نشت یونی و شاخص پایداری غشاء سلولی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد کاهش میزان آب آبیاری به ترتیب در ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آسکوربیک پراکسیداز، پراکسیداز هیدروژن، پراکسیداز، پرولین، قند محلول و گایاکول پراکسیداز گردید. کاهش میزان آب آبیاری باعث کاهش معنی‌دار نشت یونی، ظرفیت نسبی آب برگ، کلروفیل a، کلروفیل b و کاهش شاخص پایداری غشاء سلولی گردید. به طور کلی رقم Qazagiski Ramphi در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی از تحمل به تنش بالاتری برخوردار بود و ارقام بی‌دانه سفید و Besmiamphi Ramphi به ترتیب در رتبه دوم و سوم تحمل به تنش خشکی قرار گرفتند.

کلمات کلیدی: انگور، آنزیم، پرولین، تنش خشکی

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳- استادیار پژوهش، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

\* پست الکترونیک: esmaeilseifi@yahoo.com

## مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از محصولات استراتژیک باغی دنیا و ایران محسوب می‌شود که بخاطر ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای سطح زیر کشت وسیعی دارد (مؤیدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸) و سهم بالایی از صادرات غیر نفتی در حوزه کشاورزی را پس از پسته به خود اختصاص داده است (رسولی، ۱۳۹۷).

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی و عامل محدود کننده رشد، تکامل و عملکرد محصولات زراعی و باغی است (مؤیدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸). به طور کلی تاک با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک و اقلیم معتدله سردسیری سازگاری خوبی داشته است (چاوز<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). بررسی صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در انتخاب رقم‌های مقاوم تاک به خشکی بسیار حائز اهمیت هستند. از جمله این صفات می‌توان به کارایی مصرف آب، محتوای کلروفیل، ظرفیت آنتی اکسیدانی، کاهش کم‌تر در محتوای نسبی آب، تنظیم اسمزی بهتر، ظرفیت رشدی و قابلیت فتوسنتزی بیش‌تر برگ‌ها اشاره کرد (لویی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). تنظیم اسمزی از نظر تجمع املاح سازگار به عنوان یک سازگاری مهم فیزیولوژیکی گیاه برای مقاومت در برابر خشکی در نظر گرفته شده است که این امر جذب آب از خاک و نگهداری آماس سلول، تبادل گاز و رشد در محیط‌های بسیار خشک را تسهیل می‌کند (چاوز و همکاران، ۲۰۰۳). همراه با تجمیع املاح سازگار و افزایش فعالیت آنتی اکسیدان‌ها، افزایش قابل توجهی در میزان پرولین در برگ‌های تاک مشاهده شده است (دوپیس<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). در شرایط تنش آبی این اسید آمینه نقش محافظتی در برابر تشکیل گونه‌های اکسیژن فعال<sup>۴</sup> (ROS) دارد. سلول‌های گیاهی برای حفاظت در برابر این آسیب‌ها به سیستم جاروب کننده رادیکال‌های آزاد مجهز هستند. این سیستم شامل آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی (کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسی‌دسموتاز و ...) و غیرآنزیمی هست (مؤیدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸). تحقیقات متعدد بیانگر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر در ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در انگور (مؤیدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸)، سیب

(ونگ<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۲) و انار (ابتدایی و شکافنده<sup>۶</sup>، ۲۰۱۷) است. شناخت پاسخ‌های فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌ها به تنش متوسط و شدید آب نه تنها برای تعیین آستانه سطح استرس بلکه برای شناسایی ارقام حساس و مقاوم در برابر تنش خشکی از موارد ضروری در برنامه‌های به‌نژادی انگور است.

با توجه به پراکنده بودن انگورکاری‌های ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بوته‌های انگور در قسمتی از رشد سالیانه خود در فصل تابستان که تبخیر و تعرق زیاد است به شدت تحت تأثیر تنش کم‌آبی و خشکی قرار می‌گیرند که منجر به کاهش گل‌انگیزی و پیری فیزیولوژیک و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود (سوخت‌سرای و همکاران، ۱۳۹۸) هدف از پژوهش حاضر، تعیین تغییرات برخی عوامل فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ناشی از سطوح تنش خشکی در ارقام انگور امیدبخش است. بررسی این صفات تحت شرایط کم‌آبی به عنوان نشانگرهای مقاومت به تنش منجر به شناسایی مقاوم‌ترین رقم در شرایط خشک و کم‌آب کشور و توسعه مناطق کشت ارقام مناسب می‌شود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین اجرا شد. مواد گیاهی شامل پنج رقم انگور روسی مقاوم به خشکی (Qazagiski Ramphi, Supran Bulgar, Muscat) (Yamtazini, Kishmish Hisrao and Besmiamphi Ramphi) که سازگاری آن‌ها قبلاً در منطقه آذربایجان غربی و قزوین ارزیابی شده است (رسولی و دولتی‌بانه، ۱۳۹۶) و دو رقم ایرانی شامل رقم انگور چفته به عنوان رقم مقاوم به خشکی در میان ارقام محلی استان قزوین (رسولی و گل‌محمدی، ۱۳۹۸) و بی‌دانه سفید به عنوان رقم غالب منطقه و به عنوان شاهد بودند. این آزمایش در شرایط گلخانه، داخل گلدان در سه تکرار و دو قلمه در هر گلدان (واحد آزمایشی) به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. در فصل پاییز قلمه‌های سه جوانه‌ای ارقام مورد نظر با قطر هفت تا ده میلی‌متر از کلکسیون ملی انگور تهیه و برای ریشه‌زایی به گلخانه منتقل گردید. جهت تسهیل کالوس و ریشه‌زایی قلمه‌ها به

1. Chaves
2. Liu
3. Doupis
4. Reactive oxygen species

5. Wang

6. Ebtadaie and Shekafandeh

روش ناکانو و آسادا<sup>۱۰</sup> (۱۹۸۱)، اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز از روش دهیندا و سته<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۸) و برای اندازه‌گیری میزان قند محلول در برگ از روش شلیگل<sup>۱۲</sup> (۱۹۸۶) استفاده شد. به منظور تعیین اثر تیمارهای آزمایشی در صفات مورد بررسی از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در تیمارهای آزمایشی از روش مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. به منظور انتخاب ارقام با تحمل بالای کم آبیاری از رتبه‌بندی ارقام بر اساس نتایج مقایسه میانگین استفاده گردید که که ارقام با عدم اختلاف معنی‌دار، کدهای یکسان دریافت نمودند که کم‌ترین عدد رتبه نشان‌دهنده تحمل بالا بود (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۸۹). صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. ملاک قضاوت صحت نتایج بر اساس حداقل خطای ۵٪ در نظر گرفته شد.

#### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری و رقم در خصوصیات بیوشیمیایی به غیر از اثر رقم بر پروتئین کل معنی‌دار بود. ولی اثر متقابل آبیاری و رقم فقط در فعالیت آنزیم پراکسیداز و گایاکول پراکسیداز معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر سطوح آبیاری در خصوصیات فیزیولوژیکی معنی‌دار بوده، ولی اثر رقم فقط در مقادیر RWC و کلروفیل b معنی‌دار بود. اثر متقابل آبیاری و رقم در هیچکدام از خصوصیات فیزیولوژیکی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری در صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در جدول ۳ نشان داده شده است. کاهش میزان آب آبیاری به ترتیب در ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز هیدروژن، پراکسیداز، پرولین، قند محلول و گایاکول پراکسیداز گردید به طوری که آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه باعث افزایش مقادیر این صفات گردید. از طرف دیگر کاهش آبیاری باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پروتئین کل گردید. افزایش میزان

مدت یکماه در خاک اره و بصورت وارونه نگهداری شد. قلمه‌ها پس از ریشه‌زایی به گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری که ۲۵ سانتی‌متر آن با خاک (ترکیب خاک زراعی، ماسه و کود حیوانی پوسیده با نسبت ۱:۱:۱) پر شده بود، منتقل گردید. تنش خشکی در سه سطح ۱۰۰ (شاهد)، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه (پرانچیانکیس و آنجلاکیس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸) اعمال شد. برای تعیین میزان آب مصرفی، گلدان‌های شاهد هر رقم تا حد غرقاب آبیاری و دو روز بعد میزان زه‌آب و آب مانده در گلدان توزین و ثبت گردید. میزان آب مصرفی در این حالت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بوده و تیمارهای ۷۰ و ۴۰ درصد بر اساس آن محاسبه و اعمال شد. دور آبیاری برای تیمارهای شاهد، ۷۰ و ۴۰ درصد به ترتیب هر دو، پنج و هشت روز یکبار بود. مدت زمان اعمال هر یک از تیمارهای خشکی با توجه به حجم کم گلدان‌ها، یکساله بودن نهال‌ها و ظهور علائم ناشی از تنش خشکی مثل جمع شدن برگ و زرد شدن حاشیه برگی ۳۰ روز (۱۵ تیر تا ۱۵ مرداد) بود (نری<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). پس از پایان دوره خشکی متغیرها و شاخص‌های زیر اندازه‌گیری شدند. با استفاده از فرمول زیر محتوای نسبی آب برگ محاسبه گردید (دهندا و سسی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸).

$$RWC = \left[ \frac{(FW - DW)}{(TW - DW)} \right] \times 100$$

برای اندازه‌گیری میزان نشت یونی (EL) و شاخص پایداری غشا (MSI) از روش سایرام<sup>۴</sup> (۱۹۹۴) استفاده شد. اندازه‌گیری میزان کلرفیل از روش لیچنتتالر و ولبورن<sup>۵</sup> (۱۹۸۳)، غلظت پروتئین کل از روش برادفورد<sup>۶</sup> (۱۹۷۶)، غلظت پرولین از روش بتیس<sup>۷</sup> و همکاران (۱۹۷۳)، اندازه‌گیری میزان پراکسید هیدروژن از روش الکسیوا<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۱)، اندازه‌گیری فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز از روش چانس و میهلی<sup>۹</sup> (۱۹۹۵)، اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز از

1. Paranychianakis and Angelakis
2. Neri
3. Dhanda and sethi.
4. Sairam
5. Lichtenthaler and Wellburn
6. Bradford
7. Bates
8. Alexieva
9. Chance and Maehly

10. Nakano and Asada  
11. Dhinda and Sethi  
12. Sheligl

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر کم آبیاری، رقم و اثر متقابل آنها بر برخی صفات بیوشیمیایی انگور

میانگین مربعات									
منبع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین کل	پرویلین	قند محلول	گایاکول پراکسیداز	کاتالاز	پراکسیداز	هیدروژن پراکسیداز	آسکورات پراکسیداز
آبیاری	۲	۰/۵۸۹**	۰/۳۶۵**	۰/۴۸۱**	۱۱/۲۳۱**	۴/۰۷۶**	۰/۷۲۰**	۰/۱۶۸**	۴/۹۵۷*
رقم	۶	۰/۰۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۱*	۰/۱۶۲**	۱/۴۹۳**	۰/۲۵۳**	۰/۰۴۹**	۰/۱۴۹*	۰/۱۷۰**
آبیاری×رقم	۱۲	۰/۰۴۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۲۰۸**	۰/۱۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۵*	۰/۰۹۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۹ <sup>ns</sup>
خطا	۴۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۲	۰/۰۳۱	۰/۰۷۱	۰/۰۶۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۲۸
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۷	۱۴/۳	۱۸/۶	۱۱/۶	۱۹/۹	۱۲/۳	۱۹/۱	۱۰/۹

ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر کم آبیاری، رقم و اثر متقابل آنها بر برخی صفات فیزیولوژیکی انگور

میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	پایداری غشاء	نشت یونی	مقدار رطوبت نسبی
آبیاری	۲	۴/۹۵۷**	۳/۸۸۰**	۳/۳۷*	۳/۱*	۴۷۴/۴۶۵**
رقم	۶	۰/۳۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۱**	۰/۸۳ <sup>ns</sup>	۰/۹ <sup>ns</sup>	۶۸/۹۴۷**
آبیاری×رقم	۱۲	۰/۲۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۹۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۳۴/۱۸۶ <sup>ns</sup>
خطا	۴۲	۰/۱۳۹	۰/۰۴۴	۰/۶۷۷	۰/۵	۱۸/۶۳۰
ضریب تغییرات (%)	-	۱۹/۷	۱۸/۷	۱۲/۹	۱۲/۸	۱۹/۸

ns، \* و \*\*: به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

آب آبیاری باعث افزایش معنی دار مقدار نسبی آب برگ، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و نشت یونی و کاهش شاخص پایداری غشا سلولی گردید. مقایسه میانگین ارقام از نظر صفات مورد بررسی در جدول ۴ نشان داده شده است. از نظر فعالیت آنزیم آسکورات پراکسیداز، ارقام تنوع زیادی داشته که بالاترین میزان

جدول ۳- اثر سطوح آبیاری در صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی

سطوح آبیاری			صفات
٪۱۰۰	٪۷۰	٪۴۰	
۰/۸۷۶c	۱/۴۱۷b	۱/۸۵۳a	آسکورات پراکسیداز (mmol/min)
۰/۵۶۱ab	۰/۵۲۰b	۰/۶۶۵a	هیدروژن پراکسیداز (mmol/min)
۰/۲۳۷c	۰/۴۰۷b	۰/۶۱۶a	پراکسیداز (mmol/min)
۲/۴۱۲a	۲/۰۴۰b	۱/۵۱۵c	کاتالاز (mmol/min)
۰/۶۵۵c	۱/۲۹۴b	۲/۲۴۹a	گایاکول پراکسیداز (mmol/min)
۱/۴۲۱b	۱/۴۹۶b	۱/۶۸۷a	قند محلول (μg)
۰/۱۱۵c	۰/۲۳۴b	۰/۴۰۷a	پرویلین (μmol/g)
۱/۲۰۰b	۱/۳۰۳a	۰/۹۸۳c	پروتئین کل (μmol/ml)
۹۷/۷a	۷۳/۴b	۷۱b	مقدار آب نسبی (%)
۰/۳۹۸a	۰/۳۴۰b	۰/۳۲۶b	نشت الکترولیت ها (%)
۵۹/۸b	۶۵/۷a	۶۷/۳a	پایداری غشاء (%)
۲/۳۸۷a	۱/۷۴۴b	۱/۴۴۶c	کلروفیل a (mg/g)
۱/۴۲۵a	۰/۸۲۸b	۰/۶۲۴c	کلروفیل b (mg/g)

در هر ردیف، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد (دانکن) تفاوت معنی داری ندارند

Ramphi برتر از سایرین بودند. از نظر خصوصیات فیزیولوژیکی مانند ظرفیت نسبی آب برگ و میزان کلروفیل b، اختلاف ارقام نسبتاً بالا بوده به طوری که بیشترین میزان ظرفیت نسبی آب برگ و میزان کلروفیل b در رقم Muscat Yamtazini دیده شد (جدول ۴).

در مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در آبیاری بر فعالیت آنزیم پراکسیداز، با افزایش تنش خشکی و کاهش میزان آب آبیاری، فعالیت این آنزیم در ارقام مورد بررسی افزایش یافت به طوری که در آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه در دو رقم Muscat و Besmiamphi Ramphi بیشترین فعالیت Yamtazini پراکسیداز مشاهده گردید (شکل ۱). اثر متقابل رقم در آبیاری بر فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز، رقم Qazagiski Ramphi در تمامی تیمارهای آبیاری دارای فعالیت آنزیمی بالاتری بود. علاوه بر آن رقم بی‌دانه سفید و Besmiamphi Ramphi در آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه بیشترین فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز را نشان دادند (شکل ۲). به نظر می‌رسد عدم معنی‌داری اثر متقابل برخی از صفات مورد بررسی ناشی از عدم یکنواختی در پاسخ گیاه به تنش کم‌آبی و مدت زمان کوتاه اعمال تنش است. اگرچه فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه در پاسخ به تنش آغاز شده ولی سیر صعودی یا نزولی مشخصی نداشت. مطابق نتیجه تحقیق حاضر قادری<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که شاخص پایداری غشاء سلولی بین سه رقم انگور در تیمارهای خشکی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که در این میان رقم خوشناو شاخص پایداری غشاء سلولی بالاتری نسبت به سایر ارقام داشت. در بررسی دیگر اثر کمبود آب و اثر متقابل آن با آلودگی گرد و غبار بر روی تغییرات رویشی و فیزیولوژیکی انگور رقم بی‌دانه سفید گزارش شد که شاخص پایداری غشاء در تحت شرایط گرد و غبار و تنش خشکی کاهش یافت (کریمی و همکاران، ۲۰۱۷).

در تحقیق رامتیک<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۱) میزان کلروفیل در انگورهای تحت استرس حدود ۱۳/۹۵ درصد بود. به عبارت دیگر استرس خشکی و کم‌آبیاری باعث کاهش میزان کلروفیل شده بود. نتایج مطالعات قادری و همکاران (۱۳۸۵) همسو با نتیجه تحقیق حاضر بوده و کاهش

فعالیت این آنزیم در رقم بی‌دانه سفید مشاهده گردید. بیشترین فعالیت آنزیم هیدروژن‌پراکسیداز در رقم Besmiamphi Ramphi مشاهده گردید. تنوع ارقام از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز بالا نبوده به طوری که فعالیت این آنزیم در ارقام چفته و Kishmish Hisrao نسبت به سایر ارقام پایین بوده و بقیه ارقام در یک سطح قرار داشتند. بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در رقم Kishmish Hisrao دیده شد. تنوع ارقام از نظر فعالیت گایاکول پراکسیداز نیز بالا بوده که فعالیت این آنزیم در رقم Qazagiski Ramphi بالاتر از سایر ارقام بود. بیشترین میزان قند محلول در رقم Kishmish Hisrao و پرولین نیز در ارقام چفته، بی‌دانه سفید، Qazagiski Ramphi و Supran Bulgar مشاهده شد. در تحقیق قادری و همکاران (۱۳۸۵) نیز تنش خشکی باعث افزایش پرولین در دو رقم انگور خوشناو و رشه گردید که با نتیجه تحقیق حاضر همسو بود. همچنین جلیلی‌مردی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داد که کاهش آب آبیاری و تشدید تنش، مقدار قندهای محلول و پرولین افزایش چشمگیری در ارقام متحمل به تنش خشکی داشت. در تحقیق کریمی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷) تنش خشکی در انگور رقم بی‌دانه سفید باعث افزایش کربوهیدرات محلول، پرولین، فعالیت پراکسیدازها و فعالیت‌های آسکوربات‌پراکسیداز شدند. به نظر می‌رسد که تحت شرایط تنش کم‌آبی، ارقام انگور متحمل به کم‌آبی با به کار بستن مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مختلف از جمله افزایش میزان پرولین (به منظور تنظیم اسمزی و حفظ آماس سلول‌ها) توانسته باشد شرایط کم‌آبی را تحمل نمایند (جلیلی‌مردی و همکاران، ۱۳۹۰).

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در رقم بی‌دانه سفید و به دنبال آن رقم Muscat Yamtazini بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی بود. رقم Besmiamphi Ramphi نیز از نظر فعالیت آنزیم هیدروژن پراکسیداز بیشتر بود. فعالیت آنزیم پراکسیداز در ارقام Supran، Besmiamphi Ramphi، Qazagiski Ramphi و Bulgar، Muscat Yamtazini، بی‌دانه سفید مشابه همدیگر و بالاتر از Kishmish Hisrao و چفته بود. از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز و مقدار قند محلول رقم Kishmish Hisrao و از نظر فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز و مقدار پرولین رقم Qazagiski

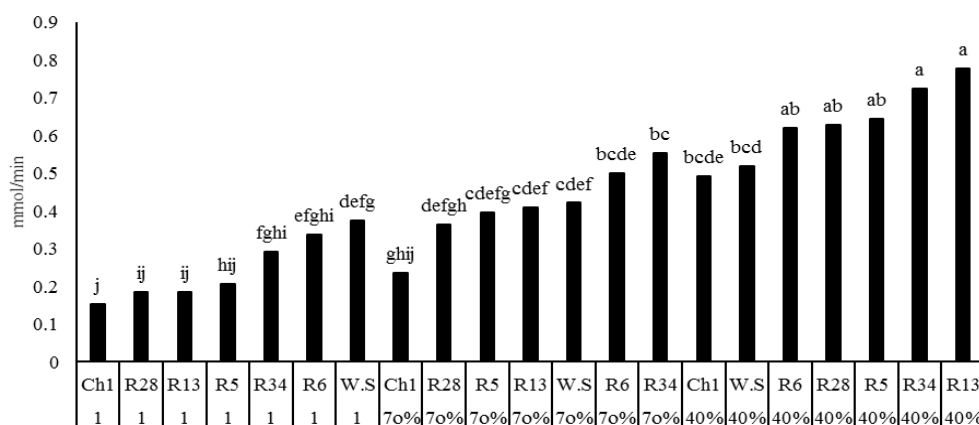
2. Ghaderi  
3. Ramteke

1. Karimi

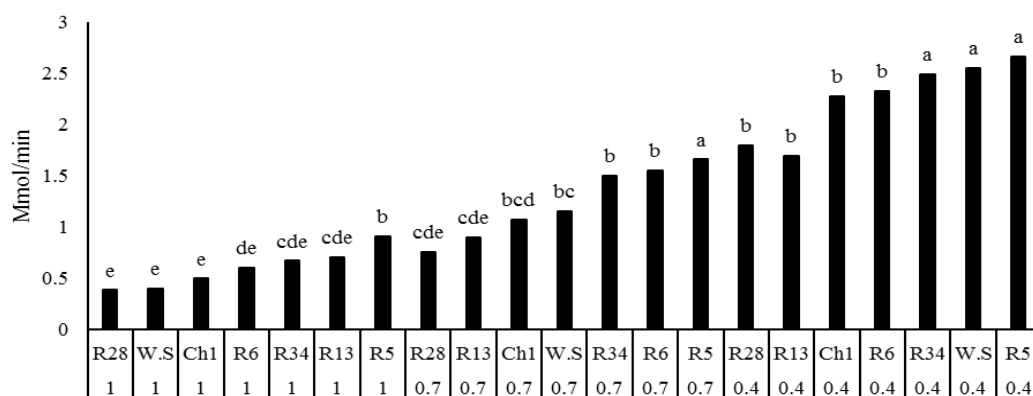
جدول ۴- اثر رقم در صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مورد ارزیابی

Muscat Yamtazini	Qazagiski Ramphi	Kishmish Hisrao	Besmiamphi Ramphi	Supran Bulgar	چفته	بی دانه سفید	صفات
۱/۴۹۶ab	۱/۳۱۵c	۱/۳۴۴ bc	۱/۱۱۳e	۱/۲۵۱de	۱/۳۵۷bc	۱/۵۵۷a	آسکوربات پراکسیداز (mmol/min)
۰/۶۴۷ab	۰/۵۷۲ abc	۰/۶۹۹ ab	۰/۷۲a	۰/۵۶۲abc	۰/۳۸۴c	۰/۴۷bc	هیدروژن پراکسیداز (mmol/min)
۰/۴۱۸a	۰/۴۱۵a	۰/۳۳۱b	۰/۴۹a	۰/۴۸۵a	۰/۲۸b	۰/۴۴۶a	پراکسیداز (mmol/min)
۱/۷۸۶c	۱/۵۸۳c	۲/۲۹۷a	۲/۱۲۹ab	۱/۹۰۲bc	۲/۱۵۱ab	۲/۰۱۲bc	کاتالاز (mmol/min)
۰/۹۸۲d	۲/۱۳۹a	۰/۷۱۹e	۱/۴۲۸bc	۱/۴۹۲b	۱/۲۰۵cd	۱/۴۹۱b	گایاکول پراکسیداز (mmol/min)
۱/۴۷bc	۱/۳۴c	۱/۶۶a	۱/۶۱۲ab	۱/۶۲ab	۱/۴c	۱/۵۱abc	قند محلول (μg)
۰/۱۶۷b	۰/۲۸۹a	۰/۱۸b	۰/۱۸۴b	۰/۳۰۶a	۰/۳۴۶a	۰/۲۸۴a	پروترین (μmol/g)
۱/۱۲۸a	۱/۲۲a	۱/۱۵۸a	۱/۲۱۱a	۱/۱۳۸a	۱/۲۱a	۱/۱۳۲a	پروتئین کل (μmol/ml)
۷۹/۰۳a	۷۵/۴۷abc	۷۲/۵۱c	۷۴/۶۰abc	۷۴/۴bc	۷۷/۸۹۷ab	۷۱/۷۲c	مقدار آب نسبی (%)
۰/۳۲a	۰/۳۸a	۰/۳۲۵a	۰/۳۳a	۰/۳۸a	۰/۳۹۲a	۰/۳۴a	نشت الکترولیتها (%)
۶۵/۶۹a	۶۱/۳۶a	۶۷/۴۳a	۶۶/۹۲a	۶۱/۸۷a	۶۰/۷۴a	۶۵/۲۶a	پایداری غشاء (%)
۲/۲۲a	۱/۶۳a	۱/۷۷a	۱/۹۸a	۱/۹۹a	۱/۸۱a	۱/۸۷a	کلروفیل a (mg/g)
۱/۳۱a	۰/۶۵c	۰/۹۴b	۱/۰۱ab	۱/۰۲ab	۱ab	۱/۰۳ab	کلروفیل b (mg/g)

در هر ردیف، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد (دانکن) تفاوت معنی‌داری ندارند



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری × رقم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز. میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد (دانکن) هستند. Ch1 (چفته)، R28 (Kishmish Hisrao)، R13 (Muscat Yamtazini)، R5 (Qazagiski Ramphi)، R34 (Besmiamphi Ramphi)، R6 (Supran Bulgar)، W.S (بی دانه سفید).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری × رقم بر فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز. میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد (دانکن) هستند. Ch1 (چفته)، R28 (Kishmish Hisrao)، R13 (Muscat Yamtazini)، R5 (Qazagiski Ramphi)، R34 (Besmiamphi Ramphi)، R6 (Supran Bulgar)، W.S (بی دانه سفید).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد کم‌آبیاری باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارقام انگور گردید به طوری‌که افزایش شدت کم‌آبیاری، باعث افزایش بیشتر فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد. کاهش آب آبیاری و افزایش تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل و ظرفیت نسبی آب برگ و افزایش میزان نشت یونی تخریب غشاء سلولی شد. با این وجود در ارقام مختلف انگور مورد بررسی این ویژگی‌ها از تنوع نسبتاً بالایی برخوردار بود. این موضوع نشان دهنده این حقیقت است که ارقام مختلف انگور، از ویژگی‌های متفاوتی جهت تحمل تنش خشکی و کم‌آبیاری استفاده می‌کنند. به طور کلی رقم Qazagiski Ramphi در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی از تحمل به تنش بالاتری برخوردار بود. جهت پیشرفت برنامه‌های اصلاحی انگور، بهتر است انتخاب رقم مناسب و متحمل به خشکی با توجه به شرایط اقلیمی منطقه کاشت صورت پذیرد و علاوه بر بررسی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آزمایشات مولکولی نیز باهدف شناسایی ژن‌های دخیل در تحمل خشکی طراحی و اجرا شود.

مصرف آب آبیاری باعث کاهش میزان کلروفیل در هر دو رقم خوشناو و رشه گردید. در تحقیق جلیلی‌مردی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش شده تنش خشکی باعث کاهش مقادیر کلروفیل در ارقام قزل‌اوزوم و بی‌دانه قرمز و رشه گردید به طوری که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان کاهش مقادیر کلروفیل نیز افزایش یافت. در تحقیق رضایی و همکاران (۱۳۸۶) نیز اثر تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل ارقام بیدانه سفید و شاهانی گردید. کاهش کلروفیل در پتانسیل‌های کم‌آبی برگ می‌تواند به حساسیت این رنگدانه به افزایش تنش‌های محیطی، به ویژه به شوری، خشکی و گرما نسبت داد که توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (غلامی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). طبق گفته اسمیرانوف<sup>۲</sup> (۱۹۹۳) کاهش کلروفیل در گیاهان در شرایط تنش به عنوان یک علامت معمولی از استرس اکسیداتیو در نظر گرفته شده و ممکن است نتیجه اکسیداسیون نوری رنگدانه، تخریب کلروفیل و یا کاهش سنتز کلروفیل باشد. مقاومت گیاه به تنش خشکی و کم‌آبیاری به نگهداری بالای ظرفیت نسبی آب برگ تحت شرایط تنش خشکی دارد (فرالونی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). نتیجه تحقیق کریمی و همکاران (۲۰۱۷) نیز همسو با نتیجه تحقیق حاضر بود و تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ رقم بی‌دانه سفید گردید. در ارقام انگور مقاوم به خشکی، حداکثر مقدار نسبی آب برگ ممکن است در اثر حفظ آماس سلولی باشد در حالی که ارقام حساس به تنش خشکی دارای آماس سلولی پایینی هستند. نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققین گزارش شده است (رایس<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۳؛ کوندوراس<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ ذکایی خسروشاهی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۴).

به طور کلی رقم Qazagiski Ramphi در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی از تحمل به تنش بالاتری برخوردار بود. ارقام بی‌دانه سفید و Besmiamphi Ramphi به ترتیب در رتبه دوم و سوم تحمل به تنش خشکی قرار گرفتند (جدول ۵).

1. Gholami
2. Smirnoff
3. Faraloni
4. Rayees
5. Koundouras
6. Zokae-Khosroshahi

جدول ۵- رتبه بندی ارقام مورد بررسی بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی

ارقام							صفات
Muscat Yamtazini	Qazagiski Ramphi	Kishmish Hisrao	Besmiampih Ramphi	Supran Bulgar	چفته	بی‌دانه سفید	
۱/۵	۳	۲/۵	۵	۴/۵	۲/۵	۱	آسکوربات پراکسیداز
۱/۵	۲	۱/۵	۱	۲	۳	۲/۵	هیدروژن پراکسیداز
۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	پراکسیداز
۳	۳	۱	۱/۵	۲/۵	۱/۵	۲/۵	کاتالاز
۴	۱	۵	۲/۵	۲	۳/۵	۲	گایاکول پراکسیداز
۲/۵	۳	۱	۱/۵	۱/۵	۳	۲	قند محلول
۲	۱	۲	۱	۱	۱	۱	پرولین
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	پروتئین کل
۱	۲	۳	۱	۲/۵	۱/۵	۳	مقدار آب نسبی
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	نشت یونی
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	پایداری غشاء
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	کلروفیل a
۳	۱	۲	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	کلروفیل b
۲۳/۵	۲۱	۲۴	۲۲	۲۳/۵	۲۴/۵	۲۱/۵	رتبه کل

## منابع

- جلیلی‌مردی، ر.، حسنی، ع.، دولتی‌بانه، ح.، عزیزی، ح. و حاجی‌تقی‌لو، ر. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سه رقم انگور (*Vitis vinifera* L.). علوم باغبانی ایران، ۴۲(۱): ۳۱-۴۰.
- دولتی‌بانه، ح.، ناظمیه، ع.، محمدی، س.ا.، حسنی، ق. و هناره، م. ۱۳۸۹. شناسایی و ارزیابی ارقام انگور محلی استان آذربایجان غربی با استفاده از روش‌های آمپلوگرافی و آمپلومتري. فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱۰(۱): ۱۳-۲۴.
- رسولی، و. ۱۳۹۷. مدیریت تنش خشکی در تاکداری. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۱۷۷ ص.
- رسولی، و. و دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی سازگاری ۵۰ رقم انگور روسی در ایران به روش بای‌پلات ژنوتیپ در محیط (GGE *Biplot*) مجله علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۹ (۳۰): ۲۰۵-۲۱۳.
- رسولی، و. و گل‌محمدی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به تنش خشکی ارقام انگور استان قزوین. مجله به‌نژادی بذر و نهال، ۲۵(۱): ۳۵۹-۳۴۹.
- رضایی، ط.، غلامی، م.، ارشادی، ا. و مصدقی، م. 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.
- سوخت‌سرای، ا.، عبادی، ع.، سلامی، س.ع.ر. و حاجی‌احمد، ع. ۱۳۹۸. پاسخ فیزیولوژی و بیوشیمیایی نهال سه رقم انگور بی‌دانه سفید، باقوتی و چفته به تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶(۲): ۱-۱۳.
- قادری، ن.، سی‌وسه‌مرده، ع. و شاهویی، س.ص. ۱۳۸۵. بررسی اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در دو رقم انگور. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۷ (۱): ۴۵-۵۵.
- مؤیدی‌نژاد، ا.، محمدپرست، ب.، حسینی‌سالکده، ق.، نجاتیان، م.ع. و محسنی‌فرد، ا. ۱۳۹۸. تأثیر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم انگور. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸(۳۲): ۳۷۷-۳۹۰.
- Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment*, 24(12): 1337-1344.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39(1): 205-207.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2): 248-254.



- Chance, B. and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. *Methods in Enzymology*, 2: 764-775.
- Chaves, M.M., Maroco, J.P. and Pereira, J.S. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. *Functional plant biology*, 30(3): 239-264.
- Chaves, M.M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, M.J., Santos, T., Regalado, P.A., Rodrigues, L.M. and Lope, M.C. 2010. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, 105(5): 661-676.
- Dhanda, S.S. and Sethi, G.S. 1998. Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*, 104(1): 39-47.
- Doupis, G., Chartzoulakis, K., Beis, A. and Patakas, A. 2011. Allometric and biochemical responses of grapevines subjected to drought and enhanced ultraviolet-B radiation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17(1): 36-42.
- Ebtedaie, M. and Shekafandeh, A. 2017. Antioxidant and carbohydrate changes of two pomegranate cultivars under deficit irrigation stress. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14: 1-9.
- Faraloni, C., Cutino, I., Petruccelli, R., Leva, A.R., Lazzeri, S. and Torzillo, G. 2011. Chlorophyll fluorescence technique as a rapid tool for in vitro screening of olive cultivars (*Olea europaea* L.) tolerant to drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 73: 49-56.
- Ghaderi, N., Talaie, A.R., 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(4): 601-610.
- Gholami, M., Rahemi, M., Kholdebarin, B. and Rastegarm, S. 2012. Biochemical responses in leaves of four fig cultivars subjected to water stress and recovery. *Scientia Horticulturae*, 148: 109-117.
- Karami, L., Ghaderi, N. and Javadi, T. 2017. Morphological and physiological responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to drought stress and dust pollution. *Folia Horticulture*, 29(2): 231-240.
- Koundouras, S., Tsiatas, I.T., Zioziou, E. and Nikolaou, N. 2008. Rootstock effect on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Cabernet-Sauvignon) under contrasting water status, Leaf physiological and structural responses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128(1-2): 86-96.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11: 591-592.
- Liu, B.H., Cheng, L., Liang, D., Zou, Y.J. and Ma, F.W. 2012. Growth, gas exchange, water-use efficiency, and carbon isotope composition of 'Gale Gala' apple trees grafted onto 9 wild Chinese rootstocks in response to drought stress. *Photosynthetica*, 50: 401-410.
- Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and cell physiology*, 22(5): 867-880.
- Neri, D., Castagnoli, M., Poni, S. and Corelli, L. 2003. Diversified response to drought of light exposed and shaded leaves of potted grapevine, peach and pear trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 11: 5-15.
- Paranychianakis, N.V. and Angelakis, A.N. 2008. The effect of water stress and rootstock on the development of leaf injuries in grapevines irrigated with saline effluent. *Agricultural Water Management*, 95(4): 375-382.
- Ramteke, S.D., Satisha, J., Singh, R.K. and Somkuwar, R.G. 2001. Effect of soil moisture stress on nutrient content, growth and yield of Tas-A-Ganesh grapes grafted on Dogridge rootstock. *Annals of Plant Physiology*, 15(1): 67-71.
- Rayees, A.W., Sheema, S., Dar, N.A., Angchuk, S. and Parray, G.A. 2013. Irrigation regimes affecting drought tolerance of grape rootstocks under cold arid conditions. *International Journal of Science and Technology Research*, 12(2): 113-117.
- Sairam, R.K. 1994. Effect of moisture-stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32: 594-597.
- Sheligl, H.Q. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. *Planta Journal*, 47-51.
- Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the response to water deficit and desiccation. *New Phytologist*, 125(1): 27-58.
- Wang, S., Liang, D., Li, C., Hao, Y., Ma, F. and Shu, H. 2012. Influence of drought stress on the cellular ultrastructure and antioxidant system in leaves of drought-tolerant and drought-sensitive apple rootstocks. *Plant Physiology and Biochemistry*, 51: 81-89.

Zokae-Khosroshahi, M., Esna-Ashari, M., Ershadi, A. and Imani, A. 2014. Morphological changes in response to drought stress in cultivated and wild almond species. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1(1): 79-92.