مقاله پژوهشی

تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی در تعدادی از ارقام تجاری داخلی و خارجی انگور

حامد دولتی‌بانه[۱]*، جمال احمدآلی[۲] و موسی رسولی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۲۲- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲)

چکیده

خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزنده است که به شدت باعث کاهش رشد و تولید محصولات کشاورزی می‌شود. تحمل انگور به خشکی نسبت به درختان دیگر بالا است اما تفاوت‌های زیادی از این لحاظ بین ارقام و گونه های انگور وجود دارد. به منظور بررسی میزان تحمل به تنش خشکی چند رقم انگور بیدانه تجارتی وارد شده به کشور و چند رقم انگور بومی موجود در استان آذربایجان‌غربی، این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا در آمد. از ارقام رشه، مام برایمه، یاقوتی، عسکری، خلیلی سفید، فخری، سایانی، ریش‌بابا، ات اوزوم، بلاک سیدلس، سوپریور، فلیم سیدلس، تامسون سیدلس، فیستا و پرلت نهال‌های یکساله به اندازه کافی تهیه و سپس در گلدان کشت شدند. تیمارهای خشکی شامل ۷۵ درصد نیاز آبی، ۵۵ درصد نیاز آبی و ۳۵ درصد نیاز آبی اعمال شد. پس از اعمال خشکی به مدت سه ماه، خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی از قبیل وزن تر ساقه و ریشه، وزن خشک ساقه و ریشه، سطح برگ، میزان کلروفیل، محتوی نسبی آب برگ‌ها و دمای برگ‌ها مورد اندازه گیری قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌داری در صفات اندازه‌گیری شده بین ارقام انگور در شرایط تنش وجود دارد. ارقامی مانند فیستا، بلاک سیدلس بسیار حساس به تنش خشکی بودند در حالیکه ارقام خلیلی سفید، رشه، یاقوتی به خوبی توانستند شرایط تنش را تحمل نمایند. در بین ارقام خارجی مورد بررسی، ارقام پرلت و فلیم سیدلس تحمل نسبتا خوبی به تنش خشکی نشان داد.

کلمات کلیدی: انگور، تنش خشکی، دمای برگ، رقم رشه، سازگاری

۱- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات زراعی- باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی سنندج

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ارومیه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه

۳- دانشیار، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

* پست الکترونیک: ah_dolati@yahoo.com

مقدمه

خشکی یکی از بزرگترین مشکلات بخش کشاورزی در سطح دنیا است که همه ساله خسارت عظیمی به محصولات کشاورزی وارد می‌کند. متوسط بارندگی کشورمان یک سوم متوسط جهانی می‌باشد. در حال حاضر بیش از۷۰ درصد از ۳۰ میلیارد متر مکعب منابع تجدید پذیر آب کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر کشور ما را در بین چهار سطح تعریف شده جهانی برای تنش‌های آبی، در حادترین سطح تنش قرار داده است. براساس این تعریف کشورهایی که کمتر از ۱۰٪ منابع آبی قابل دسترس را مصرف کنند، دارای تنش خفیف آبی و کشورهایی که بین ۱۰ الی ۲۰٪ را استفاده نمایند، دارای تنش متوسط و چنانچه بین ۲۰ الی ۴۰٪ مورد استفاده قرار گرفته باشد، دارای تنش متوسط تا شدید خواهند بود و در مرتبه نهایی کشورهایی که بیش از ۴۰٪ از منابع آبی تجدید شونده و قابل دسترس خود را استفاده کرده باشند، در شرایط تنش آبی خیلی شدید قرار خواهند داشت (مکنون، ۱۳۸۲). کشور ایران به علت برخورداری از شرایط جغرافیایی و اقلیمی مناسب و با سطح زیر کشت ۲۸۶۰۰۰ هکتار تاکستان بارور و تولیدی در حدود ۳۲۰۰۰۰۰ تن در سال (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷) یکی از کشورهای مهم تولیدکننده انگور در جهان است. امروزه بواسطه کاهش نزولات جوی و کم شدن دسترسی به آبهای آبیاری از یک طرف و محدود بودن زمین های مناسب برای کشت درختان میوه، توجه به کشت و کار در مناطق نیمه‌خشک و خشک به همراه مدیریت آبیاری شامل روش‌های کم آبیاری، جمع‌آوری آب حاصل از بارندگی و استفاده از ارقام و پایه‌های مقاوم به خشکی و سایر روش‌های موثر در افزایش کارآیی مصرف آب افزایش یافته است (لیندرمن و دیویس[1]، ۲۰۰۱).

انگور گونه وینیفرا به‌واسطه داشتن ژن‌های مقاومت به خشکی و آهک خاک امروزه در اغلب مناطق با بارندگی مناسب به صورت دیم کشت می‌شود (باوارسکو و فوقر[2]، ۱۹۹۶). گونه‌های مختلف انگور دارای مکانیزم‌های متفاوت فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی هستند که آنها را قادر به حفظ رشد و تولید در شرایط نرمال و نیز شرایط کمبود آب می‌کند (کوندوراس[3] و همکاران، ۲۰۰۸). تنش‌های شدید خشکی در بعضی از سال‌ها و در مراحل فنولوژیکی حساس مانند زمان تشکیل میوه به شدت از عملکرد تاک می‌کاهد. از طرف دیگر کشت و استقرار نهال‌های یکساله در این مناطق خشک نیز بواسطه کمی آب و خاک نامناسب در سال‌های اولیه با مشکل مواجه می‌شود. در دیم‌کاری انگور بهتر است از ارقام متحمل به خشکی با میوه‌های زودرس استفاده شود. بهترین سیستم تربیت انگور کشت شده در خاک‌های ضعیف و سنگلاخی فرم چتری یا پاچراغی می‌باشد که در مناطق دیم ارتفاع تنه و طول بازوها بایستی کوتاه‌تر از حالت طبیعی باشد (ارگن اوغلو[4]، ۱۹۸۸).

اغلب گیاهان عالی دارای مکانیسم‌های مختلفی برای اجتناب و یا تحمل تنش آبی هستند و همچنین دارای روش‌هایی برای افزایش کارآئی مصرف آب می‌باشند. مکانیسم‌هایی مانند تنظیم اسمزی، کاهش سطح برگ، افزایش اندام‌های ذخیره‌ایی، توانایی بالای حفظ و نگهداری آب، کاهش هدایت روزنه‌ای (دگو[5] و همکاران، ۲۰۱۹). همه مکانیسم‌های مذکور در انگور گونه وینیفرا وجود دارد، علاوه بر این موارد، برای تحمل بهتر خشکی مکانیسم‌های تنظیم اسمزی و استفاده از منابع آبی موجود در آپوپلاست برای حفظ فعالیت‌های متابولیکی گزارش شده است (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵، اسدی و همکاران، ۱۳۹۶).

ریکسیار[6] و همکاران (۱۹۸۹) واکنش به دمای کانوپی در کولتیوارهای مختلف انگور را در شرایط آب قابل دسترس و بدون آب قابل دسترس بررسی کردند. دمای تاج بوسیله دماسنج مادون قرمز اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که بین شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی از نظر دمای تاج اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی بین کولتیوارها از نظر دمای تاج اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. نیوری[7] (۱۹۸۹) مشاهده نمود که در بعضی از شرایط استرس خشکی میزان فتوسنتز، وزن مخصوص برگ‌ها، مساحت برگ و توده ماده خشک برگ کاهش

1. Linderman and Davis
2. Bavaresco and Fogher

3. Kondouras
4. Ergenoglu
5. Degu
6. Ricciar
7. Nevry

می‌یابد که ارقام Traminer، Pinot و Moldova بسیار مقاوم به تنش خشکی بوده در حالیکه رقم Muscut Gam briskii خیلی حساس به تنش خشکی بودند. بارابال[1] (۱۹۹۰) از روش واکنش الکتریکی برگ در آزمایش‌های تنش خشکی استفاده کرده و واکنش برگ را قبل و بعد از تنش خشکی اندازه‌گیری نمود. رقم Kishmishi متحمل به تنش خشکی بود و میزان واکنش الکتریکی از ۷۱/۹٪ (در شرایط عدم تنش) به ۳۰٪ (در شرایط تنش) کاهش یافت. در حالیکه در رقم Aleatico که حساس به تنش خشکی بود، واکنش الکتریکی در شرایط عدم تنش خشکی از ۸۷/۱٪ به ۹/۹٪ در شرایط تنش کاهش یافت. حسابی اسفهلان (۱۳۷۸) مقاومت چهار رقم انگور قزل، خلیلی، فخری و کشمشی را در برابر تنش آبی مطالعه نمود. نتایج نشان داد که از میان چهار رقم انتخابی رقم فخری برای کشت در شرایط تنش آبی مناسب‌تر بود و پس از آن کشمشی در صورتی که پراکنش بارندگی مساعد باشد، مناسب است.

رسولی و گل‌محمدی (۱۳۸۸) با ارزیابی صفات ظرفیت نسبی آب برگ، ضخامت برگ، نسبت طول و عرض برگ، کرک‌دار بودن برگ و زمان رسیدن میوه ژنوتیپ‌های انگور موجود در کلکسیون انگور قزوین نشان دادند که بهترین ژنوتیپ‌ها با مشخصات سازگار با تحمل به تنش خشکی چفته، ملایی و سیاه انگور بودند. رقم چفته در مقایسه با سایر ارقام انگور موجود در استان قزوین دارای کوتیکول برگ ضخیم، ظرفیت نسبی آب برگ بالا و نیروی کشندگی قوی ریشه می باشد. لذا این رقم بعنوان پایه متحمل به تنش خشکی جهت پیوند ارقام تجاری و یا جهت کشت مستقیم به عنوان یک رقم در مناطقی از استان که دارای کمبود آب آبیاری می‌باشد، توصیه گردید. در ایران براساس تجربه باغداران، ارقام متنوعی به صورت دیم در مناطق مختلف مثلا در استان‌های کردستان و آذربایجان‌غربی (ارقام رشه و سرقوله) و در استان فارس، خراسان شمالی و رضوی (ارقام انگور یاقوتی، عسگری، کلاهداری، کج انگور و لرکش) کشت می‌شوند. تعدادی زیادی از این ارقام میانرس تا دیررس می‌باشند و اغلب در تابستان با مشکل بی‌آبی در شرایط دیم مواجه می شوند و از طرف دیگر در زمان برداشت از قیمت بی‌ثباتی برخوردار هستند.

با توجه به اینکه کمبود آب یکی از عوامل اصلی کاهش تولید محصولات باغبانی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و همچنین محدودیت آب در کشور و بروز احتمال بیشتر این معضل در آینده و توجه به اینکه بارندگی‌ها در اغلب مناطق دیم‌کاری انگور کشور پراکنش مناسبی در طول فصل رشد ندارد، شناسایی و کشت ارقام مناسب تجاری و سازگار با این مناطق اهمیت ویژه‌ای دارد. در سال‌های اخیر تعدادی از ارقام انگور تجاری بی‌دانه و زودرس از طریق موسسه تحقیقات نهال و بذر به داخل کشور وارد شده‌اند و در اغلب مناطق کشور به صورت آبی کشت شده‌اند. با توجه به صفت زودرس بودن میوه، این ارقام کاندیدای مناسبی برای کشت در مناطق کم آب و دیم می باشند به شرطی که تحمل به خشکی مناسبی نیز داشته باشند. هدف از این پژوهش نیز بررسی واکنش تعدادی از ارقام انگور خارجی به تنش خشکی در شرایط گلدانی و مقایسه آن با چند رقم داخلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی میزان تحمل به تنش خشکی تعدادی از انگورهای تجاری بیدانه خارجی و مقایسه آن با ارقام محلی، این پژوهش به صورت گلدانی با طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار (هر واحد دو گلدان) در ایستگاه تحقیقات باغبانی کهریز ارومیه در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. از ارقام مورد بررسی، نهال‌های یکساله به اندازه کافی تهیه و سپس در گلدان کشت شدند. ارقام مورد بررسی انگور رشه، مام برایمه، یاقوتی، عسکری، خلیلی سفید، فخری، سایانی، ریش‌بابا، ات اوزوم، بلاک سیدلس، سوپریور، فلیم سیدلس، تامسون سیدلس، فیستا و پرلت بودند. نهال‌ها در گلدان‌های ۲۰ لیتری پلاستیکی در محیط نصف خاک زراعی و نصف ماسه بادی کاشته و به صورت دو شاخه ای تربیت شدند. پس از رشد کافی و استقرار نهال‌ها (۲ ماه بعد از رشد جوانه ها و حداقل رشد ۲۰ سانتی‌متری)، تنش‌های خشکی اعمال شد. آزمایش‌های خاکشناسی شامل تعیین بافت خاک (به روش هیدرومتری) و رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری و جرم مخصوص ظاهری با استفاده از استوانه فلزی با حجم

1. Barbal

مشخص تعیین شد. سپس به میزان لازم از خاک آماده شده به داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته شد. با محاسبه عمق خالص آب آبیاری و ضرب در مساحت گلدان، حجم آب آبیاری برای سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی تعیین گردید. با استفاده از رابطه ۱ مقدار عمق خالص آب آبیاری تعیین شد:

$$d_n = \frac{(\theta_{FC} - \theta_{PWP})}{100} \times MAD \times D_r \qquad (۱)$$

در رابطه فوق:

d_n = عمق خالص آبیاری (بر حسب سانتی‌متر)

θ_{FC} و θ_{PWP} = به ترتیب درصد حجمی رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی (در صورتیکه رطوبت خاک به صورت درصد وزنی در دسترس است باید آنرا در وزن مخصوص ظاهری خاک ضرب نموده تا به درصد حجمی تبدیل شود).

MAD = حداکثر تخلیه مجاز رطوبت خاک، بستگی به مدیریت آبیاری و نوع زراعت دارد و در این پژوهش مقدار آن ۰/۵ در نظرگرفته شد.

D_r = عمق توسعه ریشه گیاه (بر حسب سانتی‌متر) که به وسیله گلدان‌های تخریبی در طول دوره رشد اندازه‌گیری شد.

حجم آب آبیاری از رابطه ۲ به دست آمد:

$$V = d_n \times A \qquad (۲)$$

که در رابطه فوق:

V = حجم آب مورد نیاز آبیاری (بر حسب سانتی‌متر مکعب یا سی‌سی یا میلی‌لیتر)

d_n = عمق خالص آبیاری (بر حسب سانتی‌متر)

A = مساحت گلدان (بر حسب سانتی‌متر مربع)

آبیاری به صورت دستی و به کمک پیمانه مدرج انجام گرفت. برای تعیین زمان آبیاری از روش وزنی استفاده شد به این صورت که با وزن کردن روزانه گلدان‌های شاخص و با کسر وزن خشک و وزن گیاه، مقدار آب موجود گلدان تعیین و با تقسیم بر وزن خشک خاک مقدار رطوبت خاک و گلدان به دست آمد. زمانی که رطوبت سهل‌الوصول توسط گیاه مورد استفاده قرار گرفت، آبیاری انجام شد و رطوبت گلدان دوباره به حد ظرفیت زراعی ارتقاء داده شد. در این پژوهش سه تیمار آبیاری شامل ۷۵ درصد نیاز آبی، ۵۵ درصد نیاز آبی و ۳۵ درصد نیاز آبی در نظر گرفته شد. در طی فصل رشد و در پایان فصل و به منظور بررسی اثرات تیمارها صفات متعددی شامل میزان کلروفیل برگ، دمای برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، میزان رشد شاخه، شدت علایم ظاهری خشکیدگی روی شاخه و برگ و محتوی نسبی آب برگ اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی

پس از اتمام دوره تنش، نهال‌ها از خاک خارج شدند و پس از شستشوی خاک اطراف ریشه‌ها با آب مقطر، طول و وزن تر ریشه‌ها و ساقه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین وزن خشک، اندام‌های مختلف به مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۵ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. برای محاسبه درصد کاهش وزن خشک ریشه از رابطه ۳ استفاده گردید.

(رابطه ۳)

$$\frac{\text{وزن خشک در شدیدترین تیمار} - \text{وزن خشک ریشه در شاهد}}{\text{وزن خشک ریشه در تیمار شاهد}} \times ۱۰۰ =$$

به منظور اندازه‌گیری سطح برگ از هر تیمار در گره‌های ۴-۵ و ۷-۸ چهار برگ انتخاب شده و به وسیله کاغذ شطرنجی سطح برگ‌ها اندازه‌گیری و میانگین سطح برگ در هر تیمار تعیین گردید.

صفات فیزیولوژیکی

محتوی نسبی آب برگ (RWC)

قبل از شروع آخرین مرحله آبیاری در پایان دوره اعمال تیمارها، مقدار RWC کلیه تیمارها در ژنوتیپ‌های مورد بررسی اندازه گیری شدند. به این منظور از هر واحد آزمایشی دو برگ کاملاً توسعه یافته در موقعیت مشابه برداشت و دیسک‌هایی به قطر هشت میلی‌متر از قسمت میانی پهنک آن‌ها تهیه شد. پس از توزین دیسک‌ها با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) آن‌ها را به پتری دیش‌های درب دار حاوی آب مقطر منتقل کرده و به مدت ۴ ساعت در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) و در تاریکی قرار داده شدند. پس از خارج کردن دیسک‌ها از آب مقطر، جهت حذف رطوبت اضافه سطحی آن‌ها، از کاغذ صافی استفاده شد و سپس وزن آماس اندازه‌گیری شد. پس از تعیین وزن آماس، دیسک‌های برگی به آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد) منتقل شدند و پس از گذشت ۴۸ ساعت وزن خشک آن‌ها تعیین گردید و در نهایت RWC با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (رابطه ۴).

(رابطه ۴)

$$(RWC)=\frac{\text{برگی دیسک‌های تر وزن} - \text{برگی دیسک‌های خشک وزن}}{\text{برگی دیسک‌های آماس وزن} - \text{برگی دیسک‌های خشک وزن}} \times ۱۰۰$$

کلروفیل و دمای برگ

از دستگاه کلروفیل سنج دستی (SPAD meter) برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ استفاده شد. در پایان آزمایش به منظور بررسی میزان دمای برگ در تیمارهای مختلف خشکی و مقایسه آن‌ها با شاهد (بدون تنش)، از هر واحد آزمایشی دو گلدان به تصادف انتخاب و دمای چهار برگ (از قسمت‌های بالا و پائین بوته) در بین ساعات ۱۳ تا ۱۴، توسط دماسنج مادون قرمز مدل Hi 99550 (Hana) از فاصله ۱۰سانتی‌متری قرائت گردید.

علایم صدمات خشکی روی برگ

در اواخر دوره اعمال تنش‌ها میزان و شدت صدمات خشکی (ریزش نقطه رشد انتهایی، خشک شدن پیچک، زردی، نکروز و خشک شدن کامل برگ) بررسی، ثبت و یادداشت‌برداری شد. برای این منظور از روش نمره‌دهی ۱ الی ۵ استفاده شد.

۱. بدون علائم، ۲. علائم کم، ۳. متوسط ۴. شدید و ۵ . خشکیدگی کامل بوته

تجزیه آماری داده‌ها و نرم‌افزار مورد استفاده

برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که تیمارهای خشکی و نوع رقم اثرات معنی‌داری روی اغلب صفات اندازه‌گیری شده داشتند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر خشکی و رقم بر صفات اندازه گیری شده در ارقام انگور

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات				
		دمای برگ	مساحت برگ	درصد ماده خشک برگ	کلروفیل	وزن تر ریشه
بلوک	۲	۲۴/۵۷	۲۲۷/۴۵	۳۲۹/۴۴	۰/۸۰	۴۳/۲۳
خشکی	۳	۴۰/۳۰ **	۹۳۹/۴۵**	۹۹/۷۰**	۱۴/۰۱ ns	۳۰۴۵/۶۰**
رقم	۱۴	۱۲/۲۲ ns	۶۲۲/۷۵**	۲۰/۳۷ns	۳۴/۵۱ **	۹۶۹/۲۰**
خشکی× رقم	۴۲	۹/۰۷ ns	۲۶/۷۰ ns	۱۲/۸۰ ns	۸/۰۷ ns	۹۲/۴۶**
اشتباه آزمایشی	۱۱۸	۷/۷۱	۳۵/۲۸	۱۹/۷۴	۶/۴۹	۵۱/۹۶
ضریب تغییرات (٪)		۸/۱۱	۱۸/۰۳	۱۳/۶۷	۱۲/۸۳	۲۷/۵۹

ns، ** و * به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱درصد و معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۱ (ادامه)- نتایج تجزیه واریانس تأثیر خشکی و رقم بر صفات اندازه‌گیری شده در ارقام انگور

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر شاخه	وزن خشک ریشه	وزن خشک شاخه	RWC	علایم خشکی	طول انتهای شاخه
بلوک	۲	۱۲/۰۸	۲۴/۲۷	۱۰/۷۸	۲۷۱/۳۵	۰/۱۴	۰/۱۶
خشکی	۳	۴۳۳/۴۱ **	۷۷۱/۳۱**	۱۶۸/۲۴**	۲۱۲۶/۹۸**	۱۱/۳۱**	۱۰/۱۲**
رقم	۱۴	۸۵/۳۰ **	۳۹۲/۹۲**	۳۹/۴۰**	۹۹/۶۳ **	۰/۲۶**	۱/۶**
خشکی× رقم	۴۲	۸/۸۲ ns	۵۳/۷۶**	۶/۱۶**	۸/۱۳ ns	۰/۱۲**	۰/۲۶ ns
اشتباه آزمایشی	۱۱۸	۷/۰۵	۲۳/۳۳	۳/۰۳	۸/۸۷	۰/۰۵	۰/۲
ضریب تغییرات (٪)		۲۶/۷۴	۲۹/۳۲	۲۴/۱۸	۴/۷۷	۱۳/۴۳	۲۸/۵۱

ns، ** و * به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱درصد و معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵ درصد می‌باشند.

دمای برگ

اثر تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بر دمای برگ معنی‌دار بود. با افزایش سطح تنش خشکی میزان دمای برگ نیز به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (نمودار ۱). در اثر تنش آبی کوتاه مدت تولید تنظیم کننده رشد اسید آبسیزیک افزایش یافته و در نتیجه هدایت روزنه‌ای برگ کاهش می‌یابد و روزنه‌ها بسته می‌شوند و از هدر رفتن بیشتر آب گیاه جلوگیری می‌شود. در خشکی طولانی مدت، رشد برگ‌ها کم شده و در نتیجه با کاهش اندازه برگ میزان تعرق از واحد سطح برگ کاهش می‌یابد. با بسته شدن روزنه‌ها و در ادامه آن با کاهش تعرق از سطح برگ‌ها، گیاه قادر خواهد بود وضعیت آب خود را حفظ کند. کاهش تعرق از طریق بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش، باعث افزایش دمای برگ می‌شود که این مسئله می‌تواند باعث وارد شدن تنش گرمایی به گیاه شده و از این طریق مانع رشد گیاه شود. در واقع کاهش تعرق اگرچه باعث حفظ محتوای آب برگ می‌شود ولی دو اثر منفی روی گیاه می‌تواند داشته باشد و آن هم کاهش فتوسنتز و افزایش خطر تنش گرمایی است (حدادی نزاد و همکاران، ۱۳۹۲). فانیزا[1] و همکاران (۱۹۹۱) واکنش به دمای کانوپی در ارقام انگور را در شرایط آب قابل دسترس و بدون آب قابل دسترس بررسی کردند. دمای تاج پوشه (کانوپی) بوسیله دماسنج مادون قرمز اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که بین شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی از نظر دمای تاج پوشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در پژوهش حاضر با افزایش سطوح تنش آبی دمای برگ در کلیه ارقام افزایش یافت که با نتایج آزمایشات فلکس[2] و همکاران (۲۰۰۰) و فیساراکیس[3] و همکاران (۲۰۰۱) روی انگور مطابقت داشت.

سطح برگ

اثر تنش خشکی و رقم روی مساحت برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). با افزایش سطح تنش خشکی، سطح برگ در تمامی ارقام نیز کاهش پیدا کرد به طوری که کمترین سطح برگ در تیمار تنش ۳۵ درصد نیاز آبی ثبت شد و بیشترین سطح برگ را تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی داشت (نمودار ۲). بیشترین و کمترین مساحت سطح برگ به ترتیب در ارقام عسگری و فلیم سیدلس مشاهده شد (نمودار ۳). به طور کلی، تنش خشکی با ممانعت از رشد و توسعه سلولی سبب کاهش توسعه برگ‌ها می‌گردد که این امر موجب کاهش تعرق و جذب کمتر آب از خاک می‌شود. در نتیجه، مقداری آب جهت استفاده در یک دوره طولانی‌تر در خاک نگهداری می‌شود. از این رو، محدودیت سطح برگ می‌تواند اولین پاسخ دفاعی گیاه جهت مقابله با خشکی باشد (تایز و زایگر[4]، ۲۰۰۶). گزارش شده که تنش آبی ابتدا در سرعت رشد برگ‌ها اختلال ایجاد می‌کند. طی پژوهشی همایی (۱۳۸۱) بیان داشت که اولین اثر محسوس خشکی را می‌توان از روی کوچک‌تر شدن برگ‌ها یا ارتفاع کوتاه‌تر گیاهان تشخیص داد به علاوه در شرایط تنش خشکی جذب آب و مواد غذایی کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه سلول برگ‌ها محدود می‌گردد.

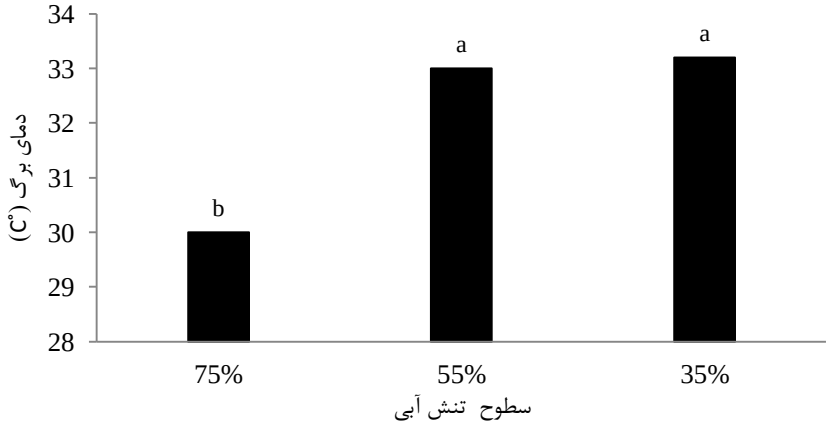
نتایج حاصل از این پژوهش نیز بیانگر کاهش سطح برگ در اثر تنش آبی بود که این موضوع همچنین توسط چارتزولاکیس[5] و همکاران (۲۰۰۲) در زیتون گزارش شده است. نتایج حاصل از این پژوهش در رابطه با کاهش سطح برگ با نتایج فیساراکیس و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۴) در انگور مطابقت دارد. آنها گزارش دادند که با اعمال تنش خشکی در انگور سطح برگی به عنوان اولین فاکتور واکنشی، کاهش خواهد یافت.

درصد ماده خشک برگ

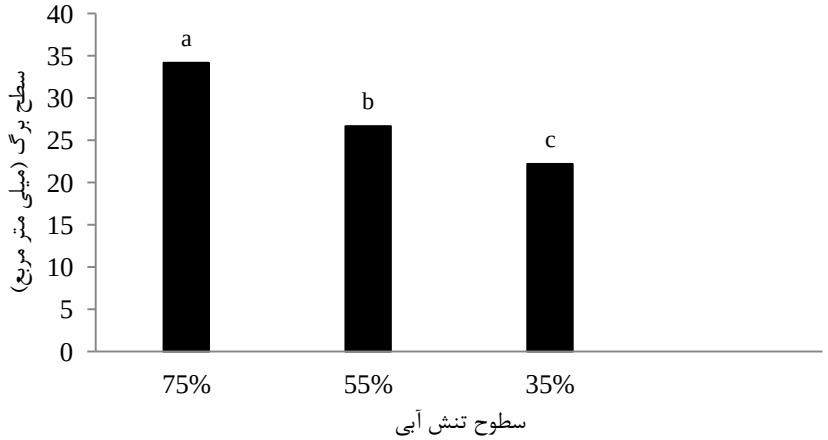
اثر خشکی بر درصد ماده خشک برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها (نمودار ۴) نشان دادند که افزایش تنش آبی منجر به کاهش معنی‌دار ماده خشک برگ شد. تنش آبی با سطح ۳۵ درصد نیاز آبی کمترین درصد ماده خشک برگ را داشت.

تغییرات ساختاری ایجاد شده در کلروپلاست‌ها و پروتئین‌های مرکز فتوسیستم II می‌تواند منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی و سرعت رشد شود (بن‌اشر[6] و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین در شرایط تنش خشکی، آب و

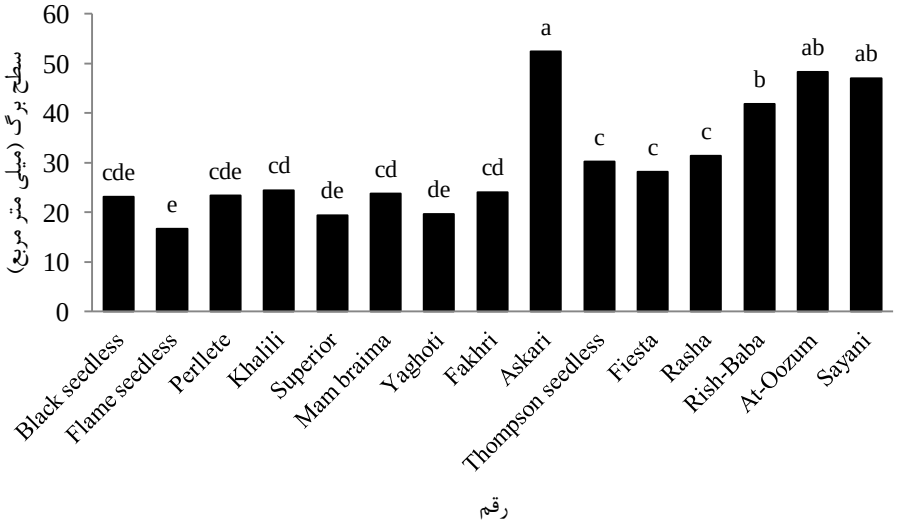
1. Fanizza
2. Flex
3. Fisarakis
4. Taiz and Zaiger
5. Chartzoulakis
6. Ben-Asher



نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی بر میزان دمای برگ. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند



نمودار ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی بر مساحت برگ انگور. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.



نمودار ۳- مقایسه میانگین تاثیر رقم بر میزان مساحت برگ انگور. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

جذب مواد غذایی کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه سلول برگ‌ها محدود می‌گردد. به دنبال کاهش سطح برگ، جذب نور کم شده و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد (همایی،۱۳۸۱). والکر[1] و همکاران (۲۰۰۴) و رسولی و گل محمدی (۱۳۸۸) طی تحقیقی گزارش دادند که وزن خشک برگ انگور در اثر تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج ما مطابقت داشت.

کلروفیل

میزان کلروفیل کل برگ در ارقام انگور مورد بررسی متفاوت بود بطوریکه ارقام خلیلی و فلیم سیدلس به ترتیب بیشترین مقدار کلروفیل و رقم عسکری کمترین میزان را داشتند (نمودار ۵). اثرات خشکی و اثر متقابل آن با رقم بر مقدار کلروفیل برگ معنی‌داری نبود (جدول ۱).

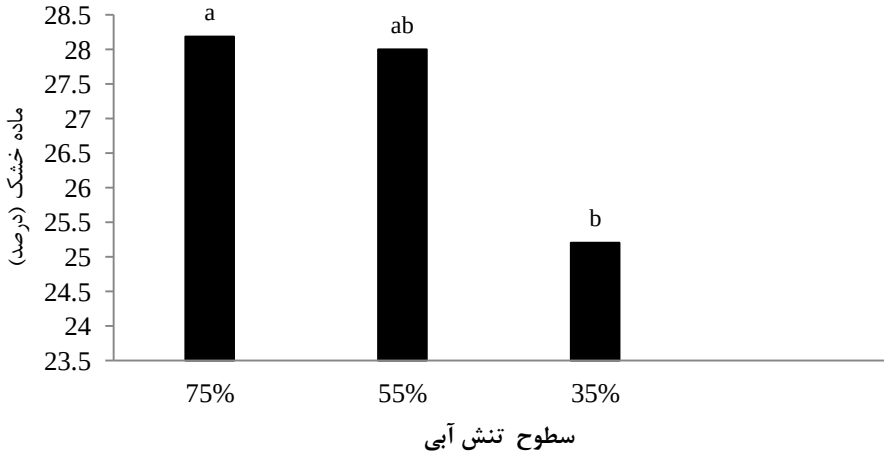
گزارش شده کاهش میزان کلروفیل به دلیل تخریب ساختار کلروپلاست‌ها و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه پروتئین تحت تنش خشکی می‌باشد (سینق[2] و همکاران، ۲۰۰۰ و پاولسیک[3]، ۲۰۱۱). همچنین کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به دلیل تغییر متابولیسم نیتروژن در رابطه با ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین باشد که در تنظیم اسمزی به کار می‌روند (لاوچی و شوبرت[4]، ۱۹۸۹). سنتز پرولین در شرایط تنش منجر به کاهش سنتز کلروفیل می‌گردد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۶). دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل به تنش است (میرمحمدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). اما در تحقیق حاضر اثر تیمارهای خشکی روی شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار نشد و با نتایج تعدادی از محققان (اسدی و همکاران، ۱۳۹۶، سینق و همکاران، ۲۰۰۰ و لاوچی و شوبرت، ۱۹۸۹) مغایرت داشت. یکی از علت‌های این امر می‌تواند ناشی از نوع اندازه‌گیری سبزینه توسط دستگاه SPAD متر باشد که بر اساس شدت رنگ برگ عمل می‌کند به طوری که هر چه رنگ سبز برگ بیشتر باشد، عدد قرائت شده نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به اینکه در تعدادی از مطالعات گزارش شده که گیاهان قرار گرفته تحت تنش دارای برگ‌های با کوتیکول ضخیم و به رنگ سبز تیره هستند (همایی، ۱۳۸۱، ژانگ و زی[5]، ۲۰۰۷)، پس احتمالاً عدد قرائت شده توسط کلروفیل‌متر در تیمارها بیشتر از شاهد بوده است.

وزن تر و خشک ریشه

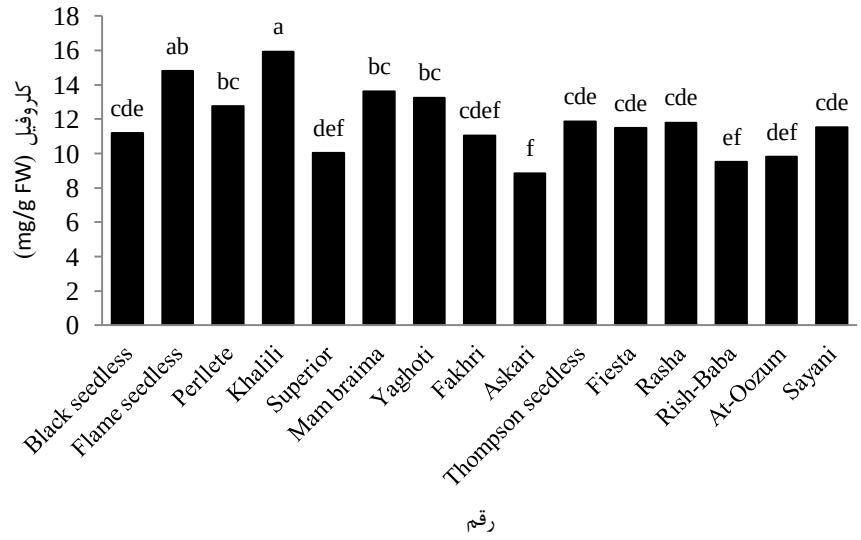
اثرات رقم، خشکی و اثر متقابل آنها بر وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطوح تنش وزن تر ریشه در کلیه ارقام انگور کاهش یافت اما این کاهش وزن بسته به نوع ژنوتیپ رابطه خطی نشان نداد بلکه واکنش ارقام نسبت به سطوح خشکی متفاوت بود (جدول ۳). میزان کاهش وزن تر ریشه از تیمار شاهد تا تنش ۳۵٪ نیاز آبی در ارقام بلاک سیدلس (۸۷/۹ درصد) تامسون (۸۷/۲ درصد)، پرلت (۸۲ درصد) و فیستا (۷۱/۴ درصد) بسیار بیشتر از سایر ارقام بود. در بین ارقام انگور نیز کمترین کاهش وزن تر ریشه متعلق به رقم رشه بود به طوری که وزن تر ریشه در شاهد (۲۹/۰۳ گرم) به ۲۸/۷۵ گرم در تنش شدید آبی رسید که این کاهش وزن (در حدود ۱ درصد) به طور معنی‌داری کمتر از سایر ارقام مطالعه شده بود (جدول ۳). پاتیل[6] و همکاران (۲۰۰۳) از شاخص میزان آماس نسبی ریشه برای ارزیابی تحمل به خشکی و گزینس ارقام انگور متحمل استفاده نمودند. آنها گزارش دادند که آماس نسبی ریشه در ارقام با تحمل بالا به خشکی در محدوده ۴۷/۸۱ تا ۵۲/۸۴ درصد بود. رقم‌های حساس به تنش خشکی دارای آماس ریشه بیشتری بودند.

با افزایش سطوح تنش، وزن خشک ریشه نیز در کلیه ارقام کاهش نشان داد اما این روند کاهشی بسته به نوع رقم متفاوت و خطی نبود (جدول ۴). تیمارهای خشکی کمترین اثر را روی وزن خشک ریشه ارقام عسکری، یاقوتی و رشه داشتند. در کل کاهش وزن خشک ریشه با اعمال شدیدترین تیمار تنش (۳۵ درصد نیاز آبی) در ارقام خارجی در مقایسه با ارقام داخلی شدیدتر بودند بطوریکه در ارقام تامسون سیدلس، سوپریور و بلک سیدلس میزان کاهش وزن خشک بیش از ۸۰ درصد بود و این در حالی است که در انگور رشه کاهش وزن خشک ریشه از تنش کم به شدیدترین سطح تیمار تنش ۲۵/۳ درصد بود. در تعدادی از ارقام مورد بررسی وزن خشک ریشه با اعمال

1. Walker
2. Singh
3. Pavlousek
4. Lauchi and Schubert
5. Zhang and Xie
6. Patil



نمودار ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی روی درصد ماده خشک برگ. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.



نمودار ۵- مقایسه میانگین تأثیر رقم مورد مطالعه بر میزان کلروفیل برگ انگور. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

اولین سطح تنش کاهش و سپس با افزایش شدت تنش، وزن خشک افزایش نشان داد (جدول ۴). کمبود ملایم آب بر توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه تأثیر می‌گذارد. در واقع ارتباط‌های ریشه و اندام هوایی از طریق تعادل بین میزان جذب آب توسط ریشه و فتوسنتز اندام هوایی کنترل می‌شود. بدین صورت که اندام هوایی تا زمانی رشد می‌کند که کاهش جذب آب توسط ریشه، به عنوان یک عامل محدودکننده، مانع رشد بیشتر گردد و برعکس ریشه‌ها تا زمانی رشد خواهند نمود که تقاضای آنها برای مواد فتوسنتزی معادل با مقدار تأمین این مواد از اندام هوایی باشد. کاهش میزان فراهمی آب برای گیاه باعث تغییر در این تعادل می‌شود. بطوری که با کاهش جذب آب از خاک، فرآیند توسعه برگ خیلی زود تحت تأثیر این تنش قرار می‌گیرد، اما فعالیت فتوسنتزی به مقدار کمتری تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

محدود شدن توسعه برگ سبب کاهش میزان مصرف کربن و انرژی شده و در نتیجه مقدار بیشتری از مواد آسمیله شده گیاه می‌تواند در سیستم ریشه توزیع شده و

جدول ۳-مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح خشکی و رقم مورد مطالعه بر وزن تر ریشه انگور

رقم	سطوح خشکی		
	٪۷۵	٪۵۵	٪۳۵
بلاک سیدلس	۳۷/۴۰$^{b-j}$	۲/۷۵^{v}	۴/۴۹$^{s-v}$
فلیم سیدلس	۳۹/۰۰$^{b-h}$	۲/۸۸^{v}	۱۰/۱۷$^{m-v}$
پرلت	۵۵/۰۵^{abc}	۴/۷۳^{tuv}	۹/۴۷$^{p-v}$
خلیلی	۱۷/۶۵$^{i-u}$	۵/۸۳$^{q-v}$	۹/۲۹$^{o-v}$
سوپریور	۲۰/۲۷$^{g-r}$	۲/۳۸^{v}	۷/۲۷$^{r-v}$
مام برایمه	۲۱/۱۲$^{g-r}$	۶/۶۴$^{m-v}$	۹/۸۰$^{n-v}$
یاقوتی	۲۷/۶۸$^{e-n}$	۱۱/۹۱$^{m-v}$	۲۰/۱۲$^{h-t}$
فخری	۲۰/۶۶$^{h-t}$	۳/۵۲^{uv}	۸/۱۳$^{o-v}$
عسکری	۴۸/۷۹$^{a-f}$	۳۲/۳۱$^{c-l}$	۴۳/۱۵$^{a-g}$
تامسون سیدلس	۵۲/۵۱^{abc}	۱۴/۱۹$^{m-v}$	۶/۶۸$^{q-v}$
فیستا	۵۱/۵۳$^{a-d}$	۱۰/۷۴$^{m-v}$	۱۴/۷۴$^{m-v}$
رشه	۲۹/۰۳$^{e-m}$	۲۵/۳۴$^{g-p}$	۲۸/۷۵$^{e-n}$
ریش بابا	۵۰/۴۰$^{a-e}$	۳۳/۰۷$^{c-l}$	۲۵/۵۲$^{f-o}$
ات اوزوم	۵۷/۳۶^{ab}	۴۱/ ۸۸$^{b-h}$	۳۶/۰۵$^{b-i}$
سایانی	۶۳/۱۳^{a}	۵۱/۴۵$^{a-d}$	۳۱/۹۹$^{c-l}$

میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه

رقم	سطوح خشکی		
	٪۷۵	٪۵۵	٪۳۵
بلاک سیدلس	۱۳/۳۰$^{c-l}$	۱/۰۹^{pq}	۱/۹۳^{opq}
فلیم سیدلس	۱۵/۰۳$^{a-h}$	۱/۷۹^{opq}	۴/۲۶$^{k-q}$
پرلت	۱۸/۱۱$^{a-f}$	۱/۵۱^{pq}	۳/۵۵^{opq}
خلیلی	۷/۰۰$^{g-p}$	۲/۷۹$^{l-q}$	۳/۹۲$^{k-p}$
سوپریور	۶/۷۰$^{g-q}$	۲/۶$^{n-q}$	۰/۸۵^{q}
مام برایمه	۸/۳۱^{eo}	۳/۸۳$^{h-q}$	۴/۰۱$^{j-q}$
یاقوتی	۱۰/۸۴^{cl}	۵/۰۲$^{j-q}$	۸/۵۴$^{e-o}$
فخری	۸/۰۰^{fp}	۱/۸۷^{opq}	۳/۰۳$^{k-q}$
عسکری	۱۹/۱۴^{ae}	۱۴/۴۵$^{b-i}$	۱۹/۱۷$^{a-e}$
تامسون سیدلس	۲۲/۳۲^{abc}	۳۱/۵۳^{ab}	۲/۷۰$^{m-q}$
فیستا	۱۹/۵۸^{ae}	۱۳/۹۵$^{b-h}$	۵/۵۷$^{h-q}$
رشه	۱۶/۴۸^{ag}	۱۰/۵۶$^{c-m}$	۱۲/۳۱$^{c-k}$
ریش بابا	۲۰/۴۴$^{a-d}$	۱۴/۶۵$^{b-i}$	۱۱/۱۴$^{c-k}$
ات اوزوم	۲۱/۰۵$^{a-d}$	۱۷/۹۲$^{a-g}$	۱۴/۷۵$^{b-h}$
سایانی	۳۰/۸۸^{ab}	۲۵/۰۸^{a}	۱۴/۰۰$^{b-i}$

میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

سبب افزایش رشد ریشه به سمت بخش‌های مرطوب خاک گردد که این امر پاسخ دفاعی دوم گیاه در مقابل خشکی به شمار می‌آید (تایز و زایگر، ۲۰۰۶). بر این اساس افزایش وزن خشک ریشه تعدادی از ارقام انگور با تشدید تنش بی آبی، احتمالاً نشان از فعال شدن مکانیسم تحمل به خشکی در آنها می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش تنش آبی، وزن تر و خشک ریشه کاهش یافت اما روند کاهش در ارقام مورد بررسی متفاوت و خطی نبود. این تفاوت ناشی از توانایی ژنتیکی آن‌ها در جذب آب توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی گیاه و برگشت مواد غذایی از تاج گیاه به ریشه است (کاترچی[1] و همکاران، ۲۰۰۰).

وزن خشک شاخه

اثرات رقم، خشکی و اثر متقابل آنها بر وزن خشک شاخه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطوح تنش وزن خشک شاخه در ارقام انگور مورد بررسی کاهش نشان داد. در تیمار شاهد بیشترین وزن خشک شاخه در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب متعلق به تامسون و فیستا بود. با افزایش سطوح تنش آبی میزان وزن خشک شاخه نیز کاهش یافت. برای درک بهتر روند کاهش وزن بایستی وزن خشک شاخه در تیمارهای خشکی با تیمار شاهد مقایسه شوند. با اعمال اولین سطح تنش (۵۵ درصد نیاز آبی) میزان وزن خشک شاخه‌ها در ارقام داخلی (خلیلی ۷/۸ درصد، مام برایمه ۸۹ درصد، یاقوتی ۱۷ درصد، فخری ۶۱ درصد، عسکری ۴۸ درصد، رشه ۳ درصد، ریش‌بابا ۸۷ درصد، ات اوزوم ۴۵ درصد و سایانی ۷۰ درصد) و ارقام خارجی (بلک سیدلس ۷۳ درصد، فلیم سیدلس ۷۳ درصد، پرلت ۷۷ درصد، سوپریور ۶۲ درصد، تامسون سیدلس ۶۳ درصد و فیستا ۶۱ درصد) به شدت کاهش یافت. کمترین کاهش وزن خشک شاخه در ارقام خارجی و داخلی به ترتیب متعلق به رقم فیستا (۶۱ درصد) و رشه (۳ درصد) بود (جدول ۵). با افزایش سطح تنش آبی به سطح ۳۵ درصد نیاز آبی واکنش ارقام انگور متفاوت بود. در ارقام سوپریور، یاقوتی، عسکری، ریش‌بابا و سایانی کاهش معنی‌داری در وزن خشک شاخه ایجاد نشد در حالیکه در ارقام مام برایمه، فخری، فیستا و ات اوزوم وزن خشک شاخه افزایش نشان داد و در بقیه ارقام کاهش وزن خشک ادامه یافت. فرانکویس و کلارک[2] (۱۹۷۹) در مطالعه‌ای که بر روی انگور انجام دادند بیان داشتند که بسته به شدت تنش آبی در محیط کشت افزایش تنش ممکن است منجر به کاهش میزان رشد و کاهش تعداد شاخه‌های هوایی، خوشه‌ها و ریشه در انگور گردد. پالیوتی[3] و همکاران (۲۰۰۴) تعادل در کربن انباشته شده در ماده خشک انگور را به عنوان شاخص تحمل به تنش معرف نمودند و گزارش کردند انباشت کربن و تحمل به تنش خشکی رابطه معکوس دارند و با افزایش انباشت کربن در گیاه، مقدار تحمل آن به تنش خشکی کاهش می‌یابد. شاید رابطه معکوس بین انباشت کربن در ماده خشک و تحمل به خشکی در ارقام مام برایمه و فیستا که بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری شده تحمل کمتری به تنش خشکی دارند، صادق باشد.

محتوی نسبی آب برگ

اثر تنش آبی و رقم روی RWC در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش سطح تنش RWC برگ نیز کاهش پیدا کرد (نمودار ۸). بیشترین RWC برگ به ترتیب متعلق به ارقام یاقوتی، خلیلی و رشه بدون اختلاف آماری بود (نمودار ۹). یکی از مکانیسم‌های مهم مقاومت در برابر تنش، حفظ محتوای آب نسبی است بر اساس گزارش حیدری شریف‌آباد (۱۳۷۹) و بسیاری از محققان محتوی نسبی آب برگ یکی از شاخص‌های شناسائی ارقام مقاوم و حساس است. در پژوهشی اثرات دور آبیاری بر صفات رویشی و فیزیولوژیکی چند رقم انگور ایرانی بررسی گردید و گزارش شد که با افزایش دور آبیاری محتوی نسبی آب برگ کاهش نشان داد. بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ در رقم صاحبی و کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ در ارقام عسکری و یاقوتی قرمز مشاهده شد (اسماعیلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). پلگرینو[4] و همکاران (۲۰۰۵) ویژگی‌های مرتبط با مقاومت به خشکی در انگور را مورد بررسی قرار دادند. آنها این ویژگی‌ها را به سه گروه تقسیم‌بندی نمودند. گروه اول ویژگی‌هایی مانند پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای از اهمیت بالاتری برخوردار بودند. ویژگی‌هایی مانند دمای

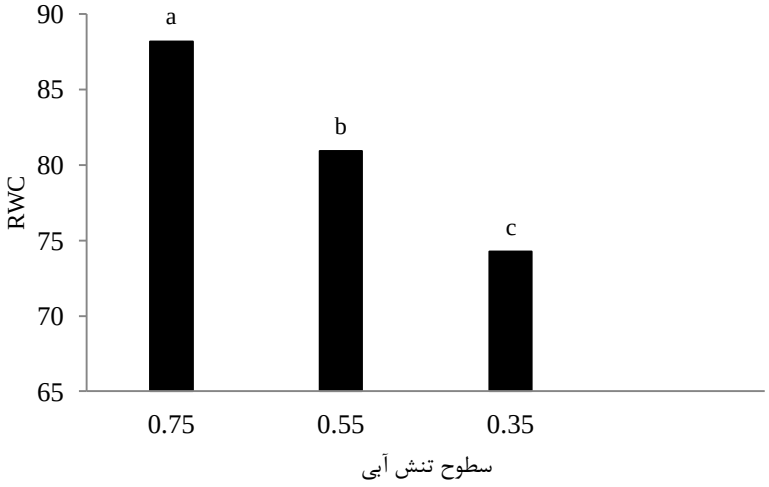
1. Katerji

2. Francois and Clark
3. Palliotti
4. Pellegrino

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تنش خشکی بر وزن خشک شاخه

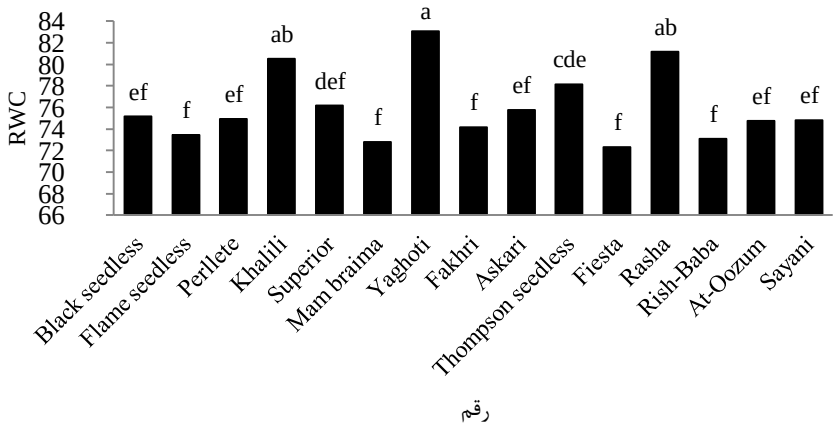
رقم	سطوح خشکی		
	٪۷۵	٪۵۵	٪۳۵
بلاک سیدلس	۲/۹۰ $^{d-i}$	۰/۷۸ $^{m-w}$	۰/۲۱ ^{vw}
فلیم سیدلس	۲/۷۸ $^{d-j}$	۰/۷۳ $^{n-w}$	۰/۶۰ $^{q-w}$
پرلت	۳/۷۳ $^{c-f}$	۰/۸۴ $^{l-w}$	۰/۷۵ $^{q-w}$
خلیلی	۱/۴۰ $^{g-t}$	۱/۲۹ $^{h-t}$	۰/۷۵ $^{q-w}$
سوپریور	۱/۲۶ $^{h-t}$	۰/۴۷ $^{s-w}$	۰/۴۶ $^{t-w}$
مام برایمه	۱/۴۹ $^{g-s}$	۰/۱۵ ^{w}	۰/۹۲ $^{m-w}$
یاقوتی	۲/۱۴ $^{f-n}$	۱/۷۷ $^{h-u}$	۱/۷۰ $^{g-s}$
فخری	۱/۴۴ $^{g-t}$	۰/۵۵ $^{r-w}$	۱/۰۷ $^{j-v}$
عسکری	۴/۲۷ $^{b-e}$	۲/۱۹ $^{f-m}$	۲/۲۱ $^{f-m}$
تامسون سیدلس	۷/۰۰ ^{a}	۲/۵۷ $^{e-k}$	۱/۴۱ $^{g-t}$
فیستا	۶/۱۹ ^{ab}	۲/۴۱ $^{e-l}$	۲/۹۴ $^{d-h}$
رشه	۱/۸۶ $^{f-p}$	۱/۸۰ $^{g-r}$	۱/۴۵ $^{h-u}$
ریش بابا	۴/۹۴ $^{a-d}$	۱/۲۳ $^{h-u}$	۱/۲۴ $^{h-u}$
ات اوزوم	۳/۳۸ $^{c-g}$	۱/۸۴ $^{f-q}$	۲/۱۱ $^{f-o}$
سایانی	۵/۲۴ ^{abc}	۱/۵۳ $^{g-s}$	۱/۵۸ $^{g-s}$

میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



نمودار ۸- مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی روی RWC. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

سایه سار، بازتابش نور برگ، مقدار کلروفیل برگ، قطر تنه و سرعت جریان شیره پرورده در گروه دوم از اهمیت قرار گرفتند. ویژگی‌های رویشی در گروه سوم قرار گرفته و اهمیت کمتری داشتند. گونه‌های مقاوم در مواجهه با تنش‌های محیطی محتوی آب سلول‌های خود را در حد بالاتری حفظ می‌کنند بنابراین، می‌توان گفت که حفظ RWC بالای برگ مکانیسم مهم دیگر مقاومت در برابر تنش در انگور است و ارقامی که در شرایط تنش بتوانند



نمودار ۹- مقایسه میانگین تأثیر رقم مورد مطالعه بر میزان RWC. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند.

آب بیشتری را در برگ‌های خود نگه‌داری نمایند یا مقدار این آب کاهش محسوسی ننماید، مقاومت بیشتری را خواهند داشت. حفظ مناسب آب برگ در شرایط تنش می‌تواند به واسطه کاهش اندازه برگ‌ها، عمیق‌تر شدن روزنه‌ها، تجمع متابولیت های ثانویه در مزوفیل برگ‌ها، افزایش کرک روی برگ‌ها، افزایش تراکم روزنه‌ای، کاهش اندازه روزنه‌ها و ضخیم بودن کوتیکول باشد (لوویت[1]،۱۹۸۰) که تعدادی از این صفات جزء ذاتی تعدادی از ژنوتیپ‌های انگور هستند. پس ارقامی که دارای چنین صفاتی باشند از طریق حفظ یا افزایش مقدار نسبی آب برگ در برابر تنش مقاومت می نمایند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی RWC کاهش یافت اما چندین رقم RWC بالایی نشان دادند برای مثال رقم رشه جزو انگورهایی است که برگ‌های تازه و بالغ آن دارای کرک‌های زیادی می‌باشد. بنابراین، این صفات می‌توانند یکی از علل مقاوم‌تر بودن این رقم در مقایسه با ارقام دیگر در مقابل تنش باشد (حدادی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

علایم خشکی

اثرات رقم، خشکی و اثر متقابل آنها بر علائم خشکی روی برگ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطوح تنش، ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به ظهور علائم نشان دادند. کمترین علائم خشکی در تیمار شاهد و بیشترین علائم در تیمار تنش شدید ۳۵ درصد نیاز آبی ثبت گردید (جدول ۶). نتایج نشان داد به غیر از رقم مام برایمه، در کل تحمل به خشکی ارقام داخلی بیشتر از ارقام خارجی بود. ارقام فیستا، بلک سیدلس، فلیم، پرلت، سوپریور، مام برایمه و چند رقم دیگر نسبت به دیگر نمونه‌ها در تنش ۵۵ درصد نیاز آبی زودتر ظهور علائم خشکی را نشان دادند در حالیکه در این سطح تنش، بیشترین تحمل در ارقام خلیلی، یاقوتی و عسکری ثبت گردید. با افزایش سطح تنش آبی به ۳۵ درصد نیاز آبی علائم تنش در اغلب نمونه‌های انگور مورد بررسی افزایش یافت اما این روند در خلیلی، رشه و یاقوتی کمتر بود. در بین ارقام خارجی نیز پرلت و فلیم سیدلس در مقایسه با دیگر ارقام خارجی، کمترین شدت علایم ظاهری تنش خشکی را در شدیدترین تیمار تنش نشان دادند اما این دو رقم در مقایسه با ارقام داخلی حساس به خشکی بودند. این نتایج با یافته‌های دولتی و همکاران (۱۳۹۵) در خصوص تحمل به خشکی ارقام پرلت و فلیم سیدلس در شرایط دیم مطابقت دارد.

این نتایج با یافته‌های رضایی و همکاران (۱۳۸۶) در مورد رقم فلیم سیدلس مطابقت داشت. در پژوهشی تحمل بهتر رقم فلیم سیدلس به تنش خشکی در مقایسه با ارقام تامسون‌سیدلس و شاراد سیدلس (Sharad seedless) گزارش شده است (ساتیشا[2] و همکاران، ۲۰۰۶). علائم ظاهری ناشی از تنش خشکی به صورت زردی و ریزش پیچک ها، کاهش شدید رشد رویشی، کاهش اندازه برگ و

1. Levitt

2. Satisha

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و رقم روی علایم ظاهری خشکیدگی در شاخه و برگ

رقم	سطوح تنش آبی		
	٪۷۵	٪۵۵	٪۳۵
بلاک سیدلس	۱^{e}	۵^{a}	۵^{a}
فلیم سیدلس	۱^{e}	۴^{b}	۴^{b}
پرلت	۱^{e}	۴^{b}	۴^{b}
خلیلی	۱^{e}	۲^{d}	۳^{c}
سوپریور	۱^{e}	۵^{a}	۵^{a}
مام برایمه	۱^{e}	۵^{a}	۵^{a}
یاقوتی	۱^{e}	۲^{d}	۳^{c}
فخری	۱^{e}	۴^{b}	۵^{a}
عسکری	۱^{e}	۲^{d}	۴^{b}
تامسون سیدلس	۱^{e}	۴^{b}	۵^{a}
فیستا	۱^{e}	۴^{b}	۵^{a}
رشه	۱^{e}	۳^{b}	۳^{c}
ریش بابا	۱^{e}	۳^{c}	۴^{b}
ات اوزوم	۱^{e}	۴^{b}	۴^{b}
سایانی	۱^{e}	۴^{b}	۵^{a}

میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

نهایتا نکروز شدن و ریزش تعدادی از برگ‌های گیاه نمایان می‌شود (فیساراکیس و همکاران، ۲۰۰۱). با افزایش تنش آبی و طولانی شدن زمان تنش تعداد بیشتری از برگ‌ها و نقطه رشد انتهایی خشک خواهند شد و تاک دچار ضعف شدید رشد رویشی خواهد شد. در کل ارقام انگور متعلق به گونه وینیفرا تحمل مناسبی به تنش خشکی دارند اما تعدادی از ارقام، از تحمل بیشتری برخوردار هستند و قابلیت کشت در شرایط بی‌آبی را دارند.

نتیجه‌گیری کلی

در بررسی تأثیر تنش آبی بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی ارقام انگور متعلق به گونه وینیفرا، نکته مهم معرفی ارقامی است که تحت شرایط تنش خشکی قابلیت زنده ماندن بالایی داشته و قادر به حفظ رشد خود در حد مناسبی باشند. برای غربال کردن ارقام از لحاظ تحمل به خشکی از پژوهش‌های مزرعه‌ای و گلدانی به همراه اندازه‌گیری صفات متعدد مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی استفاده می‌گردد. شواهد زیادی وجود دارد که حاکی از تفاوت واکنش گیاهان گلدانی نسبت به شرایط مزرعه است. گیاهانی که در حجم کوچکی از خاک رشد می‌کنند نسبت به شرایط مزرعه سریعتر دچار تنش آب می‌شوند. در شرایط گلدانی پراکنش ریشه در تمام حجم خاک زیاد بوده، تخلیه آب از تمام نیم‌رخ خاک یکنواخت است و چرخهٔ خشکی نسبتاً سریع می‌باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). مطالعات گلدانی به عنوان روشی سریع برای اطلاع از وضعیت واکنش گیاهان به تنش‌ها، شناخته شده اما اجرای مطالعات مزرعه‌ای و اعمال تنش‌ها و تأثیر آن‌ها بویژه بر صفات کمی و کیفی میوه بسیار حائز اهمیت است. نتایج حاصل از این پژوهش به وضوح نشان داد که ارقام مورد مطالعه بر اساس صفات مورد ارزیابی به خصوص فاکتورهای رشدی، میزان نسبی آب برگ و علایم ظاهری تنش خشکی در شاخه و برگ تفاوت معنی‌داری در شرایط تنش داشتند. ارقام انگور خارجی مانند فیستا، بلاک‌سیدلس بسیارحساس به تنش خشکی بودند و پرلت و فلیم سیدلس تحمل نسبتا مناسبی به تنش خشکی نشان داد. ارقام انگور داخلی مانند خلیلی سفید، رشه، یاقوتی به خوبی توانستند شرایط تنش را تحمل نمایند و از توان بالایی در استقرار در شرایط تنش برخوردار بودند.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، حسینپور، ر و عبدشاه، ه. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۶، جلد سوم، محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۲۳۲ ص.

اسدی، و.، رسولی، م.، غلامی، م. و ملکی، م. ۱۳۹۶. بررسی برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک چهار رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) در شرایط تنش خشکی. علوم باغبانی ایران، ۴۸(۴): ۹۷۷-۹۹۰.

اسماعیلی‌زاده، م.، لطفی، ا.، میردهقان، س.ح و شمشیری، م.ح. ۱۳۹۷.آثار دور آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چهار رقم انگور ایرانی. به زراعی کشاورزی، ۲۰(۱): ۱-۱۵.

حدادی‌نژاد، م.، عبادی، ع.، فتاحی‌مقدم، م.ر و نجاتیان، م.ع. ۱۳۹۲. غربالگری اولیه مورفولوژیکی ۶۹۸ ژنوتیپ انگور بر اساس تحمل به خشکی برای انتخاب پایه. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۴(۲)، ۱۹۳-۲۰۷.

حسابی‌اسفهلان، پ. ۱۳۷۸. تأثیر سطوح مختلف تنش‌های خشکی و کاهش رطوبت خاک در رشد چند کولتیوار از انگور. پایان نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تبریز.

حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهران، ۲۰۰ ص.

دولتی‌بانه، ح.، غنی‌شایسته، ف.، نورجو، ا.، رسولیان، س.، جعفری، ح.، تیموری، ق و محمدعلیزاده، ا.م. ۱۳۹۵. معرفی ارقام مطلوب انگور برای کشت دیم با هدف تازه‌خوری. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۱(۲): ۳۷-۵۵.

رسولی، و. و گل‌محمدی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به تنش خشکی ارقام انگور استان قزوین. مجله به نژادی نهال و بذر، ۲: ۳۴۹-۳۵۹.

سپاسخواه ،ع.ع. توکلی و ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی، نشریه شماره ۱۰۰: ۲۸۸ ص.

سرمدنیا، غ. کوچکی، ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۶۷ ص.

مکنون، ر. ۱۳۸۲. آب و توسعه پایدار مقاله. مجله محیط زیست (کمیته ملی توسعه پایدار)، بولتن شمار ۱۱.

میرمحمدی میبدی، ع و قره‌یاضی، ب. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۷۴ ص.

همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۹۷ ص.

Barabal, K.A. 1990. Diagnosis of heat and cold resistance grape varieties from the bioelectrical reactions of the leaves. Fiziologiya – Biokhimiya, 22: 170 -174.

Bavaresco, L. and Fogher, C. 1996. Lime-induced chlorosis of grapevine as affected by rootstock and root infection with arbuscular mycorrhiza and Pseudomonas fluorescens. Vitis, 35 (3): 119-123.

Ben- Asher, J., Tsuyuki, I., Bravdo, B.A. and Sagih, M. 2006. Irrigation of grapevines with saline water, I. leaf area index, stomatal conductance, transpiration and photosynthesis. Agricultural Water Management, 83: 13-21.

Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M. and Androulakis, I. 2002. Effect of NaCl salinity on growth, ion content and CO_2 assimilation rate of six olive cultivars. Scientia Horticulturae, 96: 235-247.

Degu, A., Hochberg, U., Wong, D., Alberti, G., Lazarovitch, N., Peterlunger, E., Castellarin, S., Herrera, J.C. and Fait, A. 2019. Swift metabolite changes and leaf shedding are milestones in the acclimation process of grapevine under prolonged water stress. Plant Biology, 19(1): 69.

Ergenoglu, F. 1988. Study of the adaptation of early grape varieties of foreign origin grown under the conditions of Cukurova. Doga,-Turk-Tarim-ve-Ormancilik-Dergisi, 12: 11-18.

Fanizza, G., Ricciardi, L. and Bagnulo, C. 1991. Leaf greenness measurements to evaluate water stressed genotypes in *Vitis vinifera*. Euphytica, 55: 27-31.

Fanizza, H., Ricciar, D. and Baghulo, C. 1989. Response of selected table grape cultivars to canopy temperature under water stress and nonstress conditions. Horticulture Science, 3(3):102-105

Fisarakis, I., Chartzoulakis, K. and Stavrakas, D. 2001. Response of sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. Agricultural Water Management, 51: 13-27.

Fisarakis, I., Nikolaou, N., Tsikalas, P., Therios, I. and Stavrakas, D. 2004. Effect of salinity and rootstock on concentration of Potassium, Calcium, Magnesium, Phosphours and Nitrat-Nitrogen in Thompson seedless Grapevine. Journal of Plant Nutrition, 27(12): 2117-2134.

Flexas, J., Briantais, J.M., Cerovic, Z., Medrano, H. and Moya, I. 2000. Steady state and maximum chlorophyll fluorescence responses to salt stress in grapevine leaves: a new remote sensing system. Remote Sensing of Environment, 73: 283-297.

Francois, L.E. and Clark, R.A. 1979. Accumulation of sodium and chloride in leaves of sprinkler irrigated grapes. Journal of American Society of Horticultural Science, 104: 11-13.

Katerji, N., Van Horn, J.W., Hamdy, A. and Mastrorilli, M. 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. Agriculture, Water Management, 43: 99-109.

Koundouras, S., Tsialtas, 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. Agricultural Ecosystem Environment, 128 :86-96.

Lauchi, A. and Schubert, S. 1989. The role of calcium in the regulation of membrane and cellular growth processes under salt stress. Environmental stress in plants. Springer Verlag, 131-138 p.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. Vol. II. Academic Press, New York.

Linderman, R.G. and Davis, E.A. 2001. Comparison response of selected grapevine rootstock and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. American Journal of Enology and Viticulture, 52: 8-11

Nevry, A. 1989. Photosynthesis in some grape varieties under different moisture regimes. Izvistiy–Akademi, 2: 26-30.

Palliotti, A., Cartechini, A., Nasini, L., Silvestroni, O., Mattioli, S. and Neri. D. 2004. Seasonal carbon balance of 'Sangiovese' grapevines in two different central Italy environments. Acta Horticulture, 652: 183-190.

Patil, S.G., Karkamkar, S.P. and Deshmukh, M.R. 2003. Evaluation of grape varieties for their drought tolerance. Journal of Maharashtra Agriculture, 28: 250-251.

Pavlousek, P. 2011. Evaluation of drought tolerance of new grapevine rootstock hybrids. Journal of Environmental Biology, 32: 543-549.

Pellegrino, E., Lebonw, T., Simonneau, W. and Wery, J. 2005. Towards a simple indicator of water stress in grapevine (*Vitis vinifera* L.) based on the differential sensitivities of vegetative growth components. Australian Journal of Grape Wine Research, 11: 306-315.

Ricciar, D., Fanizza, H. and Beghulo, C. 1989. Response of selected table grape cultivars to canopytemperature under water stress and nonstress conditions. Advances in Horticultural Science, 25: 102-105.

Satisha, J., Prakash, G.S., Bhatt, R.M. and Sampathkuma, P. 2006. Effect of soil moisture stress on physiological response in grape (*Vitis vinifera* L.) varieties. Journal Horticultural Science, 1(2): 99-103.

Singh, S.K., Sharma, H.C., Goswami, A.M., Datta, S.P. and Singh, S.P. 2000. In vitro growth and leaf composition of grapevine cultivar as affected by sodium chloride. Biologia Plantarum, 43(2): 283-286.

Taiz, L. and Zaiger, E. 2006. Plant physiology (4th ed.). Sinauer Associates, Inc.: Massachusetts.

Walker, R.R., Deider, H.B., Peter, R.C. and Ray, L.C. 2004. Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis Vinifera* L.cv. Sultana) 2. Ion concentration in leaves and juice. Australian Journal of Grape and wine Research, 10: 90-99.

Zhang, Y.Y. and Xie, Q. 2007. Ubiquitination in Abscisic Acid-Related Pathway. Journal of Integrative Plant Biology, 49(1): 87-93.