تأثیر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی بیست رقم انگور ایرانی و خارجی

یاسر خندانی[1*]، حسن ساریخانی[1]، منصور غلامی[1] و عبدالکریم چهرگانی راد[2]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- گروه علوم زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

*نویسنده مسئول: ykhandany@yahoo.com

چکیده

تغییرات آب و هوایی به دلیل گرم شدن کره زمین و کاهش زمین‌های قابل کشت به دلیل افزایش جمعیت، فشار را به منابع موجود برای تولید پایدار مواد غذایی افزایش می‌دهد. بنابراین، داشتن ایده‌ای مناسب در مورد تأثیر تنش خشکی بر گیاهان برای دستیابی به تولید پایدار ضروری است. در پژوهش حاضر، تأثیر تنش خشکی بر بیست رقم انگور ایرانی و خارجی، به صورت گلدانی و با ۵ تکرار بررسی شد و نهال‌های یکساله ریشه‌دار شده ارقام انگور تحت دو تیمار ۹۰ (شاهد) و ۵۰ (تنش خشکی) درصد نیاز آبی قرار گرفتند. ارقام انگور ایرانی شامل بیدانه سفید، بیدانه قرمز، رشه، یاقوتی، فخری، خلیلی سفید، قزل اوزوم، عسگری، گزندایی، گچی امجگی، تبرزه قرمز، تبرزه سفید، لعل، حسینی و شیرازی و ارقام خارجی شامل بلک سیدلس، فلیم سیدلس، پرلت، روبی و ترکمن ۴ بودند. اندازه‌گیری برخی صفات ریخت‌شناسی شاخه و ریشه، پس از سه ماه اعمال تنش خشکی انجام شد. بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها، برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم برای صفات تعداد برگ، طول شاخه سال جاری، طول میانگره، سطح برگ، طول ریشه و حجم ریشه معنی‌دار بود. تنش خشکی، به ترتیب باعث کاهش ۳۱، ۴۰/۵۸، ۲۷/۵ و ۲۴/۳۲ ، ۹/۱۱ و ۲۶/۱۸ درصدی صفات تعداد برگ، طول شاخه سال جاری، طول میانگره، سطح برگ، طول ریشه و حجم ریشه گردید. مقاومت ارقام انگور رشه و خلیلی سفید در مواجه با شرایط تنش خشکی، به صورت معنی‌داری بهتر از سایر ارقام بود. ، رقم فخری، در مقایسه با سایر ارقام حساسیت بیش‌تری به تنش خشکی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: انگور، تنش خشکی، رقم رشه، ریشه، ویژگی‌های ریخت‌شناسی.

مقدمه

انگور یکی از مهم‌ترین گیاهان مناطق معتدله کشور است که با تولید سالانه نزدیک به دو میلیون تن ، بخش مهمی از تولید محصولات باغی را به خود اختصاص داده است. این محصول به طور گسترده در مناطق نیمه‌خشک جهان رشد می‌کند و با طیف گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی سازگار شده است. پیش‌بینی‌های تغییر آب و هوایی نشان می‌دهد که خشکسالی در ۵۰ سال آینده به یک مشکل بزرگ‌تر در جهان تبدیل خواهد شد و یکی از عمده‌ترین محدودیت‌ها برای تولید محصول انگور در سراسر جهان خواهد بود (Chaves *et al*., 2007). کمبود آب می‌تواند باعث رشد منفی و کاهش عملکرد انگور شود، که منجر به کاهش درآمد تولید کننده و خسارت اقتصادی در صنعت انگور منعکس می‌شود (Min *et al*., 2019). اگرچه پرورش انگور به صورت دیم، در برخی نقاط کشور معمول است و در مناطقی که میزان بارندگی سالیانه آن‌ها ۶۰۰ میلی‌متر یا بیشتر است، باغ‌های انگور نیازی به آبیاری ندارند. با این وجود در آینده نزدیک، علاقه به پایه‌های مقاوم در برابر خشکسالی به دلیل کمبود احتمالی آب افزایش می‌یابد (Serra *et al*., 2014).

تنش خشکی باعث کاهش اندازه برگ، افزایش ساقه و تکثیر ریشه می‌گردد، روابط آب- گیاه را مختل می‌کند و بهره‌وری مصرف آب را کاهش می‌دهد. گیاهان انواع واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را در سطوح سلولی و کل ارگانیسم نسبت به تنش خشکی نشان می‌دهند (Farooq *et a*l., 2009). آسیب‌های ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن به ماکرومولکول‌های بیولوژیکی تحت تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل بازدارنده رشد است. گیاهان طیف وسیعی از مکانیسم‌ها را برای مقاومت در برابر تنش خشکی نشان می‌دهند. مکانیسم‌های اصلی شامل کاهش آب در اثر افزایش مقاومت در برابر انتشار، افزایش جذب آب با سیستم‌های ریشه‌ای پرکار و عمیق و استفاده کارآمد از آن و برگ‌های کوچک‌تر و شاداب برای کاهش تعرق هستند (Farooq *et al*., 2009). ریشه‌ها، اندام اصلی گیاه برای سازگاری با خشکی هستند. اگر تحمل به عنوان توانایی حفظ سطح برگ و رشد تحت تنش طولانی‌مدت مرحله رویشی تعریف

شود، به نظر می‌رسد که اساس اصلی اختلاف، ساختار سیستم ریشه است که امکان حفظ وضعیت آب مطلوب گیاه را فراهم می‌کند (Nguyen *et al*. 1997).

تغییرات اقلیمی موجب افزایش دمای خاک و هوا در آینده نزدیک می‌گردد، که در نتیجه آن تقاضا برای آبیاری، به ویژه برای ارقام حساس افزایش می‌یابد. با توجه به تغییرات اقلیمی و کمبود آب به وجود آمده در کشور و اینکه اکثر هدررفت آب در حوزه کشاورزی می‌باشد، شناسایی و معرفی ارقام مقاوم انگور از میان ارقام مختلف مورد کشت، ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش جهت شناسایی ارقام انگور متحمل به خشکی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۹ در فضای باز گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا در پنج تکرار و به صورت گلدانی اجرا شد. تعداد ۲۰ رقم انگور ایرانی و خارجی یکساله ریشه‌دار از نهالستان "اشنو پژوهش تاک" تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی بیست کیلویی حاوی ۱۶ کیلوگرم مخلوط خاک باغچه، کود حیوانی و ماسه به نسبت ۱:۱:۲ کشت شدند. بافت خاک شنی لومی (شن ۶۵/۵ ٪، سیلت ۱۷ ٪ و رس ۱۷/۵ ٪) بود و برای کاهش تبخیر آب، یک کیلوگرم سنگریزه سیلیس روی خاک گلدان‌ها ریخته شد. افزون بر این گلدان‌های پلاستیکی، با رنگ روغنی سفید، رنگ شدند تا از شدت گرمای وارده بر ریشه نهال‌ها کاسته شود. نهال‌ها در اردیبهشت ماه در داخل گلدان قرار گرفتند و پس از گذشت ۲ ماه و با استقرار و رشد کافی آن‌ها، تیمار خشکی اعمال گردید.

ارقام انگور ایرانی شامل ۱۵ رقم بیدانه سفید، بیدانه قرمز، رشه، یاقوتی، فخری، خلیلی سفید، قزل اوزوم، عسگری، گزندایی، گچی امجگی، تبرزه قرمز، تبرزه سفید، لعل، حسینی و شیرازی و ارقام خارجی شامل بلک سیدلس، فلیم سیدلس، پرلت، روبی و ترکمن ۴ بودند. این ارقام انگور در تابستان سال ۱۳۹۹ به مدت سه ماه تحت تنش کم‌آبیاری قرار گرفتند. تیمارهای خشکی شامل ۲ سطح ۹۰ و ۵۰ درصد آب قابل دسترس بودند. برای اعمال تیمارهای خشکی از روش وزنی استفاده گردید (Clarke and ferre, 2002). برای هر یک از سطوح تنش رطوبتی، وزن نهایی گلدان در سطح تنش مذکور محاسبه شد. به منظور تعیین درصد رطوبت، نمونه‌ای از خاک در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و وزن ذرات جامد خاک ریخته شده در گلدان‌ها تعیین و جرم مخصوص ظاهری آن‌ها محاسبه شد. برای تعیین وزن گلدان در هر یک از سطوح تنش به ترتیب زیر عمل شد.

قبل از اعمال تنش خشکی، میزان رطوبت نمونه خاک در نقطه ظرفیت زراعی (FC) و پژمردگی دائم (PWP)، با استفاده از اجزای بافت خاک شامل رس، سیلت و شن و جرم مخصوص ظاهری از طریق نرم‌افزار Retc (نسخه ۶/۰۲) تعیین شد. سپس رطوبت وزنی نمونه خاک با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید:

رابطه (۱):

$$\theta m = \frac{W_{s+w} - W_s}{Ws}$$

θ_m = رطوبت وزنی خاک

W_s= وزن خشک نمونه

W_{s+w}= وزن تر نمونه

وزن خشک هر گلدان (Ws) با کمک رابطه (۲) محاسبه گردید:

رابطه (۲):

$$w_s = \frac{W_{s+w}}{\theta m + 1}$$

سپس آب قابل دسترس (AW) از تفاضل رطوبت وزنی خاک در FC و رطوبت وزنی خاک در PWP به دست آمد:

رابطه (۳):

AW = FC رطوبت وزنی خاک در - PWP رطوبت وزنی نمونه خاک در

در ادامه برای تعیین رطوبت وزنی در هر یک از سطوح تنش از رابطه (۴) استفاده شد:

رابطه (۴):

$$T_a = PWP + (a \times AW)$$

Ta= رطوبت وزنی در هر یکی از سطوح تنش

a= معادل سطح تنش مورد نظر (در سطح تنش ۵۰ درصد به جای a عدد ۰/۵ قرار داده می‌شود)

رابطه (۵) نیز برای محاسبه وزن خاک مرطوب گلدان در هر یک از سطوح تنش، مورد استفاده قرار گرفت:

رابطه (۵):

$$TSWa = W_s \times (T_a + 1)$$

در رابطه فوق، TSWa معادل وزن خاک مرطوب گلدان در سطح تنش رطوبتی a می‌باشد. در انتها وزن نهایی گلدان برای هر یک از تنش‌های رطوبتی از رابطه (۶) به دست آمد:

رابطه (۶):

وزن گیاه + وزن گلدان + وزن سنگ ریزه + وزن خاک مرطوب گلدان در سطح تنش رطوبتی a = FSW_a

FSW_a= وزن نهایی گلدان در سطح رطوبتی a

قبل از اعمال تیمارها، صفات ریخت‌شناسی تعداد برگ، طول میان‌گره و طول شاخه سال جاری اندازه‌گیری شد. پس از اعمال تیمارهای خشکی، این صفات دوباره اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری سطح برگ با بهره‌گیری از نرم‌افزار ImageJ و عکس‌برداری از برگ‌ها صورت گرفت. طول ریشه‌ها نیز اندازه‌گیری شدند. حجم ریشه‌ها از طریق غوطه‌ور ساختن ریشه در آب مقطر در درون استوانه مدرج با حجم دو لیتر اندازه‌گیری شد. به طوری‌که، اختلاف حجم اولیه آب و حجم آب پس از غوطه‌ور ساختن ریشه‌ها، تعیین کننده حجم ریشه بود. پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با دو تیمار آبیاری و ۲۰ رقم انگور در پنج تکرار اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها هم با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها، برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم برای صفات ریخت‌شناسی مورد مطالعه معنی‌دار بود. تنش خشکی تعداد برگ، طول شاخه سال جاری، سطح برگ، طول میانگره، طول ریشه و حجم ریشه را به ترتیب به میزان ۳۱، ۳۲/۵۸، ۲۴/۴۰، ۲۷/۵، ۹/۱۱ و ۲۶/۱۸ درصد کاهش داد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف خشکی و رقم بر میزان تعداد برگ، طول شاخه سال جاری، سطح برگ، طول میان‌گره، طول ریشه و حجم ریشه.

		صفات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	شاخه سال جاری	سطح برگ	طول میان‌گره	طول ریشه	حجم ریشه
خشکی	۱	۹۲۹/۶۳**	۳۴۵۴۴/۱۳**	۱۰۹۳/۶۳**	۹۷/۰۲**	۷۳/۸۷**	۱۲۳۶۲/۷**
رقم	۱۹	۵۳/۷۳**	۱۵۸۹/۹۱**	۱۳۲/۵۵**	۵/۳۷**	۴۷/۲۹**	۱۱۴۲/۰۸**
خشکی×رقم	۱۹	۵۶/۸۱**	۱۹۲۴/۹۹**	۹۸/۰۱*	۵/۷۱**	۳۸/۲۰**	۱۰۸۸/۲۱**
خطای آزمایشی	۸۰	۶/۳۵	۱۹۴/۸۴	۶/۰۶	۰/۵۵	۵/۰۰	۱۶۰/۱۶
ضریب تغییرات		۱۷/۲۹	۲۰/۹۴	۱۱/۳۲	۱۳/۱۹	۱۳/۵۹	۱۸/۷۸

ns، ** و * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵.

برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر تعداد برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش خشکی باعث کاهش ۳۱ درصدی تعداد برگ در مقایسه با شاهد شد. در شرایط خشکی، برگ انگور تغییرات عمیقی را در سطوح مولکولی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی نشان می‌دهد که برای بهبود کارایی استفاده از آب از طریق فعال‌سازی پاسخ‌های سازگار مفید است (Flexas *et al*., 2010). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پس از سه ماه اعمال تنش خشکی، رقم رشه (۱۷/۶۷) بیش‌ترین

تعداد برگ را در میان ارقام انگور مورد بررسی داشت و کم‌ترین تعداد برگ هم در ارقام شیرازی و فخری (به ترتیب با ۶/۶۷ و ۷) مشاهده شد (جدول ۲). کم‌ترین میزان کاهش تعداد برگ به ترتیب مربوط به ارقام حسینی با ۴/۵ درصد و یاقوتی با ۷/۷ درصد بود. قادری و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش دادند که در شرایط تنش خشکی در ارقام انگور ساهانی، فرخی و بیدانه سفید، تعداد برگ کاهش یافت، که با نتایج این پژوهش هماهنگ است.

برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر طول شاخه سال جاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). طول شاخه سال جاری در شرایط تنش خشکی به میزان ۴۰/۵۸ درصد کاهش پیدا کرد، که بیش‌ترین کاهش مربوط به رقم گچی امجگی با میانگین ۷۳/۲۹ درصد بود. یکی از ویژگی‌های مهم ارقام مقاوم به خشکی، حفظ حداکثری رشد رویشی در شرایط تنش است که در نهایت می‌تواند منجر به عملکرد بالاتر گردد. در این پژوهش ارقام خلیلی سفید و رشه بیش‌ترین میزان طول شاخه سال جاری را در طول سه ماه تنش خشکی ۵۰ درصد نیاز آبی، در مقایسه با سایر ارقام داشتند (جدول ۲)، که در نهایت مشخص شد هماهنگ با پژوهش‌های قبلی (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۹۸)، مقاوم‌ترین ارقام انگور به تنش خشکی در بین ۲۰ رقم انگور مورد مطالعه بودند.

برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر طول میانگره در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تحت تاثیر تنش خشکی، طول میانگره به میزان ۲۷/۵ درصد کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین طول میان‌گره در تنش خشکی مربوط به رقم خلیلی سفید (۵/۹۷) بود (جدول ۲). ارقام تبرزه قرمز و بلک سیدلس بیش‌ترین واکنش را به تنش خشکی داشتند و طول میانگره آن‌ها به ترتیب با ۴۱/۵۴ و ۴۰/۸۶ درصد کاهش، بیش‌ترین میزان کاهش را در مقایسه با سایر ارقام داشت. تنش خشکی ۵۰ درصد باعث کاهش معنی‌دار طول میانگره درختان آلو (رقم سانتاروزا) گردید (خندانی و همکاران، ۱۳۹۵) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

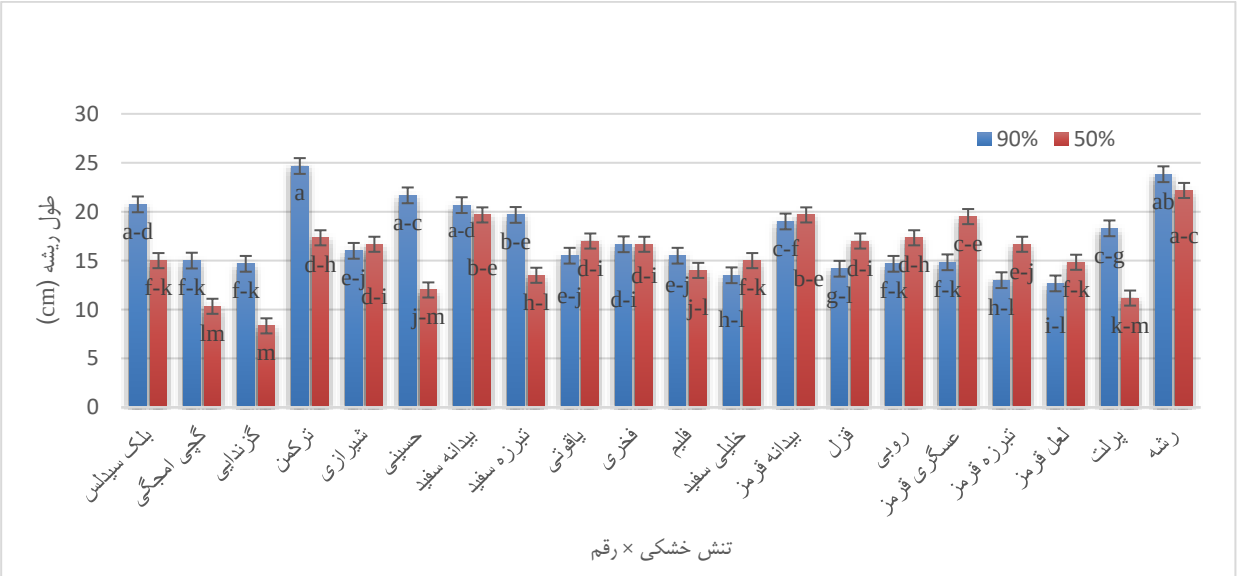
برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر سطح برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و باعث کاهش ۲۴/۳۲ درصدی سطح برگ ارقام مختلف انگور گردید. سطح برگ یک ویژگی ژنتیکی است که تحت تأثیر شرایط محیطی متحمل تغییر اندکی می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که واکنش سطح برگ ارقام مختلف انگور به تنش خشکی به ژنوتیپ بستگی دارد (Gispert et al, 2009). بالاترین میزان سطح برگ در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی، مربوط به ارقام تبرزه قرمز (۲۵/۲۵) و حسینی (۲۵) بود در حالی‌که رقم فخری کم‌ترین میزان سطح برگ را داشت (جدول ۲). ارقام رشه (۲/۲۱) و فلیم سیدلس (۳۷/۷۱) به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میزان کاهش سطح برگ را در معرض تنش خشکی داشتند (جدول ۲). هماهنگ با نتایج پژوهش حاضر، دولتی بانه و همکاران (۱۳۹۸) کاهش سطح برگ ارقام مختلف انگور تحت تأثیر تنش خشکی را گزارش دادند.

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر صفات تعداد برگ، طول شاخه سال جاری، طول میانگره و سطح برگ.

	تعداد برگ		شاخه سال جاری (cm)		طول میانگره (cm)		سطح برگ (cm^2)	
سطوح خشکی / رقم	٪۹۰	٪۵۰	٪۹۰	٪۵۰	٪۹۰	٪۵۰	٪۹۰	٪۵۰
بلک سیدلس	۱۳/۶۷$^{d-h}$	۱۲$^{f-j}$	۶۷$^{e-j}$	۳۱/۶۷$^{k-m}$	۵/۸$^{d-j}$	۳/۴۳^{m}	۲۷/۵۵$^{b-e}$	۱۷/۷۷$^{l-p}$
گچی امجگی	۱۸/۶۷$^{b-d}$	۱۲/۶۷$^{e-i}$	۹۷/۳۳$^{b-d}$	۲۶^{m}	۶/۵۷$^{c-e}$	۴/۹۳$^{g-l}$	۲۰/۹۵$^{f-m}$	۱۷/۲۴$^{m-q}$
گزندایی	۲۴^{a}	۱۴/۶۷$^{d-h}$	۱۳۳^{a}	۶۶/۶۷$^{e-j}$	۸/۹^{ab}	۵/۶۳$^{d-j}$	۲۲/۵۴$^{f-l}$	۱۵/۳۳$^{n-q}$
ترکمن	۱۸/۶۷ $^{b-d}$	۱۲$^{f-j}$	۸۸/۶۷$^{b-e}$	۵۸$^{f-k}$	۵/۸$^{d-j}$	۴/۶$^{i-m}$	۳۱/۳۳^{b}	۲۴/۴۱$^{c-i}$
شیرازی	۱۳$^{e-h}$	۶/۶۷^{k}	۷۷/۶۷$^{c-f}$	۲۹^{lm}	۶/۱$^{d-h}$	۴/۸۷$^{g-m}$	۲۹/۹^{ab}	۲۲/۹۴$^{e-k}$
حسینی	۱۵$^{d-h}$	۱۴/۳۳$^{d-h}$	۷۳$^{d-h}$	۵۹$^{f-k}$	۴/۹$^{g-l}$	۴/۷$^{h-m}$	۲۹/۰۲^{bc}	۲۵$^{c-g}$
بیدانه سفید	۱۸/۶۷ $^{b-d}$	۱۶/۳۳$^{c-f}$	۱۰۰/۳۳^{bc}	۵۳/۶۷$^{f-l}$	۷/۶۷^{bc}	۵/۴$^{d-k}$	۲۰/۰۴$^{h-n}$	۱۲/۹$^{q-r}$
تبرزه سفید	۱۵/۶۷$^{d-g}$	۱۳/۳۳$^{e-h}$	۴۴/۶۷$^{i-m}$	۴۰/۳۳$^{j-m}$	۴/۹۷$^{f-l}$	۴/۴$^{j-m}$	۱۹/۲۱$^{j-p}$	۱۵/۴$^{n-q}$
یاقوتی	۱۳$^{e-h}$	۱۲$^{f-j}$	۵۹$^{f-k}$	۵۵/۶۷$^{f-l}$	۶$^{d-i}$	۳/۸^{lm}	۲۵/۰۲$^{c-g}$	۲۱/۷۳$^{f-m}$
فخری	۱۵$^{d-h}$	۷^{k}	۵۰/۶۷$^{f-m}$	۲۹/۶۷^{lm}	۴/۷$^{k-m}$	۳/۹^{lm}	۱۲/۸$^{q-r}$	۹/۴۸^{r}
فلیم	۱۴/۶۷$^{d-h}$	۷/۶۷^{jk}	۱۰۹^{ab}	۴۸/۶۷$^{g-m}$	۸/۲۷^{ab}	۵/۸۷$^{d-j}$	۲۴/۵۳$^{c-h}$	۱۵/۲۸$^{n-q}$
خلیلی سفید	۱۷/۶۷ $^{c-e}$	۱۰$^{h-k}$	۱۱۳/۶۷^{ab}	۷۲/۶۷$^{d-h}$	۹/۴^{a}	۵/۹۷$^{d-i}$	۲۰/۳۸$^{g-m}$	۱۵/۰۴$^{o-q}$
بیدانه قرمز	۱۷/۶۷ $^{c-e}$	۸$^{i-k}$	۶۸$^{e-j}$	۴۷/۶۷$^{h-m}$	۶/۴$^{c-f}$	۴/۶۷$^{h-m}$	۲۲/۰۹$^{f-l}$	۱۸/۲۳$^{k-p}$
قزل	۱۳/۳۳$^{e-h}$	۱۱$^{g-k}$	۶۸$^{e-j}$	۵۳$^{f-m}$	۶/۵$^{c-e}$	۵/۵۷$^{d-j}$	۲۴/۱$^{d-i}$	۱۷/۹۱$^{l-p}$
روبی	۱۴/۶۷$^{d-h}$	۷/۶۷^{jk}	۷۴/۶۷$^{c-h}$	۳۸$^{k-m}$	۶/۸^{cd}	۴/۴^{jm}	۲۷/۶۱$^{b-e}$	۲۰/۰۱$^{h-n}$
عسکری	۱۷/۶۷ $^{c-e}$	۱۲$^{f-j}$	۸۹/۶۷$^{b-e}$	۵۰$^{f-m}$	۶/۷^{cd}	۵/۲$^{e-l}$	۳۵/۵^{a}	۲۳/۴۸$^{e-j}$
تبرزه قرمز	۱۸/۶۷ $^{b-d}$	۱۲/۶۷$^{e-i}$	۷۶$^{c-g}$	۴۰/۶۷$^{j-m}$	۶/۵$^{c-e}$	۳/۸^{lm}	۳۱/۱۵^{b}	۲۵/۲۵$^{c-f}$
لعل قرمز	۲۳^{ab}	۱۵/۶۷$^{d-g}$	۱۱۱^{ab}	۶۷$^{e-j}$	۶$^{d-i}$	۴/۴$^{j-m}$	۲۸/۳۶$^{b-d}$	۱۹/۸$^{i-o}$
پرلت	۲۴^{a}	۱۳$^{e-h}$	۷۱/۶۷$^{d-i}$	۵۲$^{f-m}$	۶/۷۷^{cd}	۵$^{f-l}$	۱۹/۹۱$^{h-n}$	۱۴/۷۹$^{p-r}$
رشه	۲۱$^{a-c}$	۱۷/۶۷$^{c-e}$	۹۹/۳۳^{bc}	۶۹/۳۳$^{e-i}$	۶/۲$^{d-g}$	۳/۸^{lm}	۲۳/۰۷$^{e-j}$	۲۲/۵۶$^{f-l}$

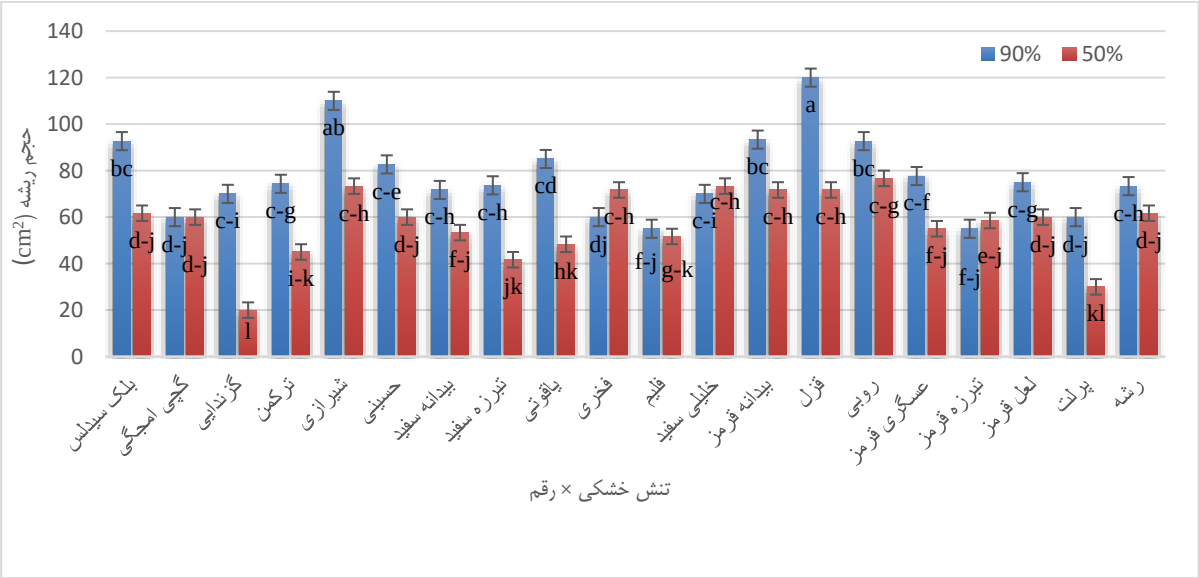
میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر طول ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (نمودار ۱). تنش خشکی باعث کاهش طول ریشه به میزان ۹/۱۱ درصد گردید. تنش خشکی منجر به کاهش طول ریشه در ده رقم و افزایش طول ریشه در ۹ رقم شد و تأثیری بر طول ریشه رقم فخری نگذاشت. شیرازی، یاقوتی، خلیلی سفید، بیدانه قرمز، قزل اوزوم، روبی، عسگری، تبرزه قرمز و لعل ارقامی بودند که تحت تأثیر تنش خشکی، با افزایش طول ریشه مواجه شدند. ریشه گیاهان نقش مهمی در مقاومت به خشکی دارد. ریشه با حفظ / افزایش رشد خود در شرایط تنش می‌تواند به جذب آب و مواد معدنی ادامه دهد و شرایط تنش را برای گیاه قابل تحمل کند. هماهنگ با نتایج پژوهش حاضر، تنش خشکی ۵۰ درصد نیاز آبی، طول ریشه را در انار رقم رباب افزایش ولی در انار رقم شیشه گپ کاهش داد (ابتدایی و همکاران، ۱۳۹۸). با وجود این‌که رقم رشه در تنش خشکی با کاهش ۹/۹۶ درصدی طول ریشه مواجه شد ولی با ۲۲/۱۷ سانتی‌متر دارای طویل‌ترین ریشه در بین ارقام مورد مطالعه بود و احتمالا همین امر منجر به رشد رویشی بیش‌تر این رقم در مقایسه با سایر ارقام گردیده است. ارقام گزندایی (۸/۳۳) و گیجه امجی (۱۰/۳۳) کم‌ترین طول ریشه را در ۵۰ درصد نیاز آبی داشتند.



نمودار ۱- مقایسه میانگین برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر طول ریشه. ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر حجم ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (نمودار ۲). تنش خشکی باعث کاهش ۲۶/۱۸ درصدی حجم ریشه گردید. رقم گزندایی در شرایط تنش خشکی با بیش‌ترین کاهش حجم ریشه (۷۱/۴۳ درصد) مواجه شد. در ارقام خلیلی سفید، فخری و تبرزه قرمز، حجم ریشه تحت تأثیر تنش خشکی افزایش پیدا کرد. افزون بر این، حجم ریشه رقم گچی امجگی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. روبی، شیرازی، خلیلی سفید و قزل اوزوم (به ترتیب با ۷۶/۶۷، ۷۳/۳۳، ۷۳/۳۳ و ۷۱/۶۷ سانتی‌متر مکعب) بیش‌ترین حجم ریشه را در شرایط تنش داشتند و کم‌ترین میزان حجم ریشه به ترتیب در ارقام گزندایی، پرلت، تبرزه سفید و ترکمن ۴ (به ترتیب با ۲۰، ۳۰، ۴۱/۶۷ و ۴۵ سانتی‌متر مکعب) مشاهده شد. تنش خشکی باعث تغییر چشمگیری در ساختار ریشه (شاخه و تراکم آن) می‌گردد (Eghball and Maranville, 1993). ارقام دارای ریشه‌های عمیق و ضخیم برای شرایط تنش خشکی مناسب هستند و ارتباط مثبتی با سطوح آوند چوبی دارند، که برای هدایت آب از خاک به قسمت‌های فوقانی گیاه جهت تامین تقاضای تبخیر، بسیار حیاتی است. سیستم ریشه‌ای بزرگ و پرتحرک و تولید مداوم ریشه‌های جدید برای پاسخ حداکثر به تامین مواد مغذی و شرایط مطلوب محیطی مورد نیاز است و این امر با تجمع ماده خشک درون شاخساره ارتباط مثبت دارد (Willumsen, 1993). شواهد نشان داده است که کیفیت، یعنی توزیع و ساختار و نه مقدار ریشه است که کارآیی‌ترین استراتژی را برای جذب آب در فصل رشد محصول تعیین می‌کند (Farooq et al, 2009). کرمی و همکاران (۲۰۱۷)، کاهش معنی‌دار حجم ریشه انگور بیدانه سفید را در شرایط تنش خشکی گزارش دادند، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.



نمودار ۲- مقایسه میانگین برهمکنش اثر تیمارهای تنش خشکی و رقم بر حجم ریشه. ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

منابع

ابتدایی، م.، و شکافنده، ا. ۱۳۹۵. تغییرهای ریخت‌فیزیولوژیک دو رقم انار رباب و شیشه گپ در شرایط تنش آبی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۷(۲): ۲۰۹-۲۲۰.

خندانی، ی.، فتوحی قزوینی، ر.، قاسم‌نژاد، م.، و خالدیان، م.ر. ۱۳۹۵. اثر توام کم‌آبیاری تنظیم شده و سوپرجاذب بر عملکرد و کیفیت میوه‌ی آلو ژاپنی (*Prunus Salicina*)"رقم سانتاروزا". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.

دولتی بانه، ح.، احمدآلی، ج. و رسولی، م. ۱۳۹۸. تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی در تعدادی از ارقام تجاری داخلی و خارجی انگور. پژوهش‌های میوه‌کاری. ۴(۲): ۱۴۲-۱۲۷.

قادری، ن.، طلایی، ع.، عبادی، ع. و لسانی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی و آبیاری مجدد بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سه رقم انگور ساهانی، فرخی و بیدانه سفید. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران). ۴۱(۲): ۱۸۸-۱۷۹.

Chaves, M.M., Santos, T.P., Souza, C.D., Ortuño, M.F., Rodrigues, M.L., Lopes, C.M., Maroco, J.P., Pereira, J.S. 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. Annals of applied biology, 150(2): 237-252.

Clarke,T.G., Ferre, P.A. 2002. The soil solution phase, 419- 422.

Eghball, B., Maranville, J.W. 1993. Root development and nitrogen influx of corn genotypes grown under combined drought and nitrogen stresses. Agronomy Journal, 85(1): 147-152.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D.B.S.M.A., Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Sustainable agriculture, 153-188.

Flexas, J., Galms, J., Gallé, A., Gulías, J., Pou, A., Ribas-Carbo, M., Tomas, M., Medrano, H. 2010. Improving water use efficiency in grapevines: potential physiological targets for biotechnological improvement. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16: 106-121.

Gispert, J.R., Vargas, F.J., Miarnau, F.J., Alegre, S. 2009. Assessment of drought tolerance in almond varieties. In V International Symposium on Pistachios and Almonds, 912, pp: 121-127.

Karami, L., Ghaderi, N., Javadi, T. 2017. Morphological and physiological responses of grapevine (Vitis vinifera L.) to drought stress and dust pollution. Folia Horticulturae, 29(2): 231.

Min, Z., Li, R., Chen, L., Zhang, Y., Li, Z., Liu, M., Ju, Y., Fang, Y. 2019. Alleviation of drought stress in grapevine by foliar-applied strigolactones. Plant Physiology and Biochemistry, 135: 99-110.

Nguyen, H.T., Babu, R.C., Blum, A. 1997. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. Crop Science, 37(5): 1426-1434.

Serra, I., Strever, A., Myburgh, P.A., Deloire, A. 2014. The interaction between rootstocks and cultivars (Vitis vinifera L.) to enhance drought tolerance in grapevine. Australian Journal of Grape and Wine Research, 20(1): 1-14.

Willumsen, J. 1992. Assessment of fluctuations in water and air contents of pot substrates during plant growth. In International Symposium on Horticultural Substrates other than Soil in situ 342. pp: 371-378.

Effect of drought stress on some morphological characteristics of twenty Iranian and foreign grape cultivars

Yaser Khandani[1*], Hassan Sarikhani[1], Mansour Gholami[1], Abdolkarim Chehregani Rad[2]
1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Department of Biology, Faculty of Basic Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
[*]*Corresponding Author:ykhandany@yahoo.com*

Abstract
Climate change due to global warming and declining arable land due to population growth increases the pressure on existing resources for sustainable food production. Therefore, having a good idea about the effect of drought stress on plants is essential to achieve sustainable production. In the present study, the effect of drought stress on twenty Iranian and foreign grape cultivars was investigated in a pot experiment with 5 replications, and rooted annual grape cultivars were subjected to two treatments of 90 (control) and 50 (drought stress) water requirement. Iranian grape cultivars including Bidane Sefid, Bidane Ghermez, Rashe, Yaghuti, Fakhri, Khalili Sefid, Ghezel Ouzum, Asgari, Gazandai, Gachi Amjagi, Tabraze Ghermez, Tabraze Sefid, Laal, Hosseini and Shirazi and foreign cultivars including Black Seedless, Flame Seedless, Perlette, Ruby and Torkaman 4. Some morphological traits of branches and roots were measured after three months of drought stress. Based on the data analysis, the interaction of drought stress and cultivar treatments was significant for leaf number, current branch length, internode length, leaf area, root length and root volume. Drought stress caused 31, 40.58, 27.5, 24.32, 9.11 and 26.18% reduction in leaf number, current branch length, internode length, leaf area, root length and root volume, respectively. Resistance of Rashe and Khalili Sefid grape cultivars to drought stress conditions was significantly better than other cultivars. Compared to other cultivars, Fakhri cultivar was more sensitive to drought stress.

Keywords: Drought Stress, Grape, Morphological traits, Rashe Cultivar, Root.