

نوع مقاله: پژوهشی

اثرات پایه CH1 بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و قندهای محلول در ارتباط با پاسخ آنتی اکسیدانی و تنظیم یونی در پنج رقم انگور
(*Vitis vinifera* L.) تحت تنش کم آبی

حامد رحمانی^۱، ولی‌اله رسولی^۲، وحید عبدوسی (نویسنده مسئول)^{۳*} و مرضیه قنبری جهرمی^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، hamedrahmanij@gmail.com

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، کرج، ایران، spiiqv@gmail.com

۳- دانشیار، گروه علوم باغی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، abdossi@iau.ac.ir

۴- استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، ghanbari@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۴

The effects of CH1 base on photosynthetic pigments and soluble sugars in relation to antioxidant response and ion regulation in five grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) under drought stress

Hamed Rahmani¹, Valiollah. Rasoli², Vahid Abdossi (Corresponding author)^{3*} and Marziyeh Ghanbari Jahromi⁴

1- Ph.D Student, Department of Horticulture and agronomy, Science and research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, hamedrahmanij@gmail.com

2- Associate Professor, Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, spiiqv@gmail.com

3- Associated Professor, Department of Horticulture and Agronomy, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran, abdossi@iau.ac.ir

4- Assistant Professor, Department of Horticulture and agronomy, Science and research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, ghanbari@srbiau.ac.ir

Received: April 2025 Accepted: June 2025

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of the CH1 rootstock on photosynthetic pigments, soluble sugars, proline, and potassium content in leaves of five grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) under drought stress. The experiment was conducted in a factorial arrangement based on a completely randomized design (CRD) with three replications. The experimental factors included five grapevine cultivars (Flame Seedless, Black Seedless, Turkmenistan 4, Bidaneh Sefid, and Shahani Qazvin) and two irrigation conditions (drought stress and no stress). The results showed that drought stress significantly decreased chlorophyll a and b in all cultivars ($p < 0.05$), while carotenoids (beta-carotenoids) increased in some cultivars under drought stress ($p < 0.05$). Additionally, soluble sugars increased in response to drought stress in all cultivars ($p < 0.01$). Proline also increased in all cultivars in response to drought stress ($p < 0.05$). Potassium content in the leaves of grafted cultivars decreased under drought stress, while a significant increase in sodium content was observed. The grafted cultivars, especially under drought conditions, showed greater changes in pigments, soluble sugars, proline, and potassium content compared to their own-rooted counterparts. These results suggest that the CH1 rootstock can influence the regulation of pigments, soluble sugars, and biochemical responses such as proline and potassium content in the leaves, contributing to improved drought resistance in grapevines.

Keywords: Grape, Drought, Potassium, Proline

Iranian Journal of Plant & Biotechnology
Spring 2025, Vol 20, No 1, Pp 13-21

چکیده

هدف این تحقیق بررسی اثر پایه CH1 بر رنگدانه‌های فتوسنتزی، قندهای محلول، پرولین و پتاسیم برگ در پنج رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) تحت تنش کم آبی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل پنج رقم انگور (فلیم سیدلس، بلک سیدلس، ترکمنستان ۴، بیدانه سفید و شاهانی قزوین) و دو شرایط آبیاری (تنش کم آبی و بدون تنش) بودند. نتایج نشان داد که تنش کم آبی موجب کاهش معنی‌دار کلروفیل a و b در تمامی ارقام شد ($p < 0.05$). در حالی که کاروتنوئیدها (بتاکاروتنوئیدها) در برخی ارقام تحت تنش خشکی افزایش یافت ($p < 0.05$). همچنین، قندهای محلول در پاسخ به تنش کم آبی در تمامی ارقام افزایش یافتند ($p < 0.01$). پرولین نیز در پاسخ به تنش کم آبی در تمامی ارقام افزایش پیدا کرد ($p < 0.05$). پتاسیم برگ در ارقام پیوندی تحت تنش کم آبی کاهش یافت، در حالی که افزایش قابل توجهی در سطح سدیم مشاهده شد. ارقام پیوندی به ویژه در شرایط کم آبی، نسبت به ارقام خود ریشه، تغییرات بیشتری در رنگدانه‌ها، قندهای محلول، پرولین و پتاسیم برگ نشان دادند. این نتایج نشان می‌دهند که پایه CH1 می‌تواند بر تنظیم رنگدانه‌ها، قندهای محلول و پاسخ‌های بیوشیمیایی مانند پرولین و پتاسیم برگ تأثیرگذار باشد و در بهبود مقاومت به کم آبی در انگور مؤثر واقع شود.

کلمات کلیدی: انگور، پتاسیم، پرولین، کم آبی

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

بهار ۱۴۰۴، دوره ۲۰، شماره ۱، صص ۱۳-۲۱

مقدمه و کلیات

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محسوب می‌شود. این تنش می‌تواند تأثیرات منفی بر رشد، عملکرد و کیفیت محصولات باغی مانند انگور (*Vitis vinifera* L.) داشته باشد. مطالعات نشان داده‌اند که تنش خشکی سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ، کاهش سطح برگ، کاهش میزان کلروفیل و افزایش نشت یونی در ارقام مختلف انگور می‌شود (فهیم و همکاران، ۱۴۰۱). یکی از راهکارهای مؤثر برای افزایش تحمل انگور به تنش خشکی، استفاده از پایه‌های مقاوم است. پایه‌های مقاوم می‌توانند با بهبود جذب آب و مواد معدنی، تنظیم تبادلات گازی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تحمل گیاه را در برابر شرایط کم‌آبی افزایش دهند. در پژوهشی، اثر تنش خشکی بر برخی صفات ریخت‌شناسی و تبادلات گازی در انگور بیدانه سفید به‌صورت خودریشه و پیوند شده روی پایه‌های رشه و P-۱۱۰۳ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پایه‌های مورد استفاده تأثیر مثبتی بر افزایش تحمل انگور بیدانه سفید در شرایط خشکی داشتند و پایه ایرانی رشه عملکردی مشابه با پایه P-۱۱۰۳- آمریکایی در القای تحمل به خشکی نشان داد (مددی و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین، استفاده از مواد اصلاح‌کننده خاک مانند ژئولیت طبیعی و کود دامی می‌تواند در بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی تاک انگور در شرایط تنش خشکی مؤثر باشد. مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد این مواد باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ، کاهش نشت الکتروولیت و بهبود

وضعیت آب گیاه در شرایط تنش خشکی می‌شود (فهیم و همکاران، ۱۴۰۲). در سال‌های اخیر، تحقیقات به‌نژادی منجر به معرفی پایه‌های مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی شده است. به‌عنوان مثال، پایه‌های اسپوتا و ناظمیه به‌عنوان پایه‌های مقاوم به سرطان طوقه معرفی شده‌اند. همچنین، پایه CH1 به‌عنوان پایه‌ای مقاوم به خشکی و متحمل به آهک خاک معرفی شده است که استفاده از آن می‌تواند مصرف آب در تاکستان‌ها را حداقل ۳۰ درصد کاهش دهد (رسولی و همکاران، ۱۴۰۲). مطالعات بین‌المللی نیز نشان داده‌اند که انتخاب پایه‌های مناسب می‌تواند تأثیر بسزایی در افزایش تحمل انگور به تنش خشکی داشته باشد. به‌عنوان مثال، بررسی‌ها حاکی از آن است که برخی پایه‌ها با افزایش کارایی استفاده از آب و بهبود وضعیت آبی گیاه، می‌توانند تحمل به خشکی را در انگور افزایش دهند (Serra et al., 2013). همچنین، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پایه‌ها قادرند سازگاری انگورها را به انواع خاک‌ها و شرایط گوناگون از قبیل نامناسب بودن زهکشی، شوری خاک‌ها و کم یا زیاد بودن pH افزایش دهند و تحمل به خشکی بیشتری را در انگورها القا کنند (Shaffer et al., 2004). با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش اثر مقاومت القایی به خشکی پایه CH1 در ارقام تجاری انگور، شامل سه رقم خارجی (فلیم سیدلس، بلک سیدلس و ترکمنستان ۴) و دو رقم بومی ایران (بیدانه سفید و شاهانی قزوین)، از نظر صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه، ارزیابی تأثیر پایه CH1 بر تحمل به خشکی در این ارقام و ارائه

روی برگ‌ها (مجعد شدن برگ، تا خوردگی و غیره) بلافاصله از برگ‌های هر فاکتور به طور جداگانه نمونه‌برداری شده و پس از انجماد سریع در ازت مایع، به آزمایشگاه ژنومیکس و پروتئومیکس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین منتقل شدند تا مطالعات بیوشیمیایی صورت گیرد. در سال اول عملیات پیوند و ریشه‌دار کردن نهال‌ها انجام شد و در سال سوم اعمال فاکتورهای تنش کم‌آبی و یادداشت‌برداری صورت گرفت. برای اندازه‌گیری غلظت پرولین از روش Dareini و همکاران (2014) استفاده شد. محتوای کلروفیل با روش Alhverdizadeh و Danaee (2023) و کاروتنوئید از روش Danaee و Abdossi (2021) اندازه‌گیری گردید. همچنین برای اندازه‌گیری قند محلول در برگ از روش Sheligl (1986) و برای اندازه‌گیری سدیم برگ از روش Hamada و El-enany (1994) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

در این تحقیق، اثر تنش کم‌آبی بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پنج رقم تجاری از گیاهان بررسی شد. صفاتی که تحت بررسی قرار گرفتند شامل پرولین، پتاسیم برگ، کلروفیل a و b، کاروتنوئید و قندهای محلول بودند. تحلیل نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی تأثیرات معناداری بر این صفات داشت (جدول ۱) و مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی دانکن نیز تفاوت‌های قابل توجهی را در واکنش ارقام مختلف نشان داد.

راهکارهایی برای بهبود عملکرد انگور در شرایط کم‌آبی است.

فرآیند پژوهش

به منظور بررسی اثر مقاومت به کم‌آبی پایه CH1 در ارقام تجاری انگور، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) در ۳ تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل دو فاکتور بودند که عبارت بودند از سطوح مختلف رقم و تنش کم‌آبی. فاکتور ارقام شامل ۳ رقم انگور خارجی (فلیم سیدلس، بلک سیدلس و ترکمنستان ۴) و ۲ رقم انگور تجاری بومی ایران شامل بیدانه سفید و شاهانی قزوین که روی پایه CH1 پیوند شدند. همچنین این ارقام به صورت پایه خود ریشه نیز به عنوان شاهد بودند. پس از ریشه‌دار شدن، گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد ۲۵ سانتی‌متر قطر دهانه و ۳۰ سانتی‌متر ارتفاع تهیه شده و داخل گلدان‌ها با مخلوطی از خاک زراعی، ماسه و کود حیوانی پوسیده به نسبت ۱:۱:۱ تا ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری پر شدند. تمامی مواد گیاهی در گلدان‌ها کشت شدند و ارقام پس از کشت در فروردین ماه روی پایه CH1 پیوند اسکنه شدند. در هر گلدان دو عدد نهال قرار داده شد و هر سه گلدان در یک واحد آزمایشی قرار گرفتند. کلیه ارقام (پیوند شده و خود ریشه) به دو گروه، گروه اول که فاکتور کم‌آبی روی آن‌ها اعمال شد، و گروه دوم که بدون کم‌آبی خشکی تقسیم شدند. فاکتور تنش کم‌آبی به صورت قطع آبیاری به مدت ۱۵ روز، از ۱۵ تیرماه لغایت ۳۰ تیرماه صورت گرفت. میزان آب آبیاری برای هر گلدان در هر دوره آبیاری ۰/۸ لیتر براساس ظرفیت نسبی آب گلدان محاسبه شد. پس از اعمال فاکتورهای آزمایشی و مشاهده آثار تنش

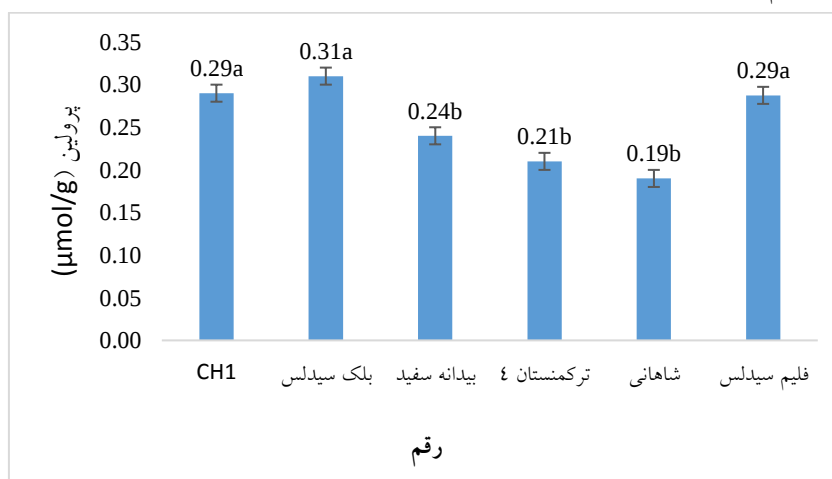
جدول ۱- مقادیر میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سال سوم

Table 1-Mean square values of the analysis of variance for physiological and biochemical traits in the third year

منبع تغییرات	درجه آزادی	سدیم	کلروفیل a	کلروفیل b	بتاکارتنوئید	پرولین
رقم	۵	۹۶/۳۳**	۰/۰۸۱**	۰/۳۲۹**	۰/۷۲۱**	۰/۰۳۲*
ترکیب پیوندی	۱	۱۱۶/۱۹**	۰/۰۹۵**	۰/۲۰۲*	۰/۵۰۶*	۰/۰۶۶*
تنش	۱	۹۱۲/۷**	۰/۴۲۹**	۲/۷۹**	۱/۹**	۰/۱۷۳**
رقم×پیوند	۵	۲۰/۷	۰/۰۴۳*	۰/۱۷۵*	۰/۱۵۱	۰/۰۴۹**
رقم×تنش	۵	۲۱/۳	۰/۰۱۵	۰/۰۴۷	۰/۱۳۶	۰/۰۲۱
پیوند × تنش	۱	۳/۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۸۵	۰/۰۵۴*
رقم×پیوند×تنش	۵	۱۴/۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۶۲	۰/۱۵۶	۰/۰۲۱
خطا	۵۶	۱۷/۱	۰/۰۱۴	۰/۰۶۴	۰/۱۲۴	۰/۰۳۱
ضریب تغییرات (%)		۱/۶۴	۳/۳	۳/۲	۳/۱۱	۶

آب بیشتری حفظ کند و در مقابل تنش اسمزی مقاومت نشان دهد. افزایش پرولین در این ارقام به ویژه در شرایط تنش کم آبی می تواند به عنوان یک مکانیسم حفاظتی در مقابل تنش اسمزی عمل کند (Szabados and Saviouré, 2010).

پرولین: میزان پرولین در گیاهان تحت تنش کم آبی افزایش معناداری داشت (شکل ۱). این افزایش پرولین به عنوان یک واکنش اسمزی به منظور مقابله با تنش کم آبی به ویژه در ارقام بلک سیدلس و ترکمنستان ۴ مشاهده شد. پرولین به عنوان یک ماده حفاظتی شناخته می شود که در شرایط کم آبی به گیاه کمک می کند تا



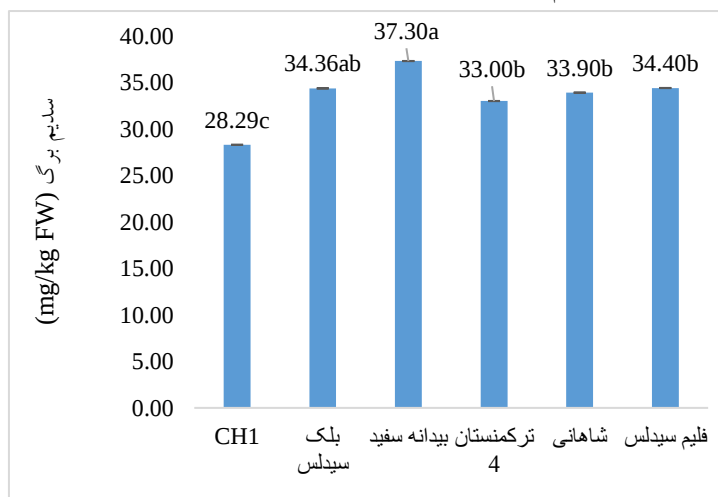
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان پرولین در سال سوم

Fig 1-Comparison of the mean effect of cultivar on proline content in the third year

اثرات پایه CH1 بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و قندهای محلول در ارتباط با پاسخ آن‌تی‌اکسیدانی و تنظیم یونی در پنج رقم انگور تحت تنش کم‌آبی ۱۷

می‌شود و این می‌تواند به اختلال در جذب و انتقال سدیم به گیاهان در شرایط کم‌آبی مرتبط باشد. تغییرات سدیم در شرایط کم‌آبی ممکن است به دلیل کاهش عملکرد جذب پتاسیم و اختلالات در انتقال این عنصر حیاتی به سلول‌ها باشد (Marschner, 2012).

سدیم برگ: پتاسیم برگ در گیاهان تحت تنش کم‌آبی به‌طور معناداری کاهش یافت ($P < 0.05$). رقم بلک سیدلس به‌طور نسبی کمتر کاهش سدیم را نشان داد، در حالی که رقم بیدانه سفید بیشترین افزایش را در سدیم برگ تجربه کرد. این تغییرات در سدیم برگ به‌طور کلی در گیاهان تحت تنش کم‌آبی مشاهده

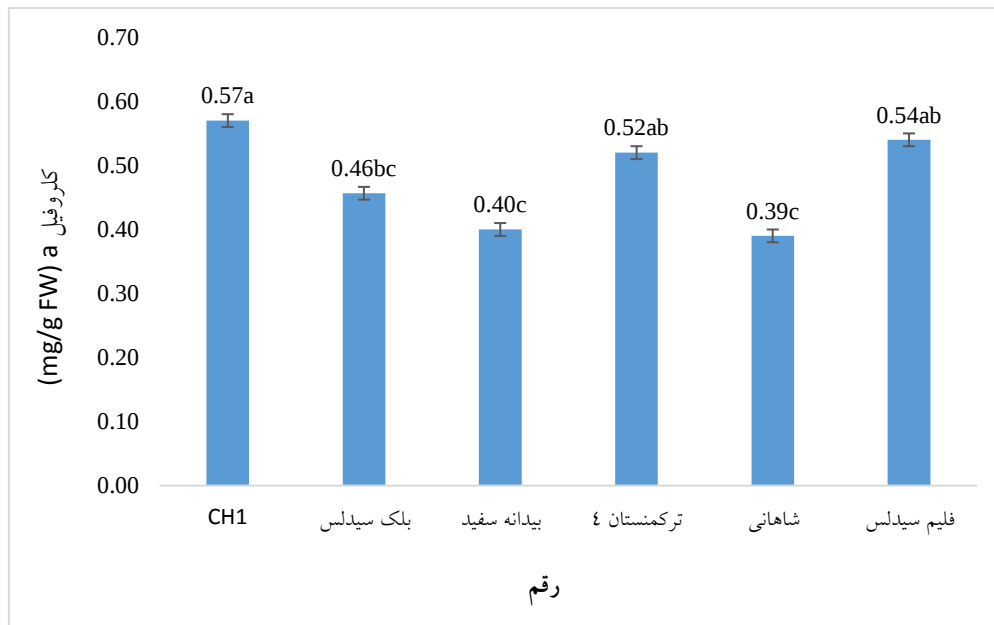


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان سدیم برگ در سال سوم

Fig 2- Comparison of the mean effect of cultivar on leaf sodium content in the third year

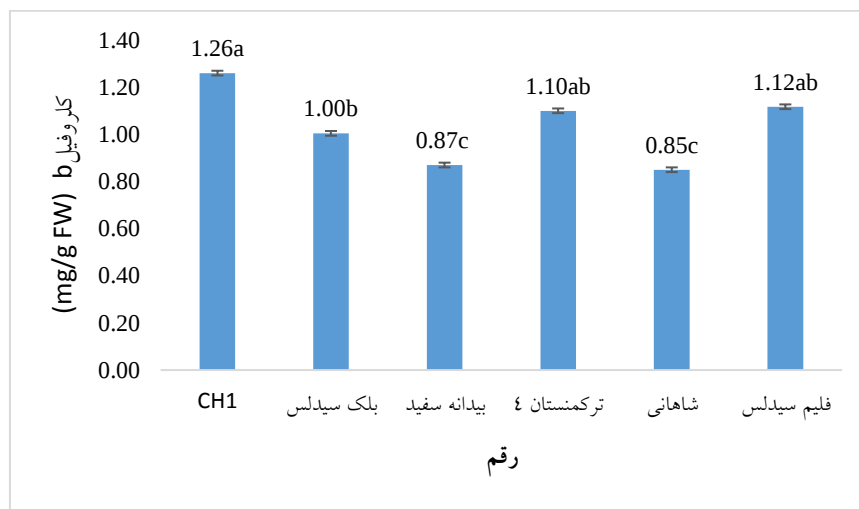
گیاهان تحت کم‌آبی ممکن است به دلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی باشد. کاهش کلروفیل‌ها در گیاهان تحت تنش کم‌آبی به‌عنوان یک شاخص از کاهش فعالیت فتوسنتزی است که به‌طور گسترده‌ای در ارقام مختلف مشاهده شد (Farooq et al., 2009).

کلروفیل a و b: میزان کلروفیل a و b در گیاهان تحت تنش کم‌آبی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۳ و ۴). این کاهش در کلروفیل‌ها بیشتر در رقم بیدانه سفید مشاهده شد که نشان‌دهنده آسیب بیشتر به ساختار فتوسنتزی این رقم است. کاهش کلروفیل‌ها در



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان کلروفیل a در سال سوم

Fig 3- Comparison of the mean effect of cultivar on chlorophyll a content in the third year

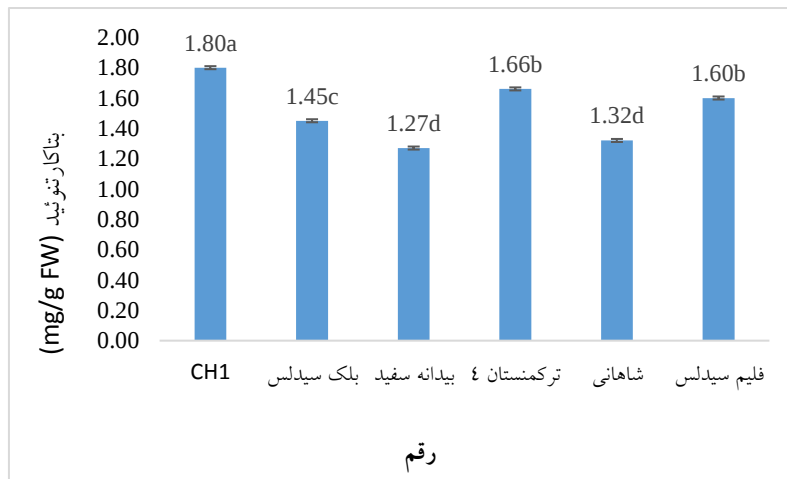


شکل ۴- مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان کلروفیل b در سال سوم

Fig 4- Comparison of the mean effect of cultivar on chlorophyll b content in the third year

سیدلس و ترکمنستان ۴ بیشترین افزایش در میزان کاروتنوئید را نشان دادند. افزایش کاروتنوئیدها به عنوان یک واکنش دفاعی به طور گسترده ای در گیاهان تحت تنش کم آبی مشاهده می شود (Wang et al., 2017).

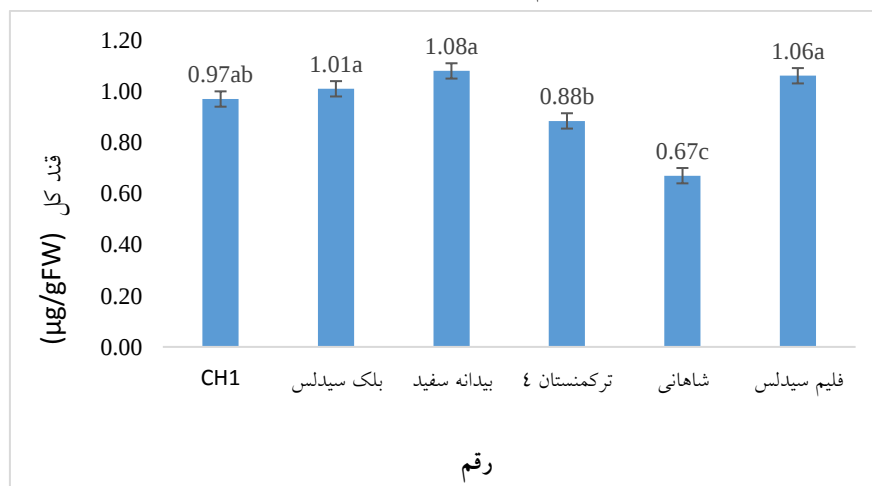
کاروتنوئید: کاروتنوئیدها در گیاهان تحت تنش کم آبی افزایش یافتند (شکل ۵). افزایش کاروتنوئیدها به عنوان یک واکنش دفاعی در برابر آسیب های ناشی از تنش اکسیداتیو عمل می کند و به حفاظت از غشاء سلولی کمک می کند. در این مطالعه، رقم بلک



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان بتاکاروتنوئید در سال سوم

Fig 5-Comparison of the mean effect of cultivar on beta-carotenoid content in the third year

قندهای محلول: میزان قندهای محلول در گیاهان تحت تنش کم‌آبی افزایش یافت (شکل ۶). این افزایش در قندهای محلول، به‌ویژه در رقم بلک سیدلس مشاهده شد. این قندها می‌توانند به‌عنوان یک مکانیسم اسمزی برای حفظ فشار اسمزی و مقابله با کم‌آبی عمل کنند. افزایش قندهای محلول در گیاهان تحت تنش کم‌آبی به‌عنوان یک مکانیسم اسمزی در حفظ تعادل آب و مقابله با کم‌آبی عمل می‌کند (Hossain *et al.*, 2015).



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان قند کل در سال سوم

Fig 6- Comparison of the mean effect of cultivar on total sugar content in the third year

نتیجه‌گیری کلی: با توجه به نتایج این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که پایه CH1 در مقایسه با دیگر ارقام، تأثیر قابل توجهی بر بهبود عملکرد رنگدانه‌های فتوسنتزی، قندهای محلول و پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاهان تحت تنش کم‌آبی داشت. این پایه در ارقام مختلف انگور، به‌ویژه در خصوص افزایش پرولین، کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها و قندهای محلول، عملکرد بهتری نشان داد. این نتایج بیانگر آن است که پایه CH1 می‌تواند به‌عنوان یک پایه مقاوم به کم‌آبی در انگور مورد توجه قرار گیرد.

قرارگیرد. به طور خاص، در ارقام مختلف انگور تحت تنش کم آبی، افزایش قندهای محلول و پرولین به عنوان مکانیسم های اسمزی در حفظ تعادل آب و مقابله با تنش کم آبی مشاهده شد. همچنین، افزایش کاروتنوئیدها به عنوان یک واکنش دفاعی در برابر تنش اکسیداتیو به ویژه در پایه CH1 مشاهده شد که از آسیب های ناشی از تنش کم آبی جلوگیری می کند. کاهش پتاسیم برگ و کلروفیل ها در شرایط کم آبی در تمام ارقام، به ویژه در رقم بیدانه سفید، نشان دهنده آسیب بیشتر به ساختار فتوسنتزی و اختلالات در جذب و انتقال این عناصر در شرایط کم آبی بود. در نهایت، این تحقیق نشان داد که پایه CH1 می تواند به عنوان یک انتخاب مؤثر در راستای بهبود مقاومت به کم آبی و بهینه سازی عملکرد فتوسنتزی و تنظیم یونی در ارقام مختلف انگور در شرایط تنش کم آبی مطرح شود. بنابراین، استفاده از این پایه در کشت انگور در مناطق خشک و نیمه خشک می تواند به افزایش کارایی تولید و کاهش اثرات منفی تنش کم آبی بر رشد و تولید این گیاه کمک کند.

منابع

- ۱) رسولی، و.، محمودزاده، ح. و ع.، فخرواعظمی. ۱۴۰۲. پایداری تولید انگور با استفاده از نهال های پیوندی با پایه های مقاوم به سرطان طوقه و خشکی. مجله ترویجی انگور، ۴(۲): ۲۰-۲۵.
- ۲) فهیم، س.، قنبری، ع.، ناجی، ا. م.، شکوهیان، ع. ا. و ح.، ملکی لجایر. ۱۴۰۱. تأثیر تنش خشکی روی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در

برخی ارقام انگور ایرانی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۱(۴۷): ۲۶۶-۲۴۹.

۳) فهیم، س.، قنبری، ع.، ناجی، ا. م.، شکوهیان، ع. ا. و ح.، ملکی لجایر. ۱۴۰۲. تأثیر کاربرد خاکی زئولیت طبیعی و کود دامی بر شاخص های فیزیولوژیکی تاک انگور در شرایط تنش خشکی. مجله فیزیولوژی گیاهی ایران، ۱۲(۱): ۱-۱۵.

۴) مددی، د.، عبادی، ع.، دولتی بانه، ح.، عبدوسی، و. م.، حدادی نژاد. ۱۴۰۰. پاسخ های ریخت شناسی و فیزیولوژیکی نهال پیوندی انگور بیدانه سفید روی پایه ایرانی و خارجی در شرایط تنش خشکی. مجله علوم باغبانی ایران، ۵۲(۲): ۳۶۷-۳۵۳.

- 5) Alhverdzadeh, S. and E, Danaee. 2023. Effect of Humic Acid and Vermicompost on Some Vegetative Indices and Proline Content of *Catharanthus roseous* under Low Water Stress. *Environment and Water Engineering*, 9(1): 141-152.
- 6) Danaee, E. and V, Abdossi. 2021. Effect of foliar application of iron, potassium, and zinc nano-chelates on nutritional value and essential oil of Basil (*Ocimum basilicum* L.) *Food and Health*, 4(4): 13-20.
- 7) Dareini, H., Abdossi, V. and E, Danaee. 2014. Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera Jamesonii* cv. Sorbet). *European Journal of Experimental Biology*, 4(3): 276-280.
- 8) Farooq, M., Basra, S.M.A. and M.B, Hafeez. 2009. "Improving drought tolerance in rice by exogenous application of plant growth regulators." *Acta Physiologiae Plantarum*, 31(2): 1-10.
- 9) Hamada, M. and A, El-enany. 1994. Determination of potassium and sodium

- contents in plant tissues using flame photometry. *Journal of Plant Physiology*, 142(3): 362-365.
- 10) Hossain, M.A., Wani, S.H., Bhattacharjee, S., Burritt, D.J. and L.S. P, Tran. (Eds.). (2016). Drought stress tolerance in plants, *Volume 1: Physiology and biochemistry*. Springer, Cham.
- 11) Marschner, H. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Elsevier.
- 12) Serra, I., Strever, A., Myburgh, P.A. and A, Deloire. 2013. Review: The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(1): 1-14.
- 13) Shaffer, R., Wicks, G. and M, Smith. 2004. Grapevine rootstocks: Current use, selection and availability in the United States.
- 14) Sheligl, M.M. 1986. Soluble sugar determination in plant tissues. *Journal of Plant Physiology*, 121(1): 35-38.
- 15) Szabados, L. and A, Saviouré. 2010. "Proline: A multifunctional amino acid." *Trends in Plant Science*, 15(2): 89-97.
- 16) Wang, Q., Li, X., Yang, J., Liu, Y. and J, He. 2017. Carotenoids and their role in plant resistance to oxidative stress. *Plant Physiology*, 155(1): 1003-1011.