

پاسخ های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوندی روی هفت پایه در شرایط تنش کم آبی جهت شناسایی متحمل ترین ترکیب پایه و پیوندک

چکیده

تنش خشکی یکی از مهمترین محدودیت ها در تولید محصولات کشاورزی و بخصوص باغبانی در نقاط مختلف جهان و ایران می باشد. با تغییرات اقلیمی که در چند سال اخیر اتفاق افتاده است می توان با بررسی و انتخاب ارقام متحمل به تنش خشکی، تولید پایدار انگور در شرایط تنش آبی را فراهم نمود. به همین منظور پژوهشی در طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۷ در شرایط باغ به صورت آزمایش اسپیل پلات بر پایه بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار برای بررسی تأثیر تغییرپذیری پتانسیل آب خاک بر صفات ریخت شناختی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی ارقام انگور متحمل تا حساس به خشکی انجام شد. تیمارها شامل ۷ رقم انتخابی انگور ("بیدانه قرمز"، "بیدانه سفید"، "رشه"، "سahانی"، "کره روبه"، "مولایی" و "چفته") به عنوان پایه، و پیوندک رقم "بیدانه قرمز" با ۳ سطح تنش خشکی شامل رطوبت زراعی (شاهد)، ۷۵ درصد (تنش متوسط) و ۵۵ درصد (تنش شدید) تخلیه رطوبت زراعی بودند. در این تحقیق صفات تعداد برگ، طول شاخه، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، تراکم روزنه، نشت یونی، میزان پایداری غشای سلولی، محتوی نسبی آب برگ، کلروفیل، کارتنوئید، پرولین، کربوهیدرات محلول، میزان مالون دی آلدید و کاتالاز اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر صفات سطح برگ، محتوی نسبی آب برگ، کربوهیدرات محلول، پرولین، کلروفیل کل، کارتنوئید، کاتالاز و مالون دی آلدید مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی دار بود. همچنین اثرات ساده تنش خشکی بر صفات تعداد برگ، طول شاخه، وزن تر برگ، تراکم روزنه، نشت یونی و پایداری غشای سلولی معنی دار بود. مقایسه میانگین این صفات نشان داد که با تنش آبی شدیدتر، میزان پرولین و کاتالاز افزایش و میزان کلروفیل کل و پایداری غشای سلولی کاهش یافت. به طور کلی، انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه های "چفته"، "مولایی" و "کره روبه" در بیشتر صفات، پتانسیل بالاتری برای تحمل به شرایط تنش خشکی در شرایط تاکستان را نسبت به دیگر ترکیب های پیوندی مورد آزمایش داشتند.

واژه های کلیدی: انگور، تنش خشکی، پایه و پیوندک، پرولین.

مقدمه

تنش های غیرزیستی از جمله مهم ترین عوامل محدود کننده تولید گیاه در جهان هستند (Sahitya, 2018). به منظور کاهش اثرات تنش، گیاهان واکنش های تطبیقی مختلفی برای حفظ رشد و بهره وری ایجاد کرده اند (Skirycz & Inze., 2010). این شامل طیف وسیعی از پاسخ های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان است. به عنوان مثال، تنش خشکی اغلب باعث پژمرده شدن و زرد شدن برگ های انگور می شود (Fanizza & Ricciardi., 2015). گیاه همچنین با بستن روزنه های خود و تجمع املاح سازگار برای حفظ پتانسیل آبی کمتر به تنش خشکی پاسخ می دهد (Skirycz & Inze., 2010). محتوای کلروفیل نیز در شرایط تنش خشکی در طول رشد گیاه به طور قابل توجهی کاهش می یابد علاوه بر این، تنش خشکی مستقیماً بر میزان فتوسنتز و تبادل گاز برگ تأثیر می گذارد که مانع رشد در گیاهان می گردد (Siddique et al., 2016). ROS را می توان از طریق یک سری آنزیم های آنتی اکسیدانی، مانند سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، پراکسیدازها (POD) و کاتالاز (CAT) پاکسازی کرد (Sheikh-Mohamadi et al., 2018). انگور یک محصول با اهمیت اقتصادی، به عنوان یک ریز میوه چند ساله مدل برای مطالعه تحمل به خشکی می تواند استفاده شود (Gambetta et al., 2020). منطقه کشت وسیعی در سراسر جهان به کشت انگور اختصاص داده شده است. در میان آنها، مناطق مدیترانه ای اروپا، جنوب غربی آسیا و آمریکای شمالی در مناطقی قرار دارند که تحت تأثیر یک خشکسالی فصلی در طول دوره رسیدن انگور قرار دارند و بر عملکرد و کیفیت میوه تأثیر می گذارند (Prinsi et al., 2018). در سال های اخیر، تغییرات آب و هوایی باعث تعدد سال های گرم و طولانی تر شدن دوره های خشک گردیده است. این بدان معنا است که تاکستان های مدرن باید واقعیت افزایش تعداد دوره های خشکسالی را در نظر بگیرند (Doulati Baneh et al., 2020). با این وجود، انگور یک گونه نسبتاً متحمل به خشکی در نظر گرفته می شود، اما تفاوت های زیادی از این لحاظ بین ارقام های انگور وجود دارد (Asadi et al., 2019; Aydemir et al., 2021). این گیاه با توجه به سیستم ریشه ای گسترده خود،

می تواند حتی در شرایط بسیار خشک زنده بماند، اما خشکسالی ممکن است بر عملکرد و کیفیت تأثیر منفی بگذارد (Marín et al., 2021). عکس العمل انگور به کمبود آب در افزایش کارایی کشت و پرورش ارقام متحمل به خشکی بسیار مهم است. عملکرد و کیفیت حبه ها در انگور به سازگاری این گیاهان به خشکی وابسته است (Gambetta et al., 2020). در شرایط تنش خشکی، توسعه پایه های متحمل که با افزایش فعالیت های اکسیداتیو تحت تغییرات محیطی مختلف، کشت انگور را پایدار می کند، ضروری است. در طول زندگی گیاه برای مقابله با تنش خشکی، گیاهان عمدتاً از حرکت روزنه برای کنترل تعرق استفاده می کنند و تراکم روزنه ها برای یک دوره خشکی طولانی مدت تغییر می کند (Marguerit et al., 2012). پیوند یک روش بسیار قدیمی است که به طور گسترده در تولید مدرن بسیاری از گیاهان باغی برای اهداف مختلف، مانند تکثیر کلونال، ایجاد مقاومت در برابر عوامل بیماری زای خاک، افزایش مقاومت در برابر تنش های غیرزیستی و بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان باغی استفاده می شود (Warschefsky et al., 2016). به طور کلی برنامه های اصلاحی برای انتخاب پایه متحمل به خشکی از طریق ادغام صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی به عنوان راهی جهت انتخاب غیر مستقیم بهترین عملکرد در شرایط تنش های محیطی پیشنهاد می گردد. علاوه بر روش های کاهش تنش خشکی استفاده از ارقام و پایه های متحمل به خشکی راه کاری مناسب برای مقابله با تنش خشکی است (Fahim, et al., 2022). مشخص شده است که پایه نقش مهمی در تحمل به تنش خشکی ایفا می کند و انتخاب پایه مناسب می تواند راندمان تعرق و مصرف آب را بهبود بخشد. تحمل پایه های انگور به تنش خشکی به طور قابل توجهی با تفاوت در نوع ژنوتیپ متغیر است (Gullo et al., 2018). از جمله راه های بهبود عملکرد انگور در شرایط تنش های اسموتیک استفاده از ترکیب مناسب پایه و پیوندک هستند. بنابراین گونه های انگور وحشی و برخی از ارقام بومی و محلی از مواد ژنتیکی مهمی برای کشت انگور در مواجهه با تنش های زیستی و غیرزیستی در هر دو بخش پایه و پیوندک می باشند.

پیشینه پژوهش

در تحقیقی که توسط (Fahim et al., 2022) روی ۶ رقم انگور تحت تنش خشکی انجام شد، نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی میزان پارامترهای رشدی (تعداد برگ، طول شاخه) کاهش یافت. بیشترین کاهش در تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد که نتایج این تحقیق با آزمایش مورد بررسی انجام شده تا حدودی همسو بود. در تحقیقی دیگر که توسط Aran, et al., (2017) روی ارقام انگور "یاقوتی"، "بیدانه سفید" و "عسگری" انجام شد با افزایش تنش خشکی بیشترین تعداد برگ مربوط به پایه "یاقوتی" که رقمی نسبتاً متحمل به شرایط خشکی می باشد مشاهده گردید. همچنین نتایج مقایسه میانگین تعداد برگ در آزمایش (Khandani et al., 2022) روی ۲۰ رقم انگور ایرانی و خارجی نشان داد که پس از سه ماه اعمال تنش خشکی رقم "رشه" (۱۷/۶۷) بیشترین تعداد برگ را در میان ارقام انگور مورد مطالعه داشت. از طرفی کمترین تعداد برگ هم در ارقام "شیرازی" و "فخری" به ترتیب ۶/۶۷ و ۷ مشاهده شد. کمترین میزان کاهش تعداد برگ به ترتیب مربوط به ارقام "خلیلی سفید" ۱۱/۳۲ درصد و "یاقوتی" ۱۱/۷۶ درصد بود و ارقام "بیدانه قرمز" و "فخری" در معرض تنش خشکی بیشترین میزان کاهش تعداد برگ را داشتند. به طور طبیعی، پایه های انگور مقاوم به خشکی رشد شاخه های پیوندک ها را در شرایط کم آبی حفظ می کنند (Kucukbasmaci & sabir, 2019)، وزن تر و خشک برگ و اندام هوایی شاخص های مهمی برای غربال و شناسایی ژنوتیپ های مقاوم به خشکی در نظر گرفته می شود (Bikdeloo et al., 2021). هنگامی که پیوندک ها روی پایه های انگور مقاوم به خشکی پیوند می زنند، وزن خشک برگ آنها بیشتر از گیاهان پیوندی حاوی پایه های حساس بود (Gullo et al., 2018). تغییرات میکرومورفولوژیکی برگ ها و ساقه ها نیز باعث افزایش جذب آب پیوندک ها می شود. پایه های مقاوم به خشکی قطر و تراکم آوندهای آوند چوبی را افزایش داده و تعداد آنبولی ها را در محل پیوند کاهش می دهند تا ظرفیت هدایت هیدرولیکی افزایش و در نهایت مقاومت پیوندک به خشکی را تغییر می دهد (Bauerle et al., 2011). Bahrani et al. (2020) گزارش نمودند که طول شاخه اصلی در همه ارقام مورد بررسی با افزایش شدت تنش کاهش یافت. بیشترین طول شاخه مربوط به رقم "چفته" بود که نشان دهنده سازگاری رقم "چفته" به شرایط تنش و ادامه رشد آن رقم بود (Sokhtsarai et al., 2014). کاهش در تعداد برگ ارقام "بیدانه سفید"، "چفته" و "یاقوتی" (Jalil Marandi et al., 2011)، کاهش تعداد برگ با افزایش شدت تنش خشکی در ارقام "رشه"، "قل" و "بی دانه"

قرمز" (Ghaderi et al., 2010) و کاهش تعداد برگ در اثر تنش خشکی را در ارقام "ساهانی" و "فرخی" و "بیدانه سفید" را گزارش نمودند. افزون بر این، در تحقیقی که تأثیر استرس خشکی بر روی انگور رقم "بیدانه سفید" بررسی شد، نتایج نشان داد که تعداد برگ در شرایط تنش خشکی کاهش پیدا کرد (Karami et al., 2017) که نتایج تحقیق حاضر پیوندک "بی دانه قرمز" پیوندی روی پایه های مورد نظر را تأیید می کند. تحقیقات نشان داده است که پایه نه تنها به عنوان ابزاری برای مدیریت آفات و بیماری ها بلکه به عنوان ابزاری حیاتی برای افزایش کیفیت انگور با مدیریت موثر تنش های غیرزیستی، به ویژه تحمل به خشکی و شوری عمل می کند (Walker et al., 2014). پیوند پیوندک های انگور روی پایه های مختلف به عنوان مثال، "Paulsen 1103" می تواند ساختار سیستم ریشه گیاه را اصلاح و سطح ریشه با خاک حداکثر تماس را دارد و افزایش جذب آب از لایه های عمیق تر خاک و در نتیجه افزایش تحمل به خشکی را ایجاد کند (Ferlito et al., 2020). علاوه بر این، پایه های خاصی مانند "M4" با حفظ هدایت روزنه ای و فتوسنتز بالاتر، احتمالاً به دلیل توانایی آنها در تنظیم سیگنال های اسید آسبزیک (ABA) به تحمل خشکی انگورهای پیوندی کمک می کنند (Prinsi et al., 2021). اخیراً گزارش های متعددی در مورد پاسخ به تنش زیستی و غیرزیستی در انگورهای وحشی و بومی به شکل ترکیب مناسب پایه و پیوندک گزارش شده است (Daldoul et al., 2020). در بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات فیزیولوژیکی که روی سه رقم انگور "فخری"، "ملایی" و "قلاتی" با سه تیمار شامل پتانسیل آب خاک در محدوده ۰/۲- (شاهد)، ۰/۷- و ۱/۱- مگاپاسکال در شرایط گلخانه ای انجام شد، نتایج نشان داد که دو سطح تنش اثر معنی داری بر نسبت وزن خشک به سطح برگ، پایداری غشای سلولی، غلظت کلروفیل، پروتئین، کربوهیدرات های محلول، محتوای آب نسبی برگ، فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز داشتند (Asadi et al., 2019). استان مرکزی یکی از استانهای صنعتی و کشاورزی کشور ایران است و انگور در کنار بقیه محصولات کشاورزی این استان یکی از مهمترین محصولات باغبانی می باشد. بررسی پیوندک رقم "بی دانه قرمز" بر روی پایه های متحمل تا حساس در شرایط تنش آبی اعمال شده در شرایط باغ و اندازه گیری ویژگی های مهم فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی ارقام پیوندی و تأثیر پایه ها روی آنها در ایران و استان مرکزی با تنش خشکی به این صورت انجام نشده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تحمل به تنش خشکی انگور رقم "بیدانه قرمز" به عنوان یکی از ارقام غالب کشت شده در سطح تاکستان ها روی پایه های انتخابی جهت شناسایی متحمل ترین ترکیب پایه و پیوندک به تنش خشکی در شرایط باغ در شرایط آب و هوای استان مرکزی بود.

روش شناسی پژوهش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش استان مرکزی با موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۷۶۰ متر از سطح دریا طی سالهای ۱۳۹۷-۱۴۰۱ با شرایط خاک (خاک لومی رسی، با میزان ماده آلی ۰/۴ درصد، و پی اچ ۷/۸ و میزان هدایت الکتریکی ۱/۲) بررسی شد. در مرحله اول این آزمایش قلمه های ارقام ("چفته"، "مولایی"، "کره رویه" از کلکسیون باغ استان قزوین، "رشه"، "ساهانی" از کلکسیون انگور دانشگاه کردستان، "بیدانه سفید" از کلکسیون دانشگاه ملایر و رقم "بیدانه قرمز" (خود ریشه) از تاکستان های انتخابی منطقه هزاوه و خنداب استان مرکزی که در بررسی های قبلی بعنوان رقم نمونه انتخاب شده بود، گردآوری و در زمین مورد نظر کشت گردید (از صفر تا صد کشت قلمه تا مراحل پیوند، داشت و آزمایش های مربوطه بطور کامل در باغ احداث شده در شرایط فضای باز در زمین باغ با ارقام مورد بررسی انجام شد). عملیات آماده سازی زمین و کشت قلمه های انتخابی از اسفند ماه سال ۱۳۹۷ آغاز گردید. سپس عملیات داشت این پایه ها در سال اول رشد (۱۳۹۸)، بصورت کامل انجام گرفت. در ادامه در سال بعد پایه های "چفته"، "مولایی"، "کره رویه"، "رشه"، "ساهانی" و "بیدانه سفید" جهت عملیات پیوند انتخاب و در فروردین ماه تا اوایل خرداد ماه ۱۳۹۹، پیوندک انگور رقم "بیدانه قرمز" روی پایه های انتخابی به روش پیوند اسکنه خواب و اسکنه سبز زده شدند. در اواخر خرداد ماه پس از ۵ تا ۶ برگی شدن تیمار خشکی اعمال گردید (زمان شروع اعمال تیمارها بر اساس پژوهش های سابق، زمان ظهور برگ های پنجم یا ششم می باشد). آزمایش به صورت اسپیلیت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار با تیمار آبیاری به عنوان کرت اصلی با ۳ سطح (محدوده ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، محدوده ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش متوسط)

و محدوده ۵۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) بر اساس تخلیه رطوبت زراعی و تیمار پایه به عنوان کرت فرعی در ۷ رقم ("بیدانه قرمز" خود ریشه و رقم های "بیدانه سفید"، "چفته"، "کره رویه"، "مولایی"، "رشه" و "ساهانی") که تیمار آبیاری به صورت وزنی رطوبت خاک تعیین شد. پس از اعمال تنش خشکی، در مراحل رشدی و پس از آن برخی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در این آزمایش اندازه گیری شدند آزمایش از اواخر خرداد و اوایل تیرماه شروع و تا شهریور ماه ادامه داشته است و مدت بالغ بر دو ماه پایه ها تحت تنش بوده اند و زمان نمونه برداری از برگها و یادداشت برداری ها، تقریباً در انتهای زمان تنش بوده و اغلب از برگ های میانی و انتهایی شاخه نمونه گرفته شده اند. صفات مورفولوژیکی تعداد برگ (شمارش)، طول شاخه (خط کش و کولیس)، طول میانگره (خط کش)، قطر زیر محل پیوند، قطر بالای محل پیوند با (کولیس دیجیتال مدل ۱۵۰،۰۱)، وزن تر برگ، وزن خشک برگ با ترازوی دیجیتال (AND.FX-300i)، نسبت وزن تر به وزن خشک برگ، سطح برگ (کاغذ شطرنجی) (Galmes et al., 2007)، ضخامت برگ (ریزنسج دیجیتال مدل K-25) اندازه گیری شدند. ویژگی های فیزیولوژیکی پایداری غشا سلولی (Sivritepe et al., 2008) محتوی نسبی آب برگ (Sheng et al., 2010) کلروفیل کل و رنگیزه فتوسنتزی (Lichtenthaler et al., 1987) اندازه گیری شدند. همچنین سنجش صفات بیوشیمیایی اسید آسزیک (Kelen et al., 2004)، نشت یونی (Lutts et al., 1996)، پرولین (Bates et al., 1973) آنزیم کاتالاز (Chance and Maehly, 1995)، پراکسیداز (Mac and Adam, 1992)، کربوهیدرات محلول (Kochert, 1978)، و مالون دی آلدید (Wang et al., 2009) انجام شد.

تجزیه آماری داده ها

آزمایش به صورت اسپیلیت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی با تیمار تنش آبی به عنوان کرت اصلی با ۳ سطح و پایه های منتخب پیوندی به عنوان کرت فرعی با ۷ رقم در ۳ تکرار انجام شد. تجزیه داده ها با نرم افزار SAS۹/۱ و مقایسه میانگین آنها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ استفاده شد.

یافته های پژوهش

صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پایه و تنش خشکی بر صفات تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ در سطح ۵ درصد و صفت سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی دار و در صفت طول شاخه و تراکم روزنه معنی دار نبود. این نتایج همچنین نشان داد که صفات تعداد برگ، طول شاخه، سطح برگ، وزن تر و تراکم روزنه انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه های مورد بررسی فقط در تیمار تنش خشکی در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و پایه بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی پیوند انگور «بیدانه قرمز» روی پایه های انتخابی.

درجه آزادی	تعداد برگ	سطح برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	تراکم روزنه	طول شاخه	نشت یونی
تنش خشکی (B)	2	14660.68254**	1766.474787**	275200.000**	18123.8571 ^{ns}	245.52310**	358.8918778**
پایه (A)	6	1929.06878 ^{ns}	292.165402**	130155.026 ^{ns}	13603.8466 ^{ns}	99.99941**	47.3991804**
اثر متقابل تنش و پایه A×B	12	2339.77513*	243.849182**	123735.185*	18612.6164*	7.01835 ^{ns}	12.3240019*
خطا	36	1095.4444	56.68717	41171.958	6247.4868	5.96755	4.465665
ضریب تغییرات (%)		30.91390	9.234890	12.00305	13.75538	9.260374	8.028146

*** و ** و * - به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم معنی داری می باشد.

تعداد برگ

نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد برگ نشان داد که با افزایش تنش خشکی در سطح تنش متوسط کمترین تعداد برگ "بیدانه قرمز" پیوندی روی پایه های "سahانی" (۵۰/۳۳ عدد) و "چفته" (۵۵/۶۷ عدد) مشاهده گردید. همچنین نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد برگ نشان داد که با افزایش تنش خشکی در سطح تنش شدید کمترین تعداد برگ پیوندک "بیدانه قرمز" در پایه های رقم "رشه" (۶۴/۶۷ عدد) و "بیدانه سفید" و "سahانی" (۱۰۷ عدد) مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و پایه بر خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی پیوندک انگور «بیدانه قرمز» روی پایه های انتخابی.

درجه آزادی	پرویلین	کربوهیدرات محلول	مالون دی آلدید	کاتالاز	کارتونوید	کلروفیل کل	محتوای نسبی آب برگ	پایداری غشای سلولی
تنش خشکی (B)	2331.892973**	622.514221**	15.9931000**	52.7554778**	0.06467778**	1.03723333**	134.3575349 **	424.4818048**
پایه (A)	916.106925**	948.700725**	19.9365201**	75.2710365**	0.11632381**	0.94901799**	17.1182619 **	28.8893878**
اثر متقابل تنش و پایه AxB	157.974825**	41.838622**	1.3946741**	7.0485889**	0.01327778**	0.07713148**	1.7406016 **	8.7031362**
خطا	1.44450	0.741894	0.0165378	0.0611262**	0.00159153	0.01660238	0.2139384	5.293298
ضریب تغییرات (%)	4.864734	2.128366	3.647474	2.587795	6.684374	7.533003	0.579454	3.122237

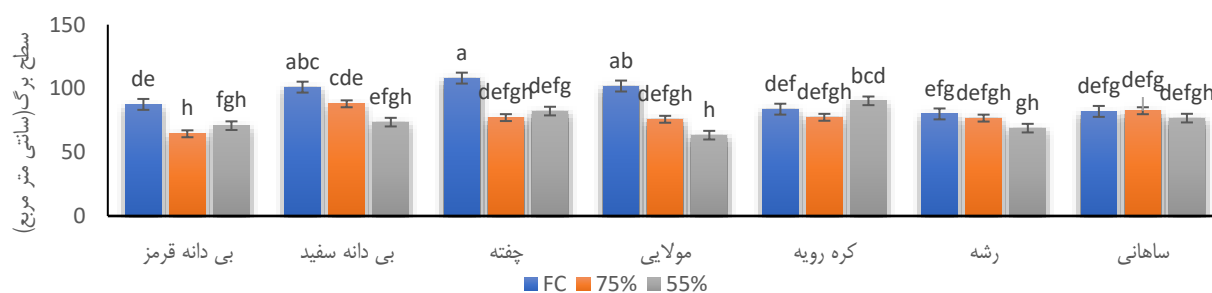
*** و NS- به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم معنی داری می باشد.

طول شاخه

در جدول مقایسه میانگین بررسی شده صفت طول شاخه نشان داد که با افزایش تنش خشکی در سطح تنش متوسط کمترین درصد کاهش طول شاخه در مقایسه با شاهد روی انگور "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه های رقم "مولایی" (۷٪) اندازه گیری شد. همچنین در سطح تنش شدید کمترین درصد کاهش طول شاخه در مقایسه با شاهد روی خود ریشه "بیدانه قرمز" (۸٪)، انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه های رقم "بیدانه سفید" (۸٪)، و انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه "مولایی" (۲٪) مشاهده شد (جدول ۳).

سطح برگ

سطح برگ در این مشاهده نشان داد که در تنش متوسط کمترین سطح برگ را برگ این پیوندک روی خود ریشه "بی دانه قرمز" (۶۴/۴۳ سانتی متر مربع) و بیشترین سطح برگ را برگ پیوندک پیوندی روی پایه "بی دانه سفید" (۸۷/۹۴ سانتی متر مربع) داشته است. در تنش شدید همچنین برگ پیوندک رقم "بی دانه قرمز" روی پایه "مولایی" (۶۳/۳۶ سانتی متر مربع) کمترین و پایه رقم "کره رویه" (۹۰/۲۷ سانتی متر مربع) بیشترین سطح برگ را پس از اعمال تنش خشکی نشان داد (جدول ۳ شکل ۱).



شکل ۱ - مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر سطح برگ رقم "بیدانه قرمز" روی ۷ پایه انگور منتخب

وزن تر و خشک برگ

در مقایسه میانگین وزن تر و خشک برگ پیوندک انگور رقم "بی دانه قرمز" پیوندی در تنش متوسط روی خود ریشه "بی دانه قرمز" (۱۳۹۰ میلی گرم) و (۴۸۳/۶۷ میلی گرم) به ترتیب کمترین و پایه رقم "بی دانه سفید" (۱۸۲۶ میلی گرم) و (۶۲۸/۶۷ میلی گرم) به ترتیب بیشترین وزن تر و خشک برگ را نشان دادند. همچنین در تنش شدید وزن برگ پیوندک پیوندی روی پایه "مولایی" (۱۳۱۳ میلی گرم)

و (۴۷۸ میلی گرم) به ترتیب کمترین میزان وزن تر و خشک برگ و برگ پیوندک پیوندی روی پایه " کره رویه " (۲۰۵۳ میلی گرم) و (۷۱۹/۶۷) بیشترین میزان وزن را نشان دادند (جدول ۳).

تراکم روزنه

تراکم روزنه در مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین تراکم روزنه برگ پیوندک "بی دانه قرمز" در تنش متوسط و شدید مربوط به پایه رقم "بی دانه سفید" (۲۹/۸۳ عدد) و (۲۷/۷۱ عدد) در میدان دید ۲۵ میکروسکوپ نشان داد همچنین کمترین میزان تراکم این روزنه در پشت برگ پیوندک پیوندی روی پایه رقم "چفته" (۱۹/۹۸ عدد) و (۱۶/۰۱ عدد) به ترتیب در تنش متوسط و شدید در زیر میکروسکوپ نمایش داده شد (جدول ۳).

صفات بیوشیمیایی

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی دار اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر میزان صفت نشت یونی در ۵ درصد و صفات محتوی نسبی آب برگ، کلروفیل کل، کارتنوئید، مالون دی آلدئید، کاتالاز، کربوهیدرات محلول و پرولین برگ انگور "بیدانه قرمز" پیوندی روی پایه های مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی دار و صفت پایداری غشای سلولی غیر معنی دار بود، همچنین اثر مستقل تنش خشکی و رقم نیز در همه این صفات در سطح ۱ درصد معنی دار بودند (جدول ۲).

نشت یونی

براساس نتایج مقایسه میانگین ها، نشت یونی در شرایط تنش متوسط و شدید در برگ پیوندک "بی دانه قرمز" مستقر روی ارقام "مولایی" (۳۱/۰۳ درصد) و "رشه" (۳۵/۴۵ درصد) به ترتیب بیشترین و در برگ پیوندک "بی دانه قرمز" پیوندی روی پایه "بی دانه سفید" در تنش متوسط و شدید (۲۳/۹۲ درصد) و (۲۵/۸۸ درصد) کمترین نشت یونی را نشان داده اند.

پایداری غشای سلولی

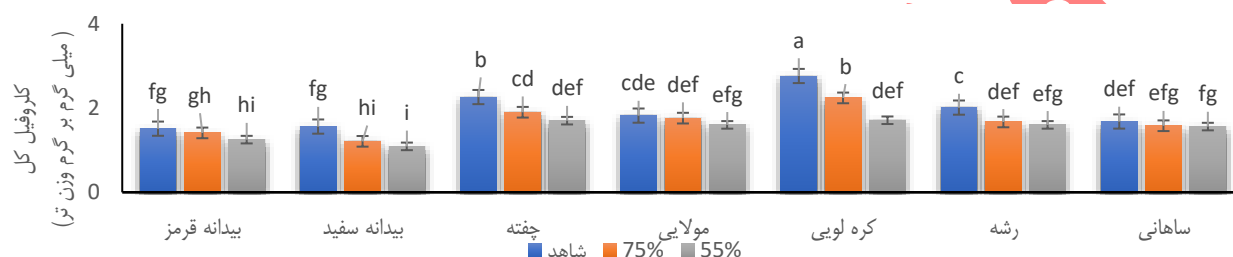
در طی بررسی انجام شده در این پژوهش، پایداری غشای سلولی برگ پیوندک "بی دانه قرمز" روی پایه "مولایی" (۷۶/۵۷ درصد) و "کره رویه" (۷۱/۴۷ درصد) در تنش متوسط و شدید به ترتیب بیشترین و پایداری برگ پیوندک بی دانه قرمز روی پایه "رشه" (۷۱/۷۱ درصد) و (۶۴/۵۳ درصد) روی همین رقم کمترین پایداری غشای سلولی را از خود در این تنش متوسط و شدید بیان کردند.

محتوی نسبی آب برگ

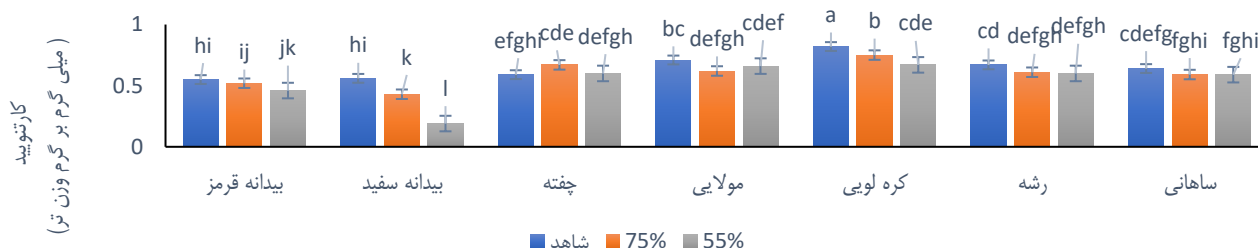
نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی دار اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر میزان محتوای نسبی آب برگ انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوندی روی پایه های مورد بررسی در سطح ۱ درصد بود. براساس جدول نتایج مقایسه میانگین ها، محتوای نسبی آب برگ (RWC) با افزایش تنش خشکی در همه برگ پیوندک های انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه های مورد بررسی کاهش یافت. افزایش تنش خشکی باعث کاهش ظرفیت نسبی آب برگ می شود. با این وجود در ارقام مختلف انگور مورد بررسی این ویژگی از تنوع نسبتاً بالایی برخوردار است. این موضوع نشان دهنده این حقیقت است که ارقام مختلف انگور، از ویژگی های متفاوتی جهت تحمل تنش خشکی و کم آبیاری استفاده می کنند. در نتایج مقایسه میانگین محتوی نسبی آب برگ بررسی شده این تحقیق در شرایط تنش متوسط نسبت به شاهد، برگ پیوندک "بی دانه قرمز" روی پایه رقم "ساهانی" به ترتیب کمترین کاهش رطوبت نسبی آب برگ را نسبت به شاهد داشته است. در تنش شدید نیز برگ "بیدانه قرمز" خود ریشه (۷۷/۳۰٪) نسبت به شاهد بیشترین کاهش محتوای نسبی آب برگ را نشان داد. در تنش شدید محتوی نسبی آب برگ "بی دانه قرمز" روی پایه "مولایی" بعنوان پایه مورد بررسی نسبت به بقیه ارقام مورد بررسی کاهش کمتری در محتوی نسبی آب برگ نشان داد. همچنین یافته های این تحقیق با نتایج (Hadadinejad et al., 2013)، (Ghaderi et al, 2009) و (Jie et al, 2010) و (Madadi et al, 2021) و (Fahim et al, 2023) درخصوص کاهش محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی همخوانی داشت.

کلروفیل کل و کارتنوئید

در آزمایش بررسی شده صفات کلروفیل کل و کارتنوئید، مقایسه میانگین ها نشان دادند که در تنش متوسط و شدید به ترتیب برگ پیوندک رقم "بی دانه قرمز" پیوندی روی پایه "کره رویه" (۲/۲۴ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) و (۱/۷۱ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) کلروفیل کل و (۰/۷۵ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) و (۰/۶۷ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) کارتنوئید بیشتری را در همین رقم بیان کردند. همچنین در تنش متوسط و شدید به ترتیب در برگ پیوندک پیوندی روی رقم "بی دانه سفید" (۱/۲۱ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) و (۱/۰۹ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) کلروفیل کل و (۰/۴۳ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) و (۰/۱۹ میلی گرم در گرم وزن تازه برگ) کارتنوئید کمتری را در همین پایه نسبت به بقیه پایه های مورد بررسی نشان دادند (جدول ۳ و شکل ۲ و ۳).



شکل ۲ - مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر میزان کلروفیل برگ رقم "بیدانه قرمز" بر روی ۷ پایه انگور منتخب



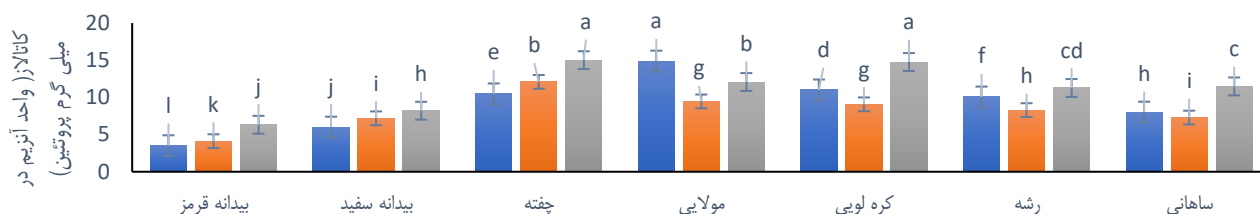
شکل ۳ - مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر میزان کارتنوئید برگ رقم "بیدانه قرمز" بر روی ۷ پایه انگور منتخب

کاتالاز

در بررسی میزان صفت بیوشیمایی آنزیم کاتالاز در پژوهش حاضر در تنش متوسط و شدید پس از اعمال استرس خشکی، در برگ پیوندک بی دانه قرمز مستقر روی پایه چفته (۱۲/۰۹ واحد در میلی گرم پروتئین) و (۱۵/۰۱ واحد در میلی گرم پروتئین) به ترتیب بیشترین میزان کاتالاز ثبت گردید. همچنین کمترین میزان این آنزیم در برگ خود ریشه "بی دانه قرمز" با میزان (۴/۰۱۱ واحد در میلی گرم پروتئین) و (۶/۳۲ واحد در میلی گرم پروتئین) به ترتیب در تنش متوسط و شدید یادداشت شده است. (جدول ۳ و شکل ۴).

مالون دی آلدید

در نتایج مقایسه میانگین تحقیق انجام شده روی صفت بیوشیمایی مالون دی آلدید پس از اعمال تنش خشکی در سطح متوسط و شدید و نمونه گیری برگ پیوندک رقم "بی دانه قرمز" نشان داد که خود ریشه "بی دانه قرمز" بیشترین میزان مالون دی آلدید (۷/۴۷ میکرو مول در گرم وزن تر) و (۶/۲۹ میکرو مول در گرم وزن تر) به ترتیب بوده است، همچنین کمترین میزان این ماده در برگ پیوندک بی دانه قرمز روی پایه چفته (۱/۹۵ میکرو مول در گرم وزن تر) و (۱/۴۹ میکرو مول در گرم وزن تر) در تنش متوسط و شدید ثبت شده است (جدول ۳).



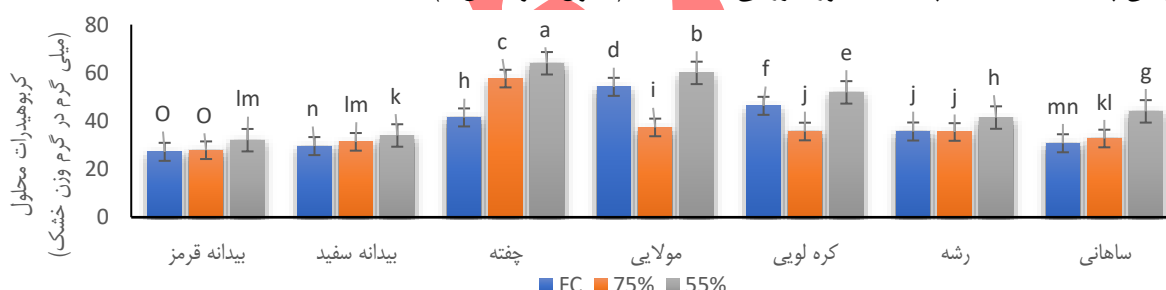
شکل ۴ - مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر آنزیم کاتالاز برگ رقم "بیدانه قرمز" بر روی ۷ پایه انگور منتخب

کربوهیدرات محلول

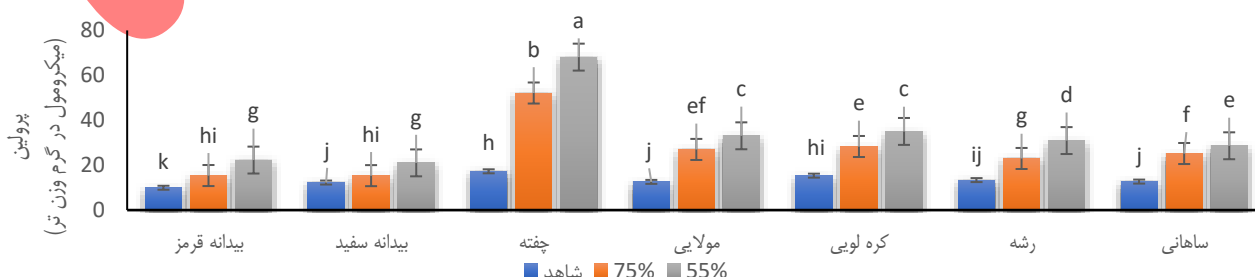
در بررسی میزان صفت بیوشیمیایی کربوهیدرات محلول در پاسخ بیوشیمیایی انگور رقم "بیدانه قرمز" پیوندی روی شش پایه در شرایط تنش کم آبی نشان داد که میزان کربوهیدرات محلول در تنش متوسط و شدید، برگ پیوندک بی دانه قرمز مستقر روی پایه بی دانه سفید (۲۷/۸۴ میلی گرم در گرم وزن خشک) و (۳۲/۰۱ میلی گرم در گرم وزن خشک) کمترین میزان این متابولیت را نشان داد. در بررسی این ماده متابولیت در تنش متوسط و شدید بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در برگ پیوندک بی دانه قرمز پیوندی روی پایه چفته (۵۷/۵۹ میلی گرم در گرم وزن خشک) و (۶۳/۹۴ میلی گرم در گرم وزن خشک) به ترتیب ثبت شده است (جدول ۳ و شکل ۵).

پرولین

مقایسه میانگین صفت مهم بیوشیمیایی پرولین نشان داد که این ماده در تنش متوسط و شدید در برگ پیوندک بی دانه قرمز پیوندی روی پایه بی دانه سفید (۱۵/۳۳ میکرومول در گرم وزن تر) و (۲۱/۰۲ میکرومول در گرم وزن تر) کمترین میزان پرولین و در برگ پیوندک مستقر روی پایه چفته (۵۲/۱۲ میکرومول در گرم وزن تر) در تنش متوسط و در همان پایه (۶۸/۱۰ میکرومول در گرم وزن تر) در تنش شدید بیشترین ماده پرولین ثبت گردید. که ثبت بیشتر این ماده در پایه چفته و القا پایه به برگ پیوندک در آزمایش مورد بررسی نشان از تحمل بالاتر این پایه نسبت به بقیه پایه های مورد بررسی داشته است (جدول ۳ و شکل ۶).



شکل ۵ - مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر میزان کربوهیدرات محلول برگ رقم "بیدانه قرمز" بر روی ۷ پایه انگور منتخب



شکل ۶ - مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و پایه بر میزان پرولین برگ رقم "بیدانه قرمز" بر روی ۷ پایه انگور منتخب

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل پایه و تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی انگور "بیدانه قرمز" پیوندی روی پایه های منتخب

پرویلین	کربوهیدرات محلول	مالون دی آلدیید	کارتنوئید	کاتالاز	کلروفیل کل	محتوای نسبی آب برگ	پایداری غشای سلولی	نشت یونی	تراکم روزنه	وزن خشک برگ	وزن تر برگ	سطح برگ	طول شاخه	تعداد برگ	
میکرومول در گرم وزن تر	میلی گرم در گرم وزن خشک برگ	میکرو مول در گرم وزن تر	میلی گرم در گرم وزن تازه برگ	واحد آنزیم در میلی گرم پروتئین	میلی گرم در گرم وزن تازه برگ	درصد	درصد	درصد	شمارش	گرم	گرم	سانتی متر مربع	میلی متر	شمارش	
A1*B1	137.67 ^{abcd}	121.77 ^{abcd}	87.48 ^{de}	1656.7 ^{cdef}	570.33 ^{bcd}	33.97 ^a	22.70 ^{ghi}	77.28 ^{ab}	84.16 ^b	1.51 ^{fg}	3.51 ^l	0.55 ^{hi}	3.60 ^e	27.17 ^o	9.94 ^k
A2*B1	88.33 ^{bcd}	119.17 ^{abcd}	101.03 ^{abc}	1996.7 ^{abc}	662.67 ^{abcd}	32.72 ^{ab}	22.40 ^{ghi}	77.58 ^{ab}	85.02 ^a	1.56 ^{fg}	6.01 ^j	0.56 ^{hi}	3.60 ^e	29.55 ⁿ	12.26 ^j
A3*B1	151.67 ^{ab}	143.20 ^{abc}	108.09 ^a	2093.3 ^{ab}	694.67 ^{abc}	25.16 ^{defg}	23.22 ^{ghi}	77.70 ^{ab}	81.12 ^{def}	2.26 ^b	10.48 ^e	0.59 ^{efghi}	1.54 ^j	41.46 ^h	17.26 ^h
A4*B1	119.67 ^{bcd}	109.67 ^{bcd}	101.88 ^{ab}	2120.0 ^a	731.33 ^a	27.43 ^{cdef}	23.14 ^{ghi}	76.84 ^{abc}	80.59 ^f	1.82 ^{cde}	14.89 ^a	0.71 ^{bc}	1.41 ^j	54.16 ^d	12.55 ^j
A5*B1	131.33 ^{abcde}	155.53 ^a	83.74 ^{def}	1656.7 ^{cdef}	535.67 ^{de}	30.76 ^{abc}	21.04 ^{hi}	78.95 ^{ab}	81.74 ^{de}	2.76 ^a	11.01 ^d	0.82 ^a	2.54 ^g	46.28 ^f	15.33 ^{hi}
A6*B1	119.67 ^{bcd}	143.18 ^{abc}	80.02 ^{defg}	1553.3 ^{def}	490.00 ^e	27.27 ^{cdef}	22.01 ^{ghi}	77.98 ^{ab}	81.62 ^{de}	2.01 ^c	10.06 ^f	0.67 ^{cd}	2.28 ^h	35.61 ^j	13.35 ^{ij}
A7*B1	142 ^{abc}	130.93 ^{abcd}	82.00 ^{defg}	1663.3 ^{cdef}	554.67 ^{de}	29.36 ^{bcd}	19.52 ⁱ	80.46 ^a	82.67 ^c	1.68 ^{def}	8.03 ^h	0.64 ^{cdefg}	3.12 ^f	30.73 ^{mn}	12.69 ^j
A1*B2	73.33 ^{defgh}	111.11 ^{abcd}	64.43 ^h	1390.0 ^{ef}	483.67 ^e	29.06 ^{bcd}	27.66 ^{bcd}	72.85 ^{cdef}	80.78 ^f	1.41 ^{gh}	4.11 ^k	0.52 ^{ij}	7.47 ^a	27.84 ^o	15.38 ^{hi}
A2*B2	108.33 ^{bcd}	100.21 ^{cd}	87.94 ^{cde}	1826.7 ^{abcd}	628.67 ^{abcde}	29.83 ^{abcd}	23.92 ^{efgh}	76.06 ^{abcd}	81.79 ^d	1.21 ^{hi}	7.19 ^j	0.43 ^k	5.54 ^c	31.32 ^{lm}	15.33 ^{hi}
A3*B2	55.67 ^{gh}	88.32 ^d	77.14 ^{defgh}	1673.3 ^{cdef}	569.00 ^{bcd}	19.98 ^{hi}	25.40 ^{defg}	74.59 ^{bcd}	77.65 ^{kl}	1.90 ^{cd}	12.09 ^b	0.67 ^{cde}	1.95 ⁱ	57.59 ^c	52.12 ^b
A4*B2	69 ^{efgh}	102.05 ^{cd}	75.81 ^{defgh}	1526.7 ^{def}	499.33 ^e	26.67 ^{cdef}	31.03 ^b	72.16 ^{def}	77.72 ^{ijkl}	1.76 ^{def}	9.46 ^g	0.62 ^{defgh}	2.26 ^h	37.30 ⁱ	27.00 ^{ef}
A5*B2	106 ^{bcd}	99.65 ^{cd}	77.36 ^{defgh}	1656.7 ^{cdef}	552.00 ^{cde}	27.45 ^{cdef}	23.41 ^{fghi}	76.57 ^{abc}	79.28 ^{hg}	2.24 ^b	9.07 ^g	0.75 ^b	2.98 ^f	35.60 ^j	28.31 ^e
A6*B2	77.33 ^{cdefgh}	104.66 ^{cd}	76.74 ^{defgh}	1500.0 ^{def}	496.33 ^e	27.24 ^{cdef}	28.28 ^{bcd}	71.71 ^{ef}	79.60 ^g	1.67 ^{def}	8.29 ^h	0.60 ^{defgh}	4.40 ^d	35.42 ^j	22.98 ^g
A7*B2	50.33 ^h	88.30 ^d	82.52 ^{defg}	1646.7 ^{cdef}	601.33 ^{abcde}	27.85 ^{cdef}	27.22 ^{bcd}	72.76 ^{cdef}	80.91 ^{ef}	1.58 ^{efg}	7.29 ^j	0.59 ^{fghi}	5.59 ^c	32.70 ^{kl}	25.19 ^f
A1*B3	185 ^a	133.62 ^{abcd}	70.81 ^{fgh}	1616.7 ^{cdef}	572.00 ^{bcd}	27.71 ^{cdef}	30.76 ^b	69.22 ^f	77.30 ^{kl}	1.25 ^{hi}	6.32 ^j	0.46 ^{jk}	6.29 ^b	32.01 ^{lm}	22.27 ^g
A2*B3	107 ^{bcd}	129.00 ^{abcd}	73.58 ^{efgh}	1613.3 ^{cdef}	590.00 ^{abcde}	26.61 ^{cdef}	25.88 ^{cdefg}	72.25 ^{def}	78.55 ^{hi}	1.09 ^j	8.21 ^h	0.19	4.53 ^d	33.96 ^k	21.02 ^g
A3*B3	116 ^{bcd}	124.00 ^{abcd}	82.24 ^{defg}	1726.7 ^{bcd}	547.67 ^{cde}	16.01 ⁱ	28.68 ^{bcd}	71.31 ^{ef}	74.78 ^m	1.70 ^{def}	15.01 ^a	0.60 ^{cdefgh}	1.49 ^j	63.94 ^a	68.10 ^a
A4*B3	117 ^{bcd}	106.83 ^{bcd}	63.36 ^h	1313.3 ^f	478.00 ^e	19.17 ^{hi}	35.17 ^a	64.81 ^g	76.91 ^l	1.60 ^{efg}	12.07 ^b	0.66 ^{cdef}	2.08 ^{hi}	59.95 ^b	33.07 ^c
A5*B3	121.33 ^{bcd}	120.69 ^{abcd}	90.27 ^{bcd}	2053.3 ^{ab}	719.67 ^{ab}	23.44 ^{fgh}	26.06 ^{cdefg}	71.47 ^{ef}	77.84 ^{ijk}	1.71 ^{def}	14.76 ^a	0.67 ^{cde}	3.66 ^e	51.86 ^e	35.02 ^c
A6*B3	64.67 ^{fgh}	104.74 ^{cd}	68.87 ^{gh}	1586.7 ^{def}	562.00 ^{cde}	24.99 ^{efg}	35.45 ^a	64.53 ^g	77.72 ^{ijkl}	1.60 ^{efg}	11.27 ^{cd}	0.60 ^{defgh}	3.12 ^f	41.40 ^h	30.95 ^d
A7*B3	107 ^{bcd}	151.17 ^{ab}	76.73 ^{defgh}	1630.0 ^{cdef}	528.00 ^{de}	21.24 ^{gh}	29.73 ^{bc}	70.29 ^{ef}	78.45 ^{ij}	1.56 ^{fg}	11.48 ^c	0.59 ^{fghi}	4.50 ^d	43.97 ^g	28.63 ^e

B1(رطوبت زراعی، شاهد) ، B2(۷۵ درصد تخلیه رطوبت زراعی، تنش متوسط) ، B3(۵۵ درصد تخلیه رطوبت زراعی، تنش شدید)

A1(" بی دانه قرمز") ، A2(" بی دانه سفید") ، A3(" چفته") ، A4(" مولایی") ، A5(" کره رویه") ، A6(" رشه") ، A7(" ساهانی")

به دلیل اینکه برگ یکی از مهمترین قسمت های اصلی یک گیاه است و بیشتر محصولات فتوسنتزی در این قسمت تولید می شوند در مواجهه با تنش خشکی و کم آبی تعداد برگ، طول شاخه و سطح برگ و پاره ای از مشخصه های مورفولوژی دیگر گیاه کاهش پیدا می کنند که یکی از مکانیزمهای مقابله با تنش خشکی می باشد. به طور کلی برگ یکی از حساس ترین بخش های یک گیاه است و در شرایط محیطی تنش تحت تاثیر قرار می گیرد. در ادامه تنش خشکی، گیاه استراتژی های مختلفی را بکار می گیرد و جهت حفظ وضعیت آب خود برخی تغییرات مورفولوژی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را انجام می دهد (Pinheiro & Chaves., 2011). نتایج اولیه این تحقیق نشان داد که در شرایط تنش خشکی، پایه های مقاوم باعث تجمع موادی مانند پرولین گردیده و آنزیم های آنتی اکسیدانی را افزایش می دهند، اسمز درون سلولی را تنظیم می کنند، آماس سلولی را حفظ می کنند و آسیب به غشای سلولی را کاهش داده و از تخریب آنزیم جلوگیری می کنند در این بررسی، تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب و رنگدانه های فتوسنتزی و افزایش نشت الکترولیت غشای سلولی در اثر آسیب به آنها شده و باعث تولید بیشتر پرولین، مالون دی آلدئید و آنزیم های آنتی اکسیدانی می شود. نتایج نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی در پایه ارقام انگور مورد مطالعه، پارامترهای رشد گیاه و مشخصه های مورفولوژی پیوندک کاهش داشته است. با کم شدن سطح برگ، سطح جذب کننده نور خورشید و فتوسنتزی گیاه کاهش پیدا کرده و در نهایت منجر به کاهش ماده خشک و عملکرد گیاه می شود. به طور کلی به علت کاهش میزان کلروفیل در تنش خشکی میزان تولید مواد قندی باید کاهشی باشد در صورتی که میزان این قندها افزایش می یابند. افزایش این قندها محلول مثل گلوکز، ساکارز و فروکتوز برای تنظیم اسمزی و جذب آب توسط گیاه در اثر تنش خشکی صورت می گیرد که از اختلال در غشا هم جلوگیری کرده و آسیب کمتر می گردد (Bertamini et al., 2006). برگ انگور تغییرات عمیقی را در سطوح بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و مورفولوژی در شرایط تنش خشکی نشان می دهد که برای بهبود کارایی استفاده از آب با فعال سازی عکس العمل های سازگار مفیداست (Flexas et al., 2010). نتایج پژوهش (Khandani et al., 2022) مشخص کرد که میزان سطح برگ در سطح ۵ درصد تحت تاثیر اثر متقابل تیمارهای خشکی و رقم قرار گرفت و کاهش پیدا کرد. بالاترین میزان سطح برگ در تیمار ۲۲ درصد نیاز آبی، مربوط به ارقام تبرزه قرمز و حسینی بود درحالیکه رقم فخری کمترین میزان سطح برگ را داشت. ارقام رشه و فلیم سیدلس به ترتیب کمترین و بیشترین میزان کاهش سطح برگ را در معرض تنش خشکی داشتند. تفاوت سطح برگ بین ارقام مختلف انگور و کاهش آن در شرایط تنش خشکی، در بین همه ارقام مشهود است. پژوهش های (Pellegrino et al., 2005) روی گیاه انگور نشان از حساسیت به کمبود آب این گیاه و سطح برگ آن دارد و کاهش سطح برگ در این شرایط می تواند یکی از اولین پاسخ دفاعی گیاه به تنش خشکی باشد (Doulati Baneh et al., 2019) نیز در تحقیق خود روی گیاه انگور کاهش سطح برگ در همه ارقام انگور مورد مطالعه تحت تاثیر تنش خشکی را گزارش داده اند. در تحقیق (Khandani et al., 2022) نشان می دهد تحت تنش خشکی، طول شاخه سال جاری به میزان چشمگیری کاهش پیدا کرد. یکی از ویژگیهای مهم ارقام مقاوم به تنش خشکی، حفظ بهتر رشد رویشی در شرایط تنش خشکی می باشد که سرانجام میتواند منجر به عملکرد بالاتر می شود. در این تحقیق ارقام خلیلی سفید و رشه بیشترین میزان طول شاخه سال جاری را در طول سه ماه تنش خشکی در ۲۲ درصد نیاز آبی، در مقایسه با سایر ارقام داشتند، که در نهایت نیز مشخص شد، هماهنگ با پژوهش های قبلی (Doulati Baneh et al., 2019; Ghaderi et al., 2005)، متحمل ترین ارقام انگور به تنش خشکی در بین ارقام انگور مورد مطالعه بودند. نتایج این تحقیق با یافته های (Romero et al., 2013) و (Khandani et al., 2022) در کاهش رشد طول شاخه جاری انگور در شرایط خشکی نشان از کاهش تقسیم سلولی و رشد شاخه در گیاه انگور با تنش خشکی می باشد. ارقام متحمل در شرایط تنش خشکی با داشتن رشد ریشه بهتر، رشد شاخه بیشتری دارند. همچنین رقم رشه که بعد از رقم خلیلی سفید، بیشترین طول شاخه سال جاری را داشت، در مقایسه با سایر ارقام، طولانی ترین ریشه را در شرایط تنش خشکی داشت تخریب غشای یاخته ای معمولا به عنوان تعیین کننده سطح تخریب چربی ها در شرایط تنش معرفی می گردد. در گیاهان، غشا قسمتی از گیاه است که اولین آسیب و زیان را در تنش خشکی می بیند اسیدهای چرب اشباع نشده غشا به راحتی با گونه های فعال اکسیژن آزاد واکنش نشان می دهند (Kantar et al., 2011).

بنابر نتایج پژوهش های قبلی تولید مواد آنتی اکسیدانی و متابولیت پرولین می تواند بازدارنده تولید ماده مالون دی آلدئید گردد و به نظر می رسد، پایه هایی مانند "چفته" و "مولایی" و "کره رویه" به همین دلیل نسبت به ارقام دیگر مالون دی آلدئید کمتری تولید کرده اند و به تنش خشکی تحمل بیشتری دارند.

در پایه های مورد بررسی همه پایه ها با افزایش سطح تنش، نشت یونی افزایشی بوده و در طی این فرآیند در سطح تنش شدید نسبت به شاهد این افزایش چشمگیرتر بوده است. برگ پیوندک انگور "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه های مورد بررسی "کره رویه"، "بیدانه سفید" و "چفته" در تنش متوسط و شدید نسبت به شاهد (خود ریشه) نشت یونی کمتری نسبت به بقیه پایه های ارقام مورد بررسی داشتند. این موضوع می تواند نشان از تحمل این ارقام بخصوص در رقم "چفته" و "کره رویه" به شرایط تنش باشد. با افزایش تنش خشکی، بالا رفتن نشت یونی همراه با کاهش RWC اتفاق می افتد. بر اساس گزارش های علمی همان طور که RWC در تنش خشکی کاهش می یابد، سلول ها چروکیده شده و دیواره سلولی پایداری خود را از دست می دهد. به طور کلی حفظ ساختار و ثبات غشاها تحت تنش خشکی، جز مکانسیم اصلی تحمل به خشکی در گیاهان می باشد. نشت یونی از پارامترهای است که به عنوان شاخصی از تخریب غشا اندازه گیری میشود که در اثر تخریب غشای سلولی و خروج یونها صورت می گیرد و میزان این صفت بیانگر میزان آسیب تنش خشکی به گیاه است (Liu et al., 2011). Singh et al., (2000) در بررسی برخی ارقام انگور در تنش خشکی، افزایش پرولین، و قند محلول و کاهش میزان کلروفیل را با افزایش تنش گزارش کردند. طی تحقیقی توسط Mehri et al., (2015) مشخص شد که افزایش تنش خشکی، کاهش صفات رشدی و افزایش معنی دار در میزان پرولین، مالون دی آلدئید و همچنین فعالیت آنزیم آنتی اکسیدان کاتالاز را به دنبال دارد. در بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی ویژگیهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم انگور توسط (Mohsseni fard et al., 2018) به تنش خشکی RWC در هر دو رقم مورد بررسی کاهش و فعالیت آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز افزایش پیدا کرده است. برگ یکی از قسمت های اصلی هر گیاه است که محصولات فتوسنتزی در آن سنتز می شود، در مواجه با تنش خشکی تعداد برگ های گیاه (Bhargavi et al., 2017) و سطح برگ (Srivastava & Srivastava, 2014) کاهش پیدا می کند. با کم شدن سطح برگ، سطح جذب نور خورشید و به دنبال آن فعالیت فتوسنتزی گیاه کاهش و نهایتاً منجر به کاهش ماده خشک و عملکرد گیاه می گردد (Banger et al., 2019). ثابت شده است که در پایه های متحمل به خشکی در انگور که در مواجه با تنش سطح برگ آنها کاهش زیادی نمی یابد نقصان تبادل گازی تا حدودی جبران می شود (Paranychanakis et al., 2004). در نتایج حاصل از طول شاخه، تعداد برگ و سطح برگ مشخص شد ارقامی که در شرایط تنش خشکی طول شاخه، تعداد برگ و سطح برگ خود را جهت انجام فتوسنتز بیشتر، به طور چشمگیری کاهش نمی دهند، جز رقم های متحمل به خشکی محسوب می شوند. در نتایج حاصل از پارامترهای رشدی در شرایط تنش خشکی رقم های توکیلگن و قره شیلیق در تحقیق (Fahim et al., 2022) کاهش مساحت برگ کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند همینطور رقم توکیلگن کاهش تعداد برگ کمتری نسبت به شاهد داشته و احتمالاً جز ارقام مقاوم به حساب می آید. با افزایش سطح تنش خشکی در ۷ رقم مورد مطالعه انگور در این تحقیق میزان مالون دی آلدئید (MDA) در بیشتر ارقام انگور افزایش معنی داری پیدا کرد. نتایج حاصل این تحقیق نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه بیشترین میزان مالون دی آلدئید در رقم آق شیلیق و کمترین میزان در رقم قره شیلیق بدست آمد. وقتی که در اثر تنش خشکی سطوح ROS بیش از ظرفیت جاروب گیاه باشد در غشاهای بیولوژیکی پراکسیداسیون لیپیداز جمله مالون دی آلدئید افزایش یافته و در نتیجه فرایندهای فیزیولوژیکی سلول را تحت تأثیر قرار می دهد، افزایش بیش از حد MDA منجر به از دست رفتن کارایی غشای سلولی شده و منجر به مرگ سلول خواهد شد (Labudda, 2013). بنابرین، مالون دی آلدئید به عنوان شاخص جهت آسیب اکسیداتیو تحت شرایط تنش است و باعث آسیب سلولی می شود (Li et al., 2018). در تحقیقات (Fahim et al., 2023) مشخص شده که با افزایش سطح تنش خشکی میزان مالون دی آلدئید در رقم های حساس به خشکی مانند آق شیلیق و کوپک بوغان به مقدار بیشتری افزایش می یابد اما در رقم متحمل قره شیلیق و توکیل گن با افزایش تنش خشکی افزایش زیادی در میزان مالون دی آلدئید مشاهده نشد. یافته های (Fahim et al., 2023) و یافته های مشابهی همچنین در تحقیقات

Altinci & Cangi, (2019) با تحقیق این ۷ پایه مورد بررسی بررسی شده همسو می باشد. ارقام پیوندی در محیط تنش خشکی، که به نوبه خود باعث کاهش محتوای پراکسید هیدروژن و در نتیجه کاهش آسیب سلولی در طول تنش خشکی شد. به عبارت دیگر، بین افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و پرولین و کاهش محتوای پراکسید هیدروژن رابطه منفی وجود دارد. در آزمایش مورد بررسی در برگ رقم "بیدانه قرمز" پیوندی روی پایه های متحمل به خشکی "چفته" و "کره رویه" مقدار نشت یونی در شرایط تنش شدیدتر کمتر از سایر پایه ها در تحقیق حاضر بود. در این پژوهش پیوندک رقم "بیدانه قرمز" روی پایه های "کره رویه" و "چفته" پایداری غشای سلولی بهتری نسبت به بقیه پایه ها در سطح تنش متوسط و شدید نشان دادند که می تواند تعیین کننده توانایی تحمل این پایه ها باشد. این نشان دهنده ذخیره سدیم در دیواره سلولی است که از تخریب دیواره سلولی در طول تنش خشکی جلوگیری می کند. علاوه بر این، هنگامی که سطح فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوای پرولین در این پایه افزایش یافت، باعث افزایش تحمل ارقام پیوندی در محیط تنش خشکی شد که به نوبه خود باعث کاهش میزان پراکسید هیدروژن و در نتیجه کاهش آسیب سلولی در طول تنش خشکی می شود. نتایج Siedi et al., (2022) کاهش میزان آب آبیاری به ترتیب در ۴۰ و ۷۰ درصد ظرفیت نسبی آب مزرعه نسبت به شاهد روی ۵ رقم انگور روسی و دو رقم انگور ایرانی "چفته" و "بیدانه سفید" نشان داد که باعث کاهش مقدار نسبی آب برگ، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و نشت یونی و شاخص پایداری غشای سلولی گردید که با نتایج تحقیق Ghaderi et al., (2010) حاضر در سطوح تنش متوسط و شدید همسو بود. پایداری غشای سلولی در آزمایش های مورد بررسی توسط Siedi et al., (2022) روی ارقام "چفته" و "بیدانه سفید"، و آزمایش Rahmani et al., (2023) روی ارقام "بلک سیدلس"، "فلیم سیدلس"، "ترکمن"، "سلطان" و شاهانی "روی پایه "ch1"، و پژوهش Ghaderi et al., (2010) روی ارقام انگور "سahانی" و "بیدانه سفید" با افزایش سطح تنش کاهش یافتند که با آزمایش مورد بررسی ما همسو می باشد. برگ رقم "بیدانه قرمز" پیوندی بر روی پایه های رقم "چفته"، "کره رویه" و در برخی موارد "مولایی" کاهش کلروفیل کمتری نسبت به بقیه پایه ها داشتند. یکی از دلایل کاهش کلروفیل در تنش خشکی، تخریب ساختار کلروپلاست می باشد. همچنین بدلیل تغییر متابولیسم نیتروژن در رابطه با ساخت پرولین در تنظیم اسمزی نیز می باشد. نتایج این آزمایش در صفت پرولین و مقایسه با میزان کاهش کلروفیل نشان داد که پایه "چفته"، "کره رویه" و "مولایی" با افزایش میزان پرولین بعنوان یک اسمولیت تنظیم اسمزی و بالا نگهداشتن میزان کلروفیل نسبت به بقیه ارقام مورد بررسی پایه های متحمل تری نسبت به تنش خشکی می باشند. تنش خشکی می تواند با ممانعت از بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان، رشد گیاه را به خطر اندازد. نتایج اثر برهمکنش رقم و تنش خشکی بر میزان کلروفیل در تحقیق Bahrani et al., (2020) نشان می دهد که در تمامی پایه ها با افزایش تنش خشکی میزان کلروفیل کل کاهشی بوده است. بیش ترین میزان کلروفیل a در رقم "سمرقندی" و بیش ترین میزان کلروفیل b در رقم "رطبی" دیده شد. کلروفیل کل در رقم "چفته" بیش ترین بود بود. در سطح تنش ۲,۵ - مگاپاسکال کمترین میزان کلروفیل به پایه R 110 تعلق داشت و بقیه ارقام اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. در سطح شاهد بدون تنش بیش ترین میزان کلروفیل کل در رقم "رطبی" و کم ترین آن در پایه "R 110" دیده شد. در نتایج آزمایش این تحقیق نشان داد برگ پیوندک انگور رقم "بیدانه قرمز" روی پایه "کره رویه"، "چفته" و پایه "مولایی" در سطح تنش متوسط به ترتیب بیشترین میزان کلروفیل را نسبت به شاهد نشان دادند، همچنین برگ انگور "بیدانه قرمز" پیوندی روی پایه "کره رویه" و "چفته" در سطح تنش شدید بیشترین میزان کلروفیل را نسبت به شاهد نشان دادند و در این آزمایش پایه ارقام "چفته" و "کره رویه" به نسبت بقیه پایه های ارقام مورد بررسی کاهش کلروفیل کمتری داشتند که با مقایسه این پژوهش با پژوهش های مشابه می توان به این نتیجه رسید که پایه های متحمل به خشکی مانند "چفته" و "کره رویه" و "مولایی" می توانند بر روی پیوندک مستقر بر روی آنها باعث مقاومت به کاهش کلروفیل در تنش خشکی گردند. Sokhtsarai et al., (2014) کاهش میزان کلروفیل a، b و کل را در شرایط تنش شدید و متوسط برای ارقام "چفته" و "یاقوتی" کم تر از "بی دانه سفید" گزارش کردند. ارقام "یاقوتی" و "چفته" در این پژوهش نتایج مشابه داشتند. بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش می توان گفت که پایه های انگور مورد بررسی کاهش تدریجی کلروفیل در مواجهه با مقادیر مختلف کم آبی نشان دادند با این فرض ارقام "سمرقندی"، "چفته"، "رطبی" به دلیل کاهش کم تر و نشان دادن پایداری بیش تر از

این نظر نسبت به سایر ارقام تحمل بیش تری را از خود نشان دادند. میزان کلروفیل a, b و کلروفیل کل آزمایش مورد بررسی (Khandani et al., 2022) نشان از اثر معنی دار تحت تأثیر برهمکنش تنش خشکی و رقم بودند. اگرچه در کل، تحت تنش خشکی کلروفیل a و b و کل و کاروتنوئید به ۲۹,۴۳، ۲۰,۴۷، ۲۷,۰۷ و ۲۲,۱۵ درصد کاهش پیدا کردند، اما در برخی ارقام مورد مطالعه این تحقیق افزایش پیدا کرد. میزان کلروفیل a در ارقام "فلیم سیدلس"، "رشه"، "لعل" و "یاقوتی"، میزان کلروفیل b ارقام "تبرزه سفید"، "فلیم سیدلس"، "روبی سیدلس"، "تبرزه قرمز"، "لعل"، "پرلت" و "رشه" و همچنین میزان کلروفیل کل در ارقام "فلیم سیدلس"، "لعل"، "پرلت" و "رشه" افزایش پیدا کرد. نتایج مورد بررسی نشان دهنده کاهش سطح کارتنوئید در برگ پیوندک انگور رقم "بیدانه قرمز" در پایه های پیوندی مورد بررسی می باشد. فقط در پایه های "کره رویه"، "مولایی" و "چفته" در سطح تنش شدید، افزایشی در میزان کارتنوئید مشاهد گردید که می توان تحمل این پایه ها در جلوگیری از کاهش رنگیزه فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی را بیان نمود.

نتیجه گیری

به طور کلی، ویژگیهای فیزیولوژیک کلروفیل کل و کاروتنوئید در شرایط تنش خشکی روند کاهشی داشتند ولی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که این ویژگیها در برخی از ارقام افزایش پیدا کردند. افزایش این ویژگی ها در یک رقم تحت تنش خشکی، می تواند نشان از تحمل بیشتر آن رقم به تنش خشکی باشد. افزون بر این، ویژگیهای فتوسنتزی که در تولید و بهره وری گیاه نقش مستقیم دارند در معرض تنش خشکی به صورت معنی داری کاهش پیدا کردند ولی میزان این کاهش در ارقام "چفته"، "مولایی" و "کره رویه" در مقایسه با پایه های دیگر کمتر بود که به نظر می رسد همین امر منجر به رشد بیشتر این ارقام در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه تحت تنش خشکی گردید. بررسی پیوندک "بی دانه قرمز" روی پایه های حساس تا متحمل به تنش خشکی در این آزمایش در شرایط باغ و بصورت طبیعی انجام گردید. نتایج این بررسی ها نشان داد که با افزایش تنش خشکی در برخی ارقام از ۷ پایه مورد مطالعه انگور، پارامترهای رشدی پیوندک انگور "بیدانه قرمز" پیوند شده روی پایه ها کاهش نشان دادند. در ترکیب پیوندی "چفته" و "کره رویه" به عنوان پایه و "بیدانه قرمز" به عنوان پیوندک با توجه به مقادیر پرولین و کربوهیدرات محلول و آنزیم کاتالاز، نشان داد که پایه هایی متحمل تر به خشکی نسبت به بقیه ترکیب های پیوندی بودند. با توجه به نوع پاسخ روزنه ای، بسیاری از گونه ها در انگور به دو دسته ایزوهیدریک یا آنیزوهیدریک طبقه بندی شده اند. گیاهان ایزوهیدریک آنهایی هستند که با احساس افت پتانسیل آب خاک یا افزایش تقاضای جوی روزنه های خود را می بندند و گیاهان آنیزوهیدریک حتی زمانی که محتوای آب خاک کاهش می یابد، به دلیل ظرفیت تعدیل روزنه ای ضعیف، به تدریج ادامه می دهند. در نتیجه، پتانسیل آب برگ آنها کاهش می یابد و گیاه دچار تنش فزاینده می شود. که در این آزمایش مورد بررسی برگ پیوندک مستقر روی پایه های "چفته"، "مولایی" در این طبقه بندی از دسته ایزوهیدریک محسوب می گردند، همچنین کمترین تعداد روزنه ها در این پایه ها در سطح تنش شدید مربوط به این پایه ها بوده است. همچنین در برگ پیوندک "بی دانه قرمز" روی پایه "مولایی" کمترین کاهش محتوی نسبی آب برگ در تنش شدید ثبت گردیده است. ترکیب پیوندی "چفته" و "مولایی" به عنوان پایه و "بیدانه قرمز" به عنوان پیوندک نیز در این رتبه بندی متحمل به خشکی بودند و این ارقام متحمل که از کلکسیون باغ انگور استان قزوین برداشت شده بودند و در طی بررسی های قبلی نیز به ترتیب های متفاوت جزو ارقام متحمل شناسایی شده بودند را می توان جزو پایه های متحمل به خشکی جهت استفاده بعنوان پایه برای رقم "بیدانه قرمز" به عنوان رقم غالب کشت شده در شرایط استان مرکزی معرفی نمود. در مجموع با توجه به نتایج این پژوهش می توان پیشنهاد کرد که این ارقام به عنوان یک پایه متحمل به تنش خشکی جهت استفاده بعنوان پایه برای پیوندک رقم "بیدانه قرمز" در مناطقی از استان مرکزی که دارای کمبود آب هستند مورد استفاده قرار گیرند و ضمناً چون محصول رقم "چفته" از بازار پسندی

خوبی نسبت به ارقام دیگر موجود در بازار برخوردار نمی باشد، بنابراین می تواند به عنوان یک منبع ژنتیکی ارزشمند در برنامه های به نژادی به منظور افزایش تحمل به تنش خشکی انگور بعنوان پایه مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع:

- Abbaspour, N., & Babaei, L. (2017). Effect of salicylic acid application on oxidative damage and antioxidant activity of grape (*Vitis vinifera* L.) under drought stress condition. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 4(1), 29-50. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2017.227384.176>
- Aran, M., Abedi, B., Tehranifar, A., & Parsa, M. (2017). Effects of drought stress on some morphological and physiological properties of three grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.53495
- Altıncı, N. T., & Cangı, R. (2019). Drought tolerance of some wine grape cultivars under in vitro conditions. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 36(2), 145-152. <https://doi.org/10.13002/jafag4633>
- Asadi, W., Rasouli, M., Gholami, M., & Maleki, M. (2020). Effect of some cultivars of native grapevine as rootstocks and triachenetanol on the physiology of Bidaneh Sefid grapevine scion (*Vitis vinifera* L.), under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(2). DOI: 10.22059/ijhs.2019.269570.1539
- Asadi, W., Gholami, M., Rasouli, M., & Maleki, M. (2019). Effect of drought stress on some physiological traits in three varieties of grapes (*Vitis vinifera* L.). *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, 9(3), 45-59. DOI: 10.47176/jcpp.9.3.24642
- Bahrani, P., Ebadi, A., Zamani, Z., & Fatahi Moghadam, M. R. (2020). Effects of Drought Stress Levels on Some Morphological and Physiological Traits to Select the Most Tolerant ones as a Rootstock. *Journal of Plant Production Research*, 27(1), 41-56. [10.22069/jopp.2020.15230.2369](https://doi.org/10.22069/jopp.2020.15230.2369)
- Bates, L. S., Waldren, R. P. A., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*, 39, 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>
- Bauerle, T. L., Centinari, M., & Bauerle, W. L. (2011). Shifts in xylem vessel diameter and embolisms in grafted apple trees of differing rootstock growth potential in response to drought. *Planta*, 234, 1045-1054. doi: 10.1007/s00425-011-1460-6
- Bertamini, M. A. S. S. I. M. O., Zulini, L. U. C. A., Muthuchelian, K., & Nedunchezian, N. (2006). Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants. *Photosynthetica*, 44, 151-154. <https://doi.org/10.1007/s11099-005-0173-0>
- Bhargavi, B., Kalpana, K., & Reddy, J. K. (2017). Influence of water stress on morphological and physiological changes in *Andrographis paniculata*. *Int. J. Pure Appl. Biosci*, 5, 1550-1556.
- Bikdeloo, M., Colla, G., Roupheal, Y., Hassandokht, M. R., Soltani, F., Salehi, R., ... & Cardarelli, M. (2021). Morphological and physio-biochemical responses of watermelon grafted onto rootstocks of wild watermelon [*Citrullus colocynthis* (L.) Schrad] and commercial interspecific cucurbita hybrid to drought stress. *Horticulturae*, 7(10), 359. doi: 10.3390/horticulturae7100359
- Chance, B., & Maehly, A. C. (1955). [136] Assay of catalases and peroxidases.
- Chung, P. J., Jung, H., Choi, Y. D., & Kim, J. K. (2018). Genome-wide analyses of direct target genes of four rice NAC-domain transcription factors involved in drought tolerance. *BMC genomics*, 19, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-4367-1>
- Daldoul, S., Boubakri, H., Gargouri, M., & Mliki, A. (2020). Recent advances in biotechnological studies on wild grapevines as valuable resistance sources for smart viticulture. *Molecular Biology Reports*, 47(4), 3141-3153. doi: 10.1007/s11033-020-05363-0
- Doulati Baneh, H., Ahmadali, J., & Rasouli, M. (2019). Effects of drought stress on some morphophysiological traits of some Iranian and foreign commercial grape varieties. *Research in Pomology*, 4(2), 127-142.
- Doulati, B. H., Ahmadaali, J., & Rasouli, M. (2020). Effects of drought stress on some morphophysiological traits of some Iranian and foreign commercial grape varieties. *Pomology Research*, 4(2), 127-142. SID. <https://sid.ir/paper/396397.en>
- Fahim, S., Ghanbari, A., Naji, A. M., Shokohian, A. A., & Maleki Lajayer, H. (2023). Impact of drought stress on morphological and physiological traits in some Iranian grape cultivars. *Journal of Plant Process and Function*, 11(47), 249-266. <https://doi.org/10.1001.1.23222727.1401.11.47.11.0>
- Fahim, S., Ghanbari, A., Naji, A. M., Shokohian, A. A., Lajayer, H. M., Gohari, G., & Hano, C. (2022). Multivariate

- discrimination of some grapevine cultivars under drought stress in Iran. *Horticulturae*, 8(10), 871. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100871>
- Fanizza, G., & Ricciardi, L. (2015). Influence of drought stress on shoot, leaf growth, leaf water potential, stomatal resistance in wine grape genotypes (*Vitis vinifera* L.). *VITIS-Journal of Grapevine Research*, 29, 371. <https://doi.org/10.5073/vitis.1990.29.special-issue.371-381>
- Ferlito, F., Distefano, G., Gentile, A., Allegra, M., Lakso, A. N., & Nicolosi, E. (2020). Scion–rootstock interactions influence the growth and behaviour of the grapevine root system in a heavy clay soil. *Australian journal of grape and wine research*, 26(1), 68-78. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12415>
- Flexas, J., Galmés, J., Gallé, A., Gulías, J., Pou, A., Ribas- Carbo, 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. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2009.00057.x>
- Gambetta, G. A., Herrera, J. C., Dayer, S., Feng, Q., Hochberg, U., & Castellarin, S. D. (2020). The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance. *Journal of experimental botany*, 71(16), 4658-4676. [https://doi.org/10.1093/jxb.eraa245](https://doi.org/10.1093/jxb/eraa245)
- Ghaderi, N. A. S. E. R., Talaei, A., Ebadi, A., & Lesani, H. O. S. S. E. I. N. (2010). Study of some physiological characteristics in 'Sahani', 'Bidane-sefid' and 'Farkhi' grapes during drought stress and their subsequent recovery. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(2), 179-188. <https://sid.ir/paper/148078.en>
- Ghaderi, N. A. S. E. R., Talaei, A., Ebadi, A., & Lesani, H. O. S. S. E. I. N. (2010). Study of some physiological characteristics in 'Sahani', 'Bidane-sefid' and 'Farkhi' grapes during drought stress and their subsequent recovery. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(2), 179-188. (In Persian)
- Gullo, G., Dattola, A., Vonella, V., & Zappia, R. (2018). Evaluation of water relation parameters in *Vitis* rootstocks with different drought tolerance and their effects on growth of a grafted cultivar. *Journal of plant physiology*, 226, 172-178. doi: 10.1016/j.jplph.2018.04.013
- Kantar, M., Lucas, S. J., & Budak, H. (2011). Drought stress: molecular genetics and genomics approaches. In *Advances in botanical research* (Vol. 57, pp. 445-493). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387692-8.00013-8>
- 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), 231-240. <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0021>
- Khandani, Y., Gholami, M., Sarikhani, H., & Chehregani Rad, A. (2022). Response of some vegetative and physiological traits of Iranian and foreign grape cultivars to drought stress. *Journal of Plant Process and Function*, 11(51), 153-174. [20.1001.1.23222727.1401.11.51.10.7](https://doi.org/10.1001.1.23222727.1401.11.51.10.7)
- Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. *Handbook of physiological methods, Physiological and biochemical methods.*, 2, 95-97.
- Kucukbasmaci, A., & Sabir, A. (2019). Long-term impact of deficit irrigation on the physiology and growth of grapevine cv. 'Prima' grafted on various rootstocks. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 18(4), 57-70. doi: 10.24326/asphc.2019.4.6
- Labudda, M. (2013). Lipid peroxidation as a biochemical marker for oxidative stress during drought. An effective tool for plant breeding. <http://www.e-wydawnictwo.eu/Document/DocumentPreview/3342>.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in enzymology* (Vol. 148, pp. 350-382). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)
- Lutts, S., Kinet, J. M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of botany*, 78(3), 389-398.
- Madadi, D., Ebadi, A., Baneh, H. D., Abdousi, V., & Hadadinejad, M. (2021). Morphological and physiological responses of grafted Sultana grapevine on Iranian and American rootstocks to drought stress. doi: 10.22059/ijhs.2020.260522.1463 (in Persian)
- Marín Ederra, D., Armengol, J., Carbonell-Bejerano, P., Escalona, J. M., Gramaje, D., Hernández-Montes, E., ... & Herralde, F. D. (2021). Challenges of viticulture adaptation to global change: tackling the issue from the roots. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 27, 8–25, 2021. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12463>
- Marguerit, E., Brendel, O., Lebon, E., Van Leeuwen, C., & Ollat, N. (2012). Rootstock control of scion transpiration and its acclimation to water deficit are controlled by different genes. *New Phytologist*, 194(2), 416-429. doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04599.x
- Mehri, H., Ghobadi, C., Baninasab, B., & Ehsanzadeh, P. (2015). Evaluation of some physiological and morphological

responses of four Iranian grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars to drought stress under in vitro conditions. *Journal of Plant Process and Function*, 3(10), 115-126. doi.org.20.1001.1.23222727.1393.3.10.11.0(inPersian)

Molassiotis, A., Job, D., Ziogas, V., & Tanou, G. (2016). Citrus plants: a model system for unlocking the secrets of NO and ROS-inspired priming against salinity and drought. *Frontiers in Plant Science*, 7, 183021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00229>(3) PMID: 26955378

Paranychianakis, N. V., Chartzoulakis, K. S., & Angelakis, A. N. (2004). Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on water relations and leaf gas exchange of Soultanina grapevines. *Environmental and experimental botany*, 52(2), 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.02.002>

Pellegrino, A., Lebon, E., Simonneau, T., & 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 and wine research*, 11(3), 306-315. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00030.x>

Pinheiro, C., & Chaves, M. M. (2011). Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? *Journal of experimental botany*, 62(3), 869-882. <https://doi.org/10.1093/jxb.erq340>

Prinsi, B., Negri, A. S., Failla, O., Scienza, A., & Espen, L. (2018). Root proteomic and metabolic analyses reveal specific responses to drought stress in differently tolerant grapevine rootstocks. *BMC plant biology*, 18, 1-28. <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1343-0>

Prinsi, B., Simeoni, F., Galbiati, M., Meggio, F., Tonelli, C., Scienza, A., & Espen, L. (2021). Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition. *Agronomy*, 11(2), 289. doi: 10.3390/agronomy11020289

Rahmani, H., Rasoli, V., Abdossi, V., & Ghanbari Jahromi, M. (2023). Ch1 (*Vitis vinifera* L.) rootstock control of scion response to water stress in some commercial grapevine cultivars. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 44(1), 1-8. <https://doi.org/10.21548.44-1-5325>

Romero, P., Gil-Muñoz, R., del Amor, F. M., Valdés, E., Fernández, J. I., & Martínez-Cutillas, A. (2013). Regulated deficit irrigation based upon optimum water status improves phenolic composition in Monastrell grapes and wines. *Agricultural water management*, 121, 85-101. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.01.007>

Sahitya, U. L., Krishna, M. S. R., Deepthi, R., Prasad, G. S., & Kasim, D. (2018). Seed antioxidants interplay with drought stress tolerance indices in chilli (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018.1605096>

Sivritepe, N., Erturk, U., Yerlikaya, C., Turkan, I., Bor, M., & Ozdemir, F. (2008). Response of the cherry rootstock to water stress induced in vitro. *Biologia plantarum*, 52, 573-576. <https://doi.org/10.1007/s10535-008-0114-4>

Siedi, A., Seifi, E., & Rasoli, V. (2022). Evaluation of some physiological and biochemical characteristics of several promising grapevine cultivars under low irrigation conditions. *Research in Pomology*, 6(2), 81-90. doi: 10.30466.rip.2021.53330.1160

Singh, S. K., Sharma, H. C., Goswami, A. M., Datta, S. P., & Singh, S. P. (2000). In vitro growth and leaf composition of grapevine cultivars as affected by sodium chloride. *Biologia plantarum*, 43, 283-286. <https://doi.org/10.1023/A:1002720714781>

Siddique, Z., Jan, S., Imadi, S. R., Gul, A., & Ahmad, P. (2016). Drought stress and photosynthesis in plants. *Water stress and crop plants: a sustainable approach*, 1, 1-11. <https://doi.org/10.1002.9781119054450.ch1>

sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C., & Masia, A. (2005). Antioxidant defences in olive trees during drought stress: changes in activity of some antioxidant enzymes. *Functional Plant Biology*, 32(1), 45-53. doi: 10.1071.FP04003. PMID: 32689110.

Srivastava, S., & Srivastava, M. (2014). Morphological changes and antioxidant activity of Stevia rebaudiana under water stress. *American Journal of Plant Sciences*, 5(22), 3417. [10.4236/ajps.2014.522357](https://doi.org/10.4236/ajps.2014.522357)

Sokhtsarai, R., Ebadi, A., Salami, S.A.R. & Lesani, H. (2014). Analysis of morphological, physiological and molecular in Some grape varieties under drought stress. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Iran, 140p. (In Persian)

Sorori, S., Asgharzade, A., Marjani, A., & Samadi, M. (2022). Evaluation of drought stress tolerance among some of grape cultivars using physiological and biochemical studies. *Journal of Horticultural Science*, 36(2), 373-388. [.22067/jhs.2021.67767.1004](https://doi.org/10.22067/jhs.2021.67767.1004)(inPersian)

Skirycz, A., & Inzé, D. (2010). More from less: plant growth under limited water. *Current opinion in biotechnology*, 21(2), 197-203. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2010.03.002>

Sheikh-Mohamadi, M. H., Etemadi, N., Arab, M. M., Aalifar, M., & Arab, M. (2018). Physiological and ascorbate-glutathione pathway-related genes responses under drought and heat stress in crested wheatgrass. *Scientia horticulturae*,

242, 195-206. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.037>

Wang, F., Zeng, B., Sun, Z., & Zhu, C. (2009). Relationship between proline and Hg 2+-induced oxidative stress in a tolerant rice mutant. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 56, 723-731. <https://doi.org/10.1007/s00244-008-9226-2>

Walker, R. R., Blackmore, D. H., Clingeleffer, P. R., & Emanuelli, D. (2014). Rootstock type determines tolerance of C hardonnay and S hiraz to long- term saline irrigation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20(3), 496-506. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12094>

Warschefsky, E. J., Klein, L. L., Frank, M. H., Chitwood, D. H., Londo, J. P., von Wettberg, E. J., & Miller, A. J. (2016). Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. *Trends in plant science*, 21(5), 418-437. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.008>

Responses of some morphological, physiological and biochemical characteristics of "(‘Bidaneh Ghermez’" grape scion on seven rootstocks to identify the most tolerant combination of rootstock and scion to drought stress

Abstract:

Drought stress is one of the most important limitations in the production of agricultural products and especially horticulture in different parts of the world and Iran. The climate changes that have happened in the last few years, it is possible to provide sustainable production of grapes in water stress conditions by examining and selecting cultivars that tolerate to drought stress. For this purpose, a research was conducted during 2018-2021 in vineyard conditions in the form of a split-plot experiment based on a randomized complete block (RCBD) with 3 replications to investigate the effect of soil water potential variability on the morphological, physiological, and biochemical traits of drought-tolerant to drought-sensitive grape varieties. The treatments include seven selected grape cultivars (‘Bidaneh Ghermez’, ‘Bidaneh Sefid’, ‘Rashe’, ‘Sahani’, ‘Kare Royeh’, ‘Moulai’, and ‘Chafte’) as the rootstock and ‘Bidaneh Ghermez’ cultivar as scion and three the drought stress level included FC (control), 75% (moderate stress) and 55% (severe stress) of agricultural moisture depletion. In this research the traits including leaf number, branch length, leaf area, wet and dry leaf weight, stomatal density electrolyte leakage, cell membrane stability, RWC, chlorophyll, carotenoid, proline, soluble carbohydrate, malondialdehyde and catalase were investigated. The results showed that the interaction effect of drought stress and variety on leaf surface traits, RWC, soluble carbohydrates, proline, total chlorophyll, carotenoids, catalase and malondialdehyde were significant at the level of 1%. Also, the simple effects of drought stress on the traits of leaf number, branch length, leaf fresh weight, stomatal density, electrolyte leakage and cell membrane stability were significant. Means comparison showed that with more severe water stress, the amount of proline and catalase increased and the amount of total chlorophyll and cell membrane stability decreased. In general, ‘Bidaneh Ghermez’ cultivar grafted on the rootstocks of ‘Chafte’, ‘Moulai’ and ‘Kare Royeh’ had a higher potential for tolerance to drought stress than other grafted combinations tested in most of the traits.

Keywords: Grape, Drought stress, Scion and Rootstock, Proline.

Introduction

Abiotic stresses are among the most important factors limiting plant production in the world. Grapes, an economically important crop, can be used as a perennial model fruit to study drought tolerance. A large area of cultivation around the world is devoted to grape cultivation. Among them, the Mediterranean regions of Europe, Southwest Asia, and North America are located in areas that are affected by a seasonal drought during the grape ripening period and affect the yield and quality of the fruit in recent years, due to water changes and weather has caused the number of hot years and longer dry periods. This means that modern vineyards must take into account the reality of increasing the number of drought periods. Grapes are a commercial fruit product that has high economic importance, and drought stress has greatly affected the production and quality of grapes. Grafting has been widely used in agriculture and also increases tolerance to a range of abiotic stresses, generally breeding programs for selecting drought tolerant plants through selection and integration of morphological and physiological traits as A way to indirectly select the best performance under environmental stress conditions is proposed. In addition to the methods of reducing drought stress, the use of drought-tolerant cultivars and rootstocks is a suitable way to deal with drought stress improve water. The tolerance of grape rootstock to drought stress varies significantly with the difference in the type of

genotype. One of the ways to improve the yield of grapes in the conditions of osmotic stress is the use of a suitable combination of rootstock and scion.

Materials and methods

This research was conducted at the Agricultural Research Station of the Center for Research and Education of Central Province. In the first stage of this experiment, cuttings of cultivars ('Bidaneh Sefid', 'Rashe', 'Sahani', 'Kare Royeh', 'Moulai', 'Chafte' and 'Bidaneh Ghermez' (self-rooted) cultivars were selected and collected and planted in the ground. was cultivated (unlike many researches carried out so far, from zero to one hundred cuttings cultivation to transplanting stages, and the relevant experiments were carried out completely in the garden constructed in the open space conditions in the agricultural field with the cultivars under investigation The operation of preparing the land and planting the selected cuttings began in March 2018. Then, in the first year of growth (2018), the operations were carried out in the following year for transplanting In April to the beginning of June 2019, "Bidaneh Ghermez" grape cuttings were planted on the selected rootstocks Based on complete randomized blocks in 3 replications with irrigation treatment as the main plot with 3 levels (range of 100% crop capacity (control), range of 75% crop capacity (moderate stress) and range of 55% crop capacity (severe stress) based on discharge Agricultural moisture and basic treatment were performed as sub-plots in the 7 mentioned cultivars and irrigation treatment was determined by weight of soil moisture.

Results and Discussion

In this research, the traits of leaf number, branch length, leaf surface, wet and dry leaf weight, stomatal density, ion leakage, cell membrane stability, RWC, chlorophyll, carotenoid, proline, soluble carbohydrate, malondialdehyde and catalase were measured. The results showed that the interaction effect of drought stress and variety on leaf surface traits, soluble carbohydrates, proline, total chlorophyll, carotenoid, catalase, RWC and malondialdehyde was significant at 1% level. Also, the simple effects of drought stress on the traits of leaf number, branch length, leaf fresh weight, stomatal density, electrolyte leakage and cell membrane stability were significant. Comparison of the average of these traits showed that with more severe water stress, the amount of proline and catalase increased and the amount of total chlorophyll and cell membrane stability decreased. In general, " Bidaneh Ghermez " grape variety grafted on " Chafte ", "Moulai" and "Kare Royeh" rootstocks has a higher potential to tolerate drought stress conditions in vineyard conditions than other grafted combinations tested in most traits. they had. The preliminary results of this research showed that drought stress causes a decrease in photosynthetic pigments and an increase in cell membrane electrolyte leakage due to damage to them and causes more production of proline, malondialdehyde and antioxidant enzymes. The results showed that with the increase in the level of drought stress in the base of the studied grape cultivars, plant growth parameters and shoot morphology characteristics decreased. In this research, cultivars such as " Chafte " and "Moulai" and "Kare Royeh" have produced less malondialdehyde than other cultivars and are more resistant to drought stress. In all foundations under investigation, with the increase in stress level, the ion leakage increased and during this process, the increase was more significant in the high stress level compared to the control. " Bidaneh Ghermez " grafted on the rootstocks of "Kare Royeh", "White Quince" and "Chafte" in moderate and severe stress compared to the control (root itself), ion leakage is less than the rest of the rootstocks. were investigated. Also, the results of this test in the proline trait and comparison with the amount of chlorophyll reduction showed that these 3 bases are more tolerant to drought stress than the rest of the studied cultivars with an increase in the high proline content and lack of chlorophyll content. In the test results of this research, it was shown that the grape leaves of " Bidaneh Ghermez " transplanted on the base of "Kare Royeh" and the base of "Chafte" variety showed the highest amount of chlorophyll in the high stress level compared to the control and in this experiment, the base of "Chafte" and "Kar Royeh" had less chlorophyll reduction compared to the rest of the bases of the studied cultivars.

Conclusion

The increase of some characteristics in a variety under drought stress can indicate the greater tolerance of that variety to drought stress. In addition, the photosynthetic characteristics that have a direct role in the production and productivity of the plant decreased significantly under drought stress, but the amount of this decrease was lower in "Chafte", "Moulai" and "Kare Royeh" cultivars compared to other bases, which seems to be It seems that this led to the higher growth of these cultivars compared to other studied cultivars under drought stress. The results of these investigations showed that with the increase of drought stress in some cultivars of the 7 grape rootstocks studied, the growth parameters of " Bidaneh Ghermez " grafted grapevine grafted on the rootstocks decreased. In the transplanted combination of "Chafte" and "Kare Royeh" as the base and

" Bidaneh Ghermez " as the scion, the amounts of proline, soluble carbohydrates and catalase enzyme showed that they were more tolerant to drought than the rest of the transplanted combinations. The combination of "Moulai" as the base and " Bidaneh Ghermez " as the base was also drought tolerant in the next rank, and these tolerant varieties can be included among the drought tolerant bases to be used as the base for the " Bidaneh Ghermez " variety. introduced as the dominant variety cultivated in the

فصل اساسی