

اثر کم آبیاری بعد از شروع رنگ گیری بر عملکرد، کیفیت حبه ها و کارایی مصرف آب انگور رقم های کشمشی و صاحبی

مرجان آشوری^۱، محمود قاسم نژاد^{۲*} و محمد حسن بیگلویی^۳

۱. دانشجوی دکتری، پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲ و ۳. استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۵)

چکیده

در این پژوهش، تاثیر تیمار کم آبیاری پس از شروع رنگ گیری بر عملکرد و کیفیت حبه های انگور رقم های کشمشی و صاحبی به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی ارزیابی شد. تیمارها شامل آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز تبخیر و تعرق گیاه (شاهد) و کم آبیاری در سه سطح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد از شاهد پس از تغییر رنگ حبه ها تا برداشت بودند. نتایج نشان داد بین تیمار شاهد و کم آبیاری ۸۰ درصد تفاوت معنی داری از نظر عملکرد، میانگین وزن حبه ها و خوشه ها مشاهده نشد، اما سطوح ۴۰ و ۶۰ درصد کم آبیاری به ترتیب باعث افت ۲۲ و ۳۷ درصدی عملکرد حبه ها نسبت به شاهد شد. تیمار ۴۰ درصد کم آبیاری باعث افزایش قند در رقم کشمشی شد، اما در رقم صاحبی کم آبیاری باعث کاهش قند گردید. به علاوه، کم آبیاری باعث کاهش نسبت قند به اسید گردید. بالاترین مقدار فنل کل در رقم کشمشی در تیمار کم آبیاری ۸۰ درصد و در رقم صاحبی در تیمار ۴۰ درصد مشاهده شد. فعالیت آنتی اکسیدانی رقم کشمشی و صاحبی به ترتیب ۴۵ و ۳۴ درصد نسبت به شاهد در تیمار ۴۰ و ۸۰ درصد افزایش یافت. تیمار کم آبیاری ۸۰ درصد توانست باعث کاهش مصرف آب تا ۲۰ درصد در مقایسه با شاهد شود، بدون آنکه کاهش معنی دار در کارایی مصرف آب دیده شود. به طور کلی، کم آبیاری ۸۰ درصد برای حفظ عملکرد رقم های انگور کشمشی و صاحبی بدون تأثیر سوء بر کیفیت میوه توصیه می شود.

واژه های کلیدی: آنتی اکسیدان، بهره وری مصرف آب، عملکرد، فنل کل.

Effect of post-veraison deficit irrigation on berries yield, quality and water use efficiency of grape cvs. Keshmeshi and Sahebi

Marjan Ashori¹, Mahmood Ghasemnezhad^{2*} and Mohammad Hassan Bigloui³

1. Ph.D. Candidate, University Campus, University of Guilan, Rasht, Iran

2, 3. Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: June 24, 2017 - Accepted: Oct. 07, 2017)

ABSTRACT

In this study, the effect of different post-veraison deficit irrigation treatments on yield and berry quality of grape cvs. 'Keshmeshi' and 'Sahebi' was evaluated in a split plot experiment with a randomized complete block design. The treatments were control, irrigated at 100% of crop evapotranspiration (ETc), and deficit irrigation at 80, 60 and 40% of control during post-veraison till harvesting. Results showed that no significant difference was found between control and 80 deficit irrigation for berry yield, mean berries and cluster weight, but deficit irrigation at 60 and 40 % decreased berry yield up to 22 and 37%, respectively as compared to control. The deficit irrigation at 40% increased TSS in Keshmeshi, but in Sahebi cultivar, deficit irrigation resulted to decrease TSS. Furthermore, deficit irrigation also decreased TSS to TA ratio. The highest phenolic content, which found in Keshmeshi and Sahebi cultivars at 80% deficit irrigation was 60 and 40% more than control. The antioxidant activity of Keshmeshi and Sahebi cultivars was increased 45 and 34% as compared to control with 80 and 40% deficit irrigation. Deficit irrigation at 80% of control could save water up to 20%, without reducing water use efficiency. In general, 80% deficit irrigation might be sufficient to maintain yield potential of Keshmeshi and Sahebi cultivars, without significant loss in grape quality.

Keywords: Antioxidant, phenol content, water use efficiency, yield.

مقدمه

اقلیم ایران خشک و نیمه‌خشک است و به‌علت نوسانات شدید بارندگی، اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی وجود ندارد، در نتیجه از میزان عرضه آب پایین‌تر و به تبع آن منابع آبی کمتری نسبت به متوسط جهانی برخوردار است (Hamedi *et al.*, 2003; Chaves *et al.*, 2007). برای افزایش بهره‌وری در مصرف آب باید عامل یا عوامل محدودکننده تولید شناسایی و سپس برنامه‌ریزی و تحقیق در جهت ارتقای آنها صورت گیرد (McCarthy *et al.*, 2002). کم‌آبیاری یک راه‌کار بهینه برای تولید محصولات کشاورزی در شرایط کمبود آب است که در آن افزایش بهره‌وری آب، چه از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت آبیاری و یا حذف آبیاری‌هایی است که بازدهی کمتری دارند، انجام می‌شود (Chalmers *et al.*, 1992; Goodwin & Jerie, 1992). همچنین این تکنیک، راه‌کار بهینه برای تولید محصول تحت شرایط کمبود آب است که با کاهش محصول در واحد سطح و در عوض افزایش محصول با گسترش سطح زیر کشت همراه است. در این روش، آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود که با دریافت آب کمتر از نیاز واقعی، محصول خود را کاهش دهند و هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری، همان افزایش بهره‌وری آب است. اصول کم‌آبیاری یک راه‌کار اضطراری در شرایط کم‌آبی نیست، بلکه نوع مدیریت کارا و پویا در بهره‌برداری از آب به شمار می‌رود (Sepaskhah *et al.*, 2002; McCarthy *et al.*, 2004). کم‌آبیاری تنظیم‌شده به استفاده از هر نوع استراتژی اشاره می‌کند که توسط آن گیاهان در بخشی از دوره رشد که با شدت‌های مختلف کمبود آب مواجه می‌گردند نه‌تنها باردهی آنها افزایش می‌یابد، بلکه رشد رویشی آنها نیز متعادل شده و کارایی استفاده از آب در گیاه افزایش می‌یابد (Santesteban *et al.*, 2011).

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. گیاهی دائمی از تیره Vitaceae است. این میوه یکی از مهم‌ترین میوه‌هایی است که کشت و تولید آن در کشور ما از سابقه بسیار طولانی برخوردار است (Rabiei *et al.*,

2003). بر اساس گزارش FAO، ایران در سال ۲۰۱۴ با تولید حدود دو میلیون تن، دهمین کشور تولیدکننده انگور در دنیا بوده است (FAO, 2014). کمبود آب، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید انگور بیان شده است (Ezzhaouani *et al.*, 2007). از طرف دیگر، بیشتر تاکستان‌های انگور دنیا در مناطقی قرار دارند که به‌دلیل کمبود نزولات جوی و تبخیر فراوان، میزان آب موجود در خاک آنها کم است و این وضعیت با افزایش سطح تاج و دمای گرم‌تر هوا در فصل رشد، تشدید می‌شود (Werner *et al.*, 2000; Williams & Mathewes, 1990). بنابراین، کم‌آبیاری می‌تواند راه‌کاری عملی برای تأمین آب در چنین شرایطی باشد. استفاده از معیارهای مختلف فیزیولوژیکی شامل سنجش هدایت روزنه‌ای، دمای برگ و اندازه‌گیری محفظه فشار برای مشخص‌نمودن زمان‌بندی کم‌آبیاری در انگور مناسب باشد (Cifri *et al.*, 2005). تغییر در وضعیت آبی انگور در مراحل حساس رشدی از طریق تأثیر روی رشد رویشی و متابولیسم میوه بر روی کیفیت انگور تأثیر می‌گذارد (Ezzhaouani *et al.*, 2007; Pellegrino *et al.*, 2004; Van Leeuwen *et al.*, 2005). بنابراین، کم‌آبیاری تنظیم‌شده می‌تواند از طریق کاهش در ریزش حبه‌ها باعث بهبود کیفیت خوشه انگور شود (Ojeda *et al.*, 2002; Pellegrino *et al.*, 2005). Acevedo-Opazo *et al.* (2010) آستانه مناسبی را برای مدیریت زمان‌بندی کم‌آبیاری روی انگور برای حصول کیفیت بالای میوه تحت شرایط تنش خشکی ملایم پیشنهاد کردند. تأثیر مثبت کم‌آبیاری تنظیم‌شده بر روی تولید و مقدار ترکیبات فنولی، مواد جامد محلول و آنتوسیانین‌های انگور نیز گزارش شده است (Ojeda *et al.*, 2002; Van Leeuwen *et al.*, 2004). علی‌رغم صرفه‌جویی در مصرف آب با استفاده از روش ترکیبی آبیاری قطره‌ای و کم‌آبیاری تنظیم‌شده، اجرای آن در نواحی کم‌باران نیمه‌خشک، باید با احتیاط بررسی شود. زیرا خطر شور شدن خاک ممکن است پایداری و سوددهی تاکستان‌های انگور را که توسط آب‌های کمی شور آبیاری می‌شوند، تهدید کند (Aragues *et al.*, 2014; Medrano *et al.*, 2002). Conesa *et al.* (2016) با

آبی (Etc60) و ۴۰ درصد نیاز آبی بوته‌های انگور (Etc40) بودند. نیاز آبی انگور با استفاده از برنامه کامپیوتری کراپوات (CROPWAT 8.0) بر اساس داده ۶۰ ساله ایستگاه هواشناسی شهرستان خرم‌آباد که در فاصله ۵ کیلومتری محل انجام آزمایش قرار گرفته است، به‌میزان ۲۲۰ لیتر برای هر بوته در هر دوره محاسبه شد. همچنین، زمان آبیاری با توجه به ظرفیت نگهداری رطوبت قابل‌استفاده خاک و براساس تیمارهای تعریف‌شده با استفاده از روابط (۱) و (۲) تعیین گردید.

$$I_n = \frac{Fc - PWP}{100} \rho_b \cdot Dr \cdot F \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$I_i = \frac{I_n}{K(ETc)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

I_n مقدار خالص آب آبیاری (mm)، FC ظرفیت زراعی (%)، PWP نقطه پژمردگی دائم (%)، جرم مخصوص ظاهری خاک (g/cm^3)، Dr عمق مؤثر ریشه (۱۲۰ سانتی‌متر)، فاصله آبیاری (day)، K ضریب درصد نیاز آبی گیاه و ETc نیاز آبی گیاه.

سطوح کم‌آبیاری تنظیم‌شده از آغاز مرحله تغییر رنگ حبه‌های انگور تا برداشت میوه (۳۳ روز) اعمال گردید. بدین‌صورت که در این دوره در تیمار شاهد ۱۰۰ درصد نیاز آبی محاسبه‌شده (۲۲۰ لیتر در هر دور آبیاری به‌ازای هر بوته) اعمال شد و برای تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم‌شده ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی شاهد محاسبه‌شده در نظر گرفته شد. قبل از اعمال تیمار کم‌آبیاری، همه بوته‌ها به‌صورت یکسان بر اساس نیاز آبی ذکرشده آبیاری می‌شدند. در این پژوهش از بوته‌های انگور ۸ ساله با آرایش مستطیلی شکل (فاصله سه متر بین ردیف و دو متر روی ردیف) استفاده شد. بوته‌های مورد استفاده در این تحقیق به‌صورت پاچراغی تربیت‌شده بودند. هرس زمستانه از نوع اسپور با حفظ چهار و شش جوانه روی هر شاخه به‌ترتیب برای رقم‌های کشمش و صاحبی بوده است. تغذیه تاکستان محل آزمایش بر اساس دستورالعمل مورد استفاده در منطقه (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، ۶ لیتر در هکتار گوگرد مایع، ۴ کیلو در هکتار کلات آهن، ۲۰ کیلوگرم در هکتار NPK در خردادماه به‌صورت همراه آبیاری) تغذیه شد.

بررسی تأثیر کم‌آبیاری، وجود ارتباط نزدیک بین مقدار عملکرد کل، محتوای آب در طول فصل رشد و کارایی مصرف آب که با باردهی ارتباط دارد را گزارش کردند. در گزارشی دیگر بالاترین مقدار عملکرد انگور (۴۸ کیلوگرم به‌ازای هر بوته) با کیفیت بالا در رقم‌های بدون هسته در کم‌آبیاری تنظیم‌شده در شرایط خشک به‌دست آمد (Faci *et al.*, 2014). به‌علاوه، گزارش شد که کم‌آبیاری تنظیم‌شده با کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها ممکن است سبب کاهش عملکرد میوه شود (Zabihi & Azarpajouh, 2004; Dolati Baneh & Norjo, 2012). Pinillos *et al.* (2015) نیز سیستم کم‌آبیاری تنظیم‌شده را برای افزایش کیفیت حبه‌ها و کاهش مصرف آب در انگور پیشنهاد کردند. همچنین Rabiei *et al.* (2003) گزارش کردند که در رقم مرلوت، کم‌آبیاری تنظیم‌شده در آخر فصل سبب افزایش معنی‌دار ترکیبات فنلی می‌شود، بنابراین در این پژوهش نقش تیمارهای مختلف کم‌آبیاری پس از شروع تغییر رنگ حبه‌ها بر عملکرد، کیفیت و بهره‌وری مصرف آب دو رقم انگور (کشمش و صاحبی) در شرایط آب‌وهوایی خرم‌آباد ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه کمالوند، واقع در پنج کیلومتری شهرستان خرم‌آباد، استان لرستان که در ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع گردید، انجام گرفت. میانگین بارش سالیانه منطقه ۴۵۹ میلی‌متر، ارتفاع از سطح دریا ۱۴۰۰ متر، میانگین حداقل و حداکثر دما به‌ترتیب ۸/۷ و ۲۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت سالیانه ۴۰ درصد بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل سه بوته ۸ ساله انگور در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. کرت اصلی شامل دو رقم انگور (کشمش و صاحبی) و کرت فرعی شامل چهار سطح کم‌آبیاری (شامل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در سراسر دوره رشد و نمو میوه (Etc100)، ۸۰ درصد نیاز آبی (Etc80)، ۶۰ درصد نیاز

وزن تر بیان شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، ۷۵ میکرو لیتر از عصاره میوه به‌همراه ۲۹۲۵ میکرولیتر محلول DPPH ورتکس شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (Tangolar *et al.*, 2015).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. همچنین میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار کم‌آبیاری، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد داشت، اما اثر رقم و اثر متقابل رقم در تیمار کم‌آبیاری بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های نشان داد تیمار کم‌آبیاری با سطوح ۴۰ و ۶۰ درصد شاهد از آغاز مرحله تغییر رنگ حبه‌ها به‌ترتیب میزان عملکرد حبه‌های را ۲۲ و ۳۷ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند، اما تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۸۰ درصد با شاهد دیده نشد (جدول ۲). در موافقت با یافته‌های این پژوهش (Santesteban *et al.* 2011) و (Di Vaio *et al.* 2001) نیز نشان دادند کم‌آبیاری موجب کاهش عملکرد رقم‌های مختلف انگور می‌شود. اما آنها روش کم‌آبیاری تنظیم‌شده را به‌عنوان یک روش بسیار مفید برای بالا بردن کیفیت و کمیت محصول انگور خصوصاً در نواحی نیمه‌خشک گزارش کردند. Dolati (2012) Bane & Norjo و Zabih & Azarpajouh (2004) گزارش کردند کم‌آبیاری باعث کاهش عملکرد میوه می‌شود و تأثیر منفی کم‌آبیاری بر کاهش عملکرد می‌تواند به‌واسطه کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها و به‌دنبال آن کاهش دسترسی حبه‌های انگور به آسیمیلات‌ها دانست. البته برخلاف نتایج این پژوهش، گزارش‌های هم وجود دارد که نشان می‌دهد کم‌آبیاری تنظیم‌شده تأثیر معنی‌داری بر عملکرد انگور در مقایسه با شاهد نداشت و بوته‌های کم‌آبیاری شده، عملکرد مشابه با گیاهان شاهد داشتند. در این پژوهش نیز تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه انگور از مرحله آغاز رنگ‌گیری،

سیستم آبیاری مورد استفاده در تاکستان مورد آزمایش، به‌صورت قطره‌ای با دو قطره‌چکان تنظیم‌شونده دستی با آبدهی ۴ لیتر بر ساعت برای هر بوته بود. برای تأمین فشار لازم در سیستم آبیاری از پمپ شناور استفاده گردید و مقدار آب اختصاص‌یافته برای بوته‌ها در هر نوبت آبیاری با استفاده از کنتور آب با دقت دوصدم لیتر اندازه‌گیری شد. هدایت آب آبیاری به هرکدام از کرت‌های آزمایش که شامل سه بوته انگور بود، به‌وسیله شیرفلکه‌هایی که در سیستم آبیاری قطره‌ای تعبیه شده بود انجام گرفت.

برداشت، پس از رسیدن حبه‌ها با شاخص قند مناسب و رنگ‌گیری کامل صورت گرفت. عملکرد کل هر بوته، وزن خوشه‌ها و وزن حبه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری گردید. طول و قطر حبه‌ها با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شدند. مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی (مدل ۶۳۵ Eurromex RD) با دامنه‌ی ۰-۳۵ محاسبه شد. اسیدیته قابل تیتر در حضور سود یک‌دهم نرمال، توسط دستگاه تیتراسیون دیجیتالی (Class A precision 50 ml) و pH آب میوه، با pH متر دیجیتالی (مدل ScltoTT) اندازه‌گیری شدند. همچنین در پایان آزمایش، شاخص بهره‌وری آب که مقدار محصول تولیدشده را به‌ازای آب مصرفی نشان می‌دهد برحسب کیلوگرم محصول به‌ازای مترمکعب آب مصرفی است محاسبه شد.

محتوی فنل کل با استفاده از روش Singleton & Rossi (1965) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۵ گرم عصاره میوه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد مخلوط شد. مخلوط حاصل به‌مدت ده دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۳۰۰ میکرولیتر از روشناور با ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین ۱۰ درصد ترکیب، پس از ۵ دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات‌سدیم ۷ درصد به آن اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند و سپس جذب آنها با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. در نهایت محتوای فنل کل با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک محاسبه و بر اساس میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم

نیز گزارش کردند که اعمال تیمار کم آبیاری باعث کاهش وزن حبه‌ها در رقم مرلوت می‌شود. Dolati Baneh & Norjo (2012) بیشترین وزن حبه‌ها را مربوط به انگورهایی گزارش کردند که به‌طور کامل آبیاری شدند و با توجه به نتایج آنها اگرچه بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با اعمال کم آبیاری از مقدار وزن حبه‌ها کاسته شد. به‌طور کلی گفته می‌شود که در شرایط کم آبیاری، حجم سلول‌های میوه کمتر از شرایط طبیعی بوده و همچنین به‌دلیل رشد رویشی کم، سطح برگ پایین‌تر و در نتیجه مقدار مواد فتوسنتزی کمتری در مقایسه با شرایط آبیاری کامل خواهد بود و این می‌تواند دلیل کاهش وزن حبه و وزن حبه در شرایط محدودیت آبیاری باشد (Ezzhaouani *et al.*, 2007). در موافقت با تحقیقات قبلی در این پژوهش کاهش سطح آبیاری تا سطح ۴۰ و ۶۰ درصد شاهد، وزن خوشه‌ها و حبه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به این نتایج ممکن است رقم‌های مختلف واکنش متفاوتی به آبیاری تنظیم‌شده نشان دهند که این امر ناشی از حساسیت متفاوت رقم‌ها به شرایط خشکی است.

کاهش عملکرد معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان نداد (Conesa *et al.*, 2016).

وزن خوشه و وزن حبه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار کم آبیاری بر میانگین وزن خوشه‌ها و وزن حبه‌ها و اثر رقم بر وزن حبه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما اثر متقابل رقم در تیمار کم آبیاری معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با کاهش مقدار آب مصرفی بوته‌های انگور از تیمار شاهد، یعنی تامین ۱۰۰ درصد نیاز تبخیر و تعرق تا تامین ۴۰ درصد نیاز آبی میانگین وزن خوشه‌ها و وزن حبه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد کم آبیاری میانگین وزن خوشه به ترتیب ۹، ۱۸ و ۳۱ درصد نسبت به شاهد (آبیاری کامل) کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد کم آبیاری در سطوح ۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی وزن حبه را به ترتیب ۳۰ و ۴۸ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۲). Coombe (1992) نشان داد تغییر در میزان آب حبه‌ها در شرایط کم آبیاری باعث تغییر در وزن حبه‌ها می‌شود. Rabiei *et al.* (2004)

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و کم آبیاری بر برخی صفات انگور.

Table 1. Results of variance analysis effect of cultivar and deficit irrigation on some traits of grape.

Sources of variation	df	Mean of squares										
		Yield	Cluster weight	Berry weight	Berry length	Berry diameter	TSS	TA	TSS/TA	Total phenol	Antioxidant activity	Water use efficiency
Block	2	10.41	0.02	0.003	0.29	0.291	1.68	0.003	8.29	256	16	0.86
Cultivar	1	1.65 ^{ns}	0.09 ^{ns}	8.820 ^{**}	676.11 ^{**}	351.15 ^{**}	194.18 ^{**}	0.165 ^{**}	37.68 ^{ns}	1079018 ^{**}	353 [*]	1.30 ^{ns}
Error	2	7.83	0.014	0.114	0.13	0.13	1.57	0.021	8.82	193	11	1.06
DI	3	124.24 ^{**}	0.072 ^{**}	1.269 ^{**}	4.54 ^{**}	5.91 ^{**}	2.11 ^{ns}	0.011 ^{**}	15.66 ^{**}	246233 ^{**}	21 ^{ns}	4.83 ^{**}
Cultivar × DI	3	0.76 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.159 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.56 ^{**}	4.17 [*]	0.004 ^{ns}	2.21 ^{ns}	853101 ^{**}	390 ^{**}	0.01 ^{ns}
Error	12	2.16	0.003	0.049	0.17	0.17	1.15	0.002	3.87	449	28	0.09
C.V (%)	-	6.55	7.35	13.58	2.06	2.88	6.31	7.09	8.17	2.44	12.82	11.13

ns, *, ** به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

ns, *, ** No-significant difference and significantly difference at 5 and 1 percent of probability level, respectively.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل کم آبیاری و رقم بر برخی صفات انگور.

Table 2. Mean comparison interaction effect of deficit irrigation and cultivar on some traits of grape.

Treatments	Yield (kg/vine)	Cluster weight (g)	Berry weight (g)	Berry length (mm)	TA (%)	TSS/TA	Water use efficiency (Kg/m ³)
RDI	Control	26.73 ^a	0.813 ^a	2.06 ^a	20.35 ^b	0.68 ^b	3.82 ^a
	80% RDI	25.49 ^a	0.736 ^b	1.95 ^a	21.13 ^a	0.69 ^b	3.25 ^{ab}
	60% RDI	20.83 ^b	0.662 ^c	1.43 ^b	19.42 ^c	0.76 ^a	2.33 ^c
	40% RDI	16.79 ^b	0.556 ^d	1.07 ^d	19.27 ^c	0.67 ^b	1.88 ^c
Cultivar	Keshmeshi	22.72 ^a	0.630 ^a	1.02 ^b	14.73 ^b	0.78 ^a	2.56 ^a
	Sahebi	22.20 ^a	0.752 ^a	2.23 ^a	25.35 ^a	0.62 ^b	3.03 ^a

در هر ستون میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly different at 5% probability level.

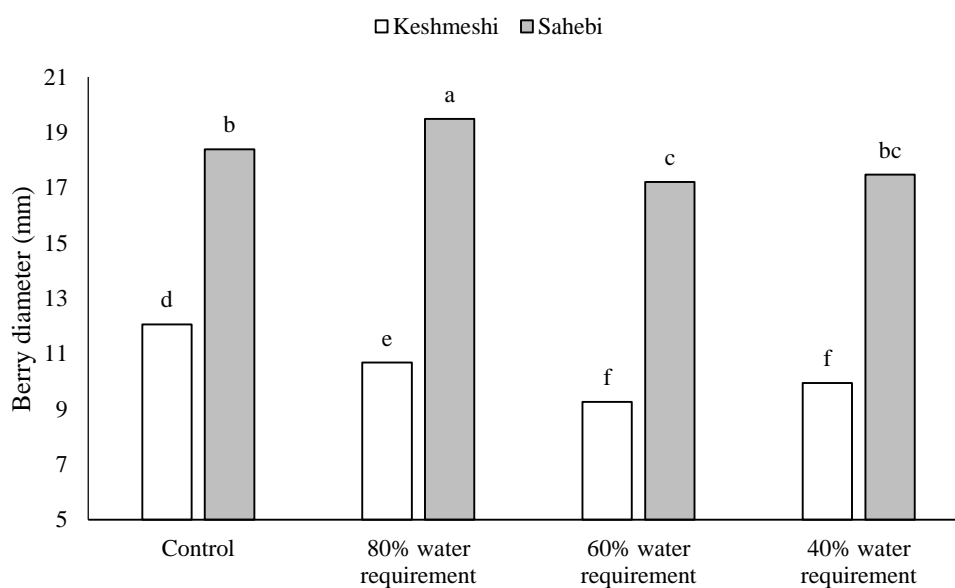
طول و قطر حبه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم و تیمار کم‌آبیاری بر میانگین طول و قطر حبه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل نوع رقم و تیمار کم‌آبیاری در سطح یک درصد بر قطر حبه‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد طول حبه‌های رقم صاحبی در مقایسه با رقم کشمشی ۴۲ درصد بیشتر بود که می‌تواند به خاطر تفاوت ژنتیکی این دو رقم باشد. همچنین تیمار کم‌آبیاری ۸۰ درصد نه‌تنها باعث کاهش طول حبه‌ها نشد، بلکه باعث افزایش جزئی (۴ درصدی) طول حبه‌ها نسبت به شاهد گردید. اما کاهش میزان آب تا ۴۰ و ۶۰ درصد، باعث کاهش طول حبه‌ها گردید (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد تیمار کم‌آبیاری ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد در رقم کشمشی به ترتیب ۱۱، ۲۳ و ۱۷ درصد قطر حبه‌ها را نسبت به شاهد کاهش یافت. در رقم صاحبی تیمار ۸۰ درصد کم‌آبیاری سبب افزایش ۶ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد، ولی در تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد، قطر حبه به ترتیب ۵ و ۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱). در واقع پاسخ دو رقم مورد مطالعه نسبت به تیمار کم-

آبیاری از نظر قطر حبه‌ها متفاوت بوده است و کاهش در قطر حبه‌ها با تیمار کم‌آبیاری در رقم کشمشی بیشتر از صاحبی بوده است. تحقیقات قبلی نیز تفاوت رقم‌های انگور در مواجهه با تیمار کم‌آبیاری را نشان دادند (Zofi et al., 2015).

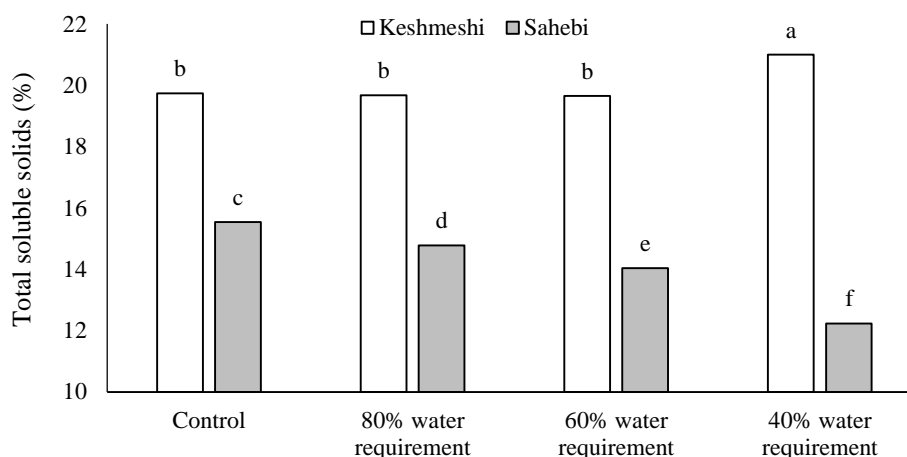
مواد جامد محلول

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کم‌آبیاری و شاهد از نظر مواد جامد محلول وجود نداشت، اما اثر رقم در سطح یک درصد و اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری در سطح پنج درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کم‌آبیاری و رقم نشان داد در رقم کشمشی سطوح آبیاری کامل (شاهد)، ۸۰ درصد و ۶۰ درصد از شاهد تفاوت آماری معنی‌داری از لحاظ مواد جامد محلول حبه نشان ندادند، اما در تیمار ۴۰ درصد کم‌آبیاری، مواد جامد محلول نسبت به تیمارهای ذکر شده و شاهد افزایش یافت (۶ درصد بیشتر نسبت به شاهد). برعکس این نتایج، در رقم صاحبی کم‌آبیاری ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد، مواد جامد محلول را به ترتیب ۵، ۱۰ و ۲۱ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۲).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل کم‌آبیاری و رقم بر قطر حبه انگور.

Figure 1. Mean comparison interaction effect of deficit irrigation and cultivar on berry diameter of grapevine



شکل ۲. اثر متقابل کم‌آبیاری و رقم بر کل مواد جامد محلول انگور.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of deficit irrigation and cultivar on total soluble solids of grapevine

کم‌آبیاری تفاوت آماری معنی‌داری با شاهد نداشتند. همچنین نتایج نشان داد که با کاهش آبیاری بوته‌های انگور، نسبت قند به اسید کاهش پیدا کرد و این کاهش تنها در تیمار ۴۰ درصد تیمار کم‌آبیاری تفاوت معنی‌دار ۱۵ درصدی را نشان داد (جدول ۲). در موافقت با یافته‌های این پژوهش Milani (1984) و Dolati Baneh & Norjo (2012) گزارش کردند که اعمال تیمارهای کم‌آبیاری سبب کاهش مقدار اسیدهای آلی انگور می‌شود. کاهش میزان اسیدهای قابل تیتر ممکن است به علت افزایش تجزیه اسیدهایی باشد که با بالا رفتن دمای حبه‌ها به علت خشکی در طول رسیدن خوشه اتفاق افتد. اگرچه Lanari *et al.* (2014) گزارش کردند کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری بر میزان اسید قابل تیتر نداشت و یا Zabih & Azarpajouh (2004) گزارش کردند که تنش رطوبتی مقدار اسیدهای آلی را افزایش داد؛ بنابراین نمی‌توان از تأثیر معنی‌دار رقم بر روی میزان اسیدهای قابل تیتر تحت رژیم‌های مختلف کم‌آبیاری چشم‌پوشی نمود.

فنل کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم و کم‌آبیاری و همچنین اثر متقابل آنها بر مقدار فنل کل در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نوع رقم و کم‌آبیاری نشان داد در رقم کشمش تنها تیمار ۸۰ درصد کم‌آبیاری سبب

(Lanari *et al.* 2014) گزارش کردند که کم‌آبیاری

تنظیم‌شده تأثیر معنی‌داری بر غلظت مواد جامد محلول میوه انگور ندارد. همچنین، Dolati Baneh & Norjo (2012) افزایش مواد جامد محلول انگور در تیمار کم‌آبیاری را گزارش کردند. آنها گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی ملایم، تولید هورمون اسید آبسازیک زیاد شده و این هورمون به طرق مختلف سبب افزایش مقدار قندها می‌شود. همچنین در شرایط تنش آبی، میزان فتوسنتز و تولید مواد قندی کاهش یافته و با تداوم تنش شدید، احتمال نرسیدن حبه‌های انگور نیز وجود دارد که این امر ممکن است سبب کاهش مواد جامد محلول شود (Dolati Baneh & Norjo, 2012).

اسیدیته قابل تیتر و نسبت قند به اسید

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم در سطح یک درصد بر اسیدیته قابل تیتر معنی‌دار شد. اثر کم-آبیاری بر اسیدیته قابل تیتر و نسبت قند به اسید در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل رقم و کم-آبیاری بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین رقم‌ها تفاوت معنی‌داری در مورد صفت اسیدیته قابل تیتر وجود داشت و رقم کشمش حدود ۲۰ درصد اسیدیته بیشتری نسبت به رقم صاحبی داشت (جدول ۲). در مورد تأثیر کم‌آبیاری بر این صفت، تنها آبیاری ۶۰ درصد سبب افزایش ۱۲ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد و بقیه سطوح

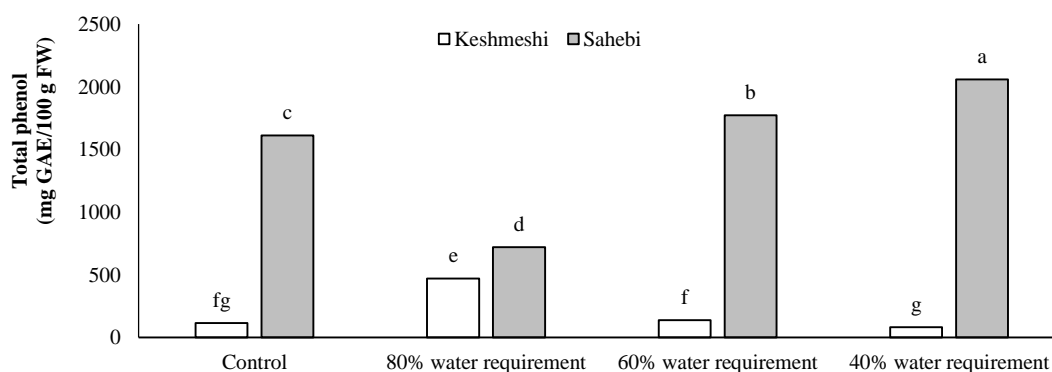
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم در سطح پنج درصد و اثر متقابل رقم و کم‌آبیاری در سطح یک درصد بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل در مورد این صفت نشان داد که رقم‌های مختلف انگور واکنش متفاوتی نسبت به تیمار کم‌آبیاری نشان دادند. در رقم کشمشی تیمار ۸۰ درصد کم‌آبیاری تنظیم‌شده سبب افزایش ۴۵ درصدی و تیمار ۴۰ درصد کم‌آبیاری سبب کاهش ۳۰ درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نسبت به شاهد شد. برخلاف این نتایج، در رقم صاحبی، تنها تیمار ۴۰ درصد کم‌آبیاری سبب افزایش ۳۴ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد و تیمارهای آبیاری دیگر تفاوت آماری معنی‌داری باهم نداشتند (شکل ۴).

در گزارش‌های قبلی نیز تفاوت رقم‌ها از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی حبه‌ها در مواجهه با تنش خشکی گزارش گردید. Soukhtesaraee *et al.* (2014) نشان دادند که با افزایش تنش خشکی در رقم‌های انگور ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در رقم‌های چفته و یاقوتی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما میزان این صفت در رقم بی‌دانه سفید تحت تأثیر سطوح تنش خشکی قرار نگرفت. Tangolar *et al.* (2015) نشان دادند که کم‌آبیاری تنظیم‌شده در مراحل مختلف رشد، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی حبه انگور رقم Razaki را افزایش می‌دهد. محتوای آنتی‌اکسیدان حبه‌های انگور رقم Syrah تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نمی‌گیرد (Kyraleou *et al.*, 2015).

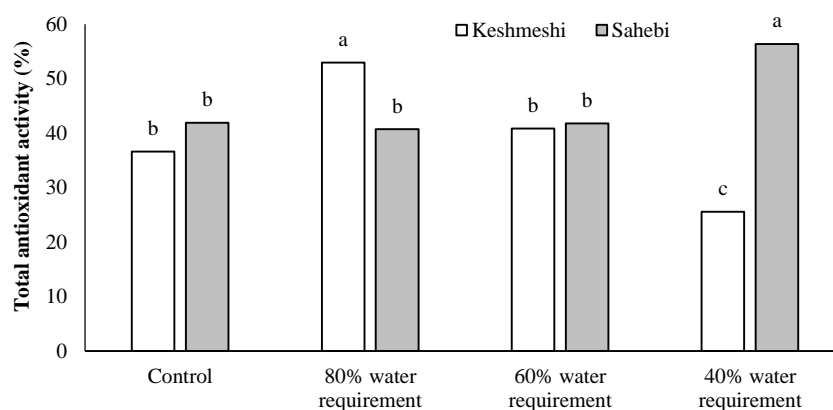
افزایش ۴۱۰ درصدی فنل کل نسبت به شاهد شد و تیمارهای کم‌آبیاری دیگر تفاوت آماری معنی‌داری با شاهد نداشتند. در رقم صاحبی تیمار ۸۰ درصد کم‌آبیاری سبب کاهش ۵۵ درصدی فنل کل و تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد کم‌آبیاری سبب افزایش ۲۸ و ۱۰ درصدی این صفت نسبت به شاهد شدند (شکل ۳).

Rabiei *et al.* (2003) گزارش کردند که در رقم مرلوت کم‌آبیاری تنظیم‌شده در آخر فصل سبب افزایش معنی‌دار فنل کل نسبت به شاهد شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. Krol *et al.* (2014) گزارش کردند که تنش خشکی طولانی‌مدت در انگور سبب کاهش معنی‌دار فنل کل و ترکیبات فنلی آن مانند اسید فرولیک، اسید کوماریک و اسید کافئیک می‌شود. Ojeda *et al.* (2002) اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر ترکیبات فنلی انگور رقم شیراز را بررسی کردند و گزارش دادند که کم‌آبیاری بسته به نوع ترکیب فنلی سبب افزایش یا کاهش فنل حبه می‌شود. با این وجود، بسیاری از محققین گزارش کردند که ترکیب‌های زیستی انگور و از جمله فنل‌های آن تحت تأثیر عواملی مانند نوع رقم، شرایط آب‌وهوا، شرایط خاک، دوره بلوغ، نوع کشت و کار و میزان عملکرد قرار می‌گیرد (Zsófi *et al.*, 2015). در این پژوهش، افزایش محتوای فنل کل در رقم کشمشی در تیمار کم‌آبیاری ۸۰ درصد و در رقم صاحبی در تیمار ۴۰ و ۶۰ درصد مشاهده شد.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل کم‌آبیاری و رقم بر فنل کل انگور.

Figure 3. Mean comparison interaction effect of deficit irrigation and cultivar on total phenol of grapevine.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل کم آبیاری و رقم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در انگور.

Figure 4. Mean comparison interaction effect of deficit irrigation and cultivar on total antioxidant activity of grapevine.

تیمار ۴۰ درصد کم آبیاری مشاهده شد که البته تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار ۶۰ درصد کم آبیاری نداشت. همچنین تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمار آبیاری کامل و ۸۰ درصد کم آبیاری برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۲). بهره‌وری مصرف آب، ارزیابی محصول تولیدشده به‌ازای میزان آب مصرف‌شده می‌باشد و از طریق تقسیم میزان عملکرد به میزان تبخیر و تعرق گیاه به‌دست می‌آید. بر همین اساس هر عاملی که عملکرد را افزایش دهد یا تبخیر و تعرق را کاهش دهد، کارایی مصرف آب را بالا می‌برد. Dolati Baneh & Norj (2012) ۲۵ درصد کم آبیاری را برای افزایش بهره‌وری مصرف آب برای تاکستان‌های منطقه ارومیه توصیه نمودند و گزارش کردند که در این سطح، کم آبیاری سبب افزایش کارایی مصرف آب می‌شود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. همچنین Chaves *et al.* (2007) گزارش کردند که کم آبیاری سبب افزایش بازده مصرف آب در رقم‌های انگور می‌شود. Taghadosinia *et al.* (2019) گزارش کردند که کم آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی در مرحله گلدهی موجب بهبود مواد جامد محلول میوه و صرفه-جویی ۴۰ درصدی آب آبیاری در خربزه ایوانکی شد. گردید در تحقیق حاضر نیز کم آبیاری ۸۰ درصد، سبب حفظ کارایی مصرف آب در انگور نسبت به آبیاری کامل شد که ممکن است به‌دلیل جلوگیری از کاهش عملکرد مشاهده‌شده در این سطح و یا کاهش مصرف آب باشد. با محاسبه میزان آب مصرفی به تاکستان محل آزمایش

همچنین Krol *et al.* (2014) گزارش کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برگ و ریشه انگور رقم Kizsmisz تحت تنش خشکی کمتر از انگورهای آبیاری‌شده بود. این نتایج نشان می‌دهد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در این گیاه، به‌شدت تحت تأثیر عواملی مانند رقم، میزان کم آبیاری و زمان اعمال کم آبیاری قرار می‌گیرد. در بسیاری از مطالعات گذشته، همبستگی زیادی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل گیاهان گزارش شد (Tangolar *et al.*, 2015). در این پژوهش نیز مشاهده شد تیمارهایی که میزان فنل بالاتری داشتند، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نیز نشان دادند و برعکس کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ارتباط با کاهش فنل کل بود (شکل‌های ۳ و ۴).

بهره‌وری مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر کم آبیاری در سطح یک درصد بر میزان بهره‌وری مصرف آب معنی‌دار شد و اثر رقم و اثر متقابل رقم و کم آبیاری بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). برخلاف نتایج این پژوهش، تحقیقات قبلی نشان داد که کارایی مصرف آب و میزان تحمل به تنش خشکی در ارقام مختلف انگور متفاوت می‌باشد (Talaie *et al.*, 2019).

نتایج مقایسه میانگین اثر کم آبیاری در مورد این صفت نشان داد نرخ بهره‌وری مصرف آب با افزایش شدت کم آبیاری کاهش یافت، به‌طوری‌که کمترین میزان آن در

در تیمار کم‌آبیاری ۸۰ درصد، حدود ۴۸ هزار لیتر در هکتار آب نسبت به آبیاری کامل صرفه‌جویی خواهد شد. با توجه به این حجم آب ذخیره‌شده، تیمار کم‌آبیاری در شرایط خشک کشور قابل توصیه است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اهمیت بالای آب در باردهی انگور و همچنین لزوم جلوگیری از اتلاف هزینه‌ها، با اعمال صحیح آبیاری مطابق با نیاز واقعی گیاه، عملکرد انگور بهبود می‌یابد. بنابراین، توسعه برنامه‌های مناسب آبیاری مانند کم‌آبیاری تنظیم‌شده باعث ایجاد تعادل بین کمیت و کیفیت میوه انگور می‌شود و با بهبود دادن کارایی مصرف آب، تولید

محصول و کیفیت انگور را در مناطق نیمه‌خشک افزایش می‌دهد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش اثر مثبت کم‌آبیاری، به‌خصوص کم‌آبیاری ۸۰ درصد، را بر عملکرد، کارایی مصرف آب و برخی صفات کیفی انگور رقم‌های کشمش و صاحبی نشان داد. در این سطح آبیاری، عملکرد کل، طول و قطر حبه، موادجامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کارایی مصرف آب نسبت به شاهد (آبیاری کامل) تفاوت آماري معنی‌داری نداشت، بنابراین می‌توان برای انگور رقم‌های کشمش و صاحبی موجود در شهرستان خرم‌آباد تحت سیستم آبیاری قطره‌ای، کم‌آبیاری ۸۰ درصد (ETC80) را توصیه نمود.

REFERENCES

1. Acevedo-Opazo, C., Ortega-Farias, S. & Fuentes, S. (2010). Effects of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water status on water consumption, vegetative growth and grape quality: An irrigation scheduling application to achieve regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 97(7), 956-964.
2. Aragüés, R., Medina, E. T., Clavería, I., Martínez-Cob, A. & Faci, J. (2014). Regulated deficit irrigation, soil salinization and soil sodification in a table grape vineyard drip-irrigated with moderately saline waters. *Agricultural Water Management*, 134, 84-93.
3. Araujo, F., Williams, L. E., Grimes, D. W. & Matthews, M. A. (1995). A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. I. Root and soil water distributions. *Scientia Horticulturae*, 60(3), 235-249.
4. Chalmers, D.J., Mitchell, P.D. & Van Heek, L. (1981). Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning [Trickle irrigation]. *Journal-American Society for Horticultural Science (USA)*, 106, 307-312.
5. Chaves, M. M., Santos, T. P., Souza, C. R. D., Ortuño, M. F., Rodrigues, M. L., Lopes, C. M. & Pereira, J. S. (2007). Deficit irrigation in grapevine improves water use efficiency while controlling vigor and production quality. *Annals of Applied Biology*, 150(2), 237-252.
6. Cifre, J., Bota, J., Escalona, J. M., Medrano, H. & Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.): An open gate to improve water-use efficiency?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106(2), 159-170.
7. Conesa, M. R., Falagán, N., José, M., Aguayo, E., Domingo, R. & Pastor, A. P. (2016). Post-version deficit irrigation regimes enhance berry coloration and health-promoting bioactive compounds in 'Crimson Seedless' table grapes. *Agricultural Water Management*, 163, 9-18.
8. Coombe, B. G. (1992). Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43(1), 101-110.
9. Di Vaio, C., Cirillo, C., Boselli, M. & Masi, E. (2001). Dry matter accumulation and partitioning of Cabernet Sauvignon pot-grown vines under different water regimes. *Advances in Horticultural Science*, 15(1-4), 25-30.
10. Dolati Baneh, H. & Norjo, A. (2012). Effect of deficit irrigation on quantitative and quality traits of fruit and water productivity of three grapevine cultivars. *Seed and Plant Production Journal*, 27 (4), 435-450. (In Farsi).
11. Ezzhaouani, A., Valancogne, C., Pieri, P., Amalak, T. & Gaudillere, J. (2007). Water economy by Italia grapevines under different irrigation treatments in a Mediterranean climate. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 41(3), 131-139.
12. Faci, J. M., Blanco, O., Medina, E. T. & Martínez-Cob, A. (2014). Effect of post version regulated deficit irrigation in production and berry quality of Autumn Royal and Crimson table grape cultivars. *Agricultural Water management*, 134, 73-83.
13. FAO. (2014). databank is available on Internet online URL: <http://faostat3.fao.org>
14. Goodwin, I. & Jerie, P. (1992). Regulated deficit irrigation: from concept to practice. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 7, 258-261.
15. Hamedi, S., Mehregan, A. & Malakoti, M. J. (2003). The role of balanced nutrition in reducing the adverse effect of drought on plants. Technical Publications, Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran. 12, 11-117. (In Farsi).

16. Król, A., Amarowicz, R. & Weidner, S. (2014). Changes in the composition of phenolic compounds and antioxidant properties of grapevine roots and leaves (*Vitis vinifera* L.) under continuous of long-term drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(6), 1491-1499.
17. Kyrleou, M., Koundouras, S., Kallithraka, S., Theodorou, N., Proxenia, N. & Kotseridis, Y. (2016). Effect of irrigation regime on anthocyanin content and antioxidant activity of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah grapes under semiarid conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(3), 988-996.
18. Lanari, V., Palliotti, A., Sabbatini, P., Howell, G. S. & Silvestroni, O. (2014). Optimizing deficit irrigation strategies to manage vine performance and fruit composition of field-grown 'Sangiovese' (*Vitis vinifera* L.) grapevines. *Scientia Horticulturae*, 179, 239-247.
19. McCarthy, M. G., Loveys, B. R., Dry, P. R. & Stoll, M. (2002). Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation management techniques for grapevines. *Deficit irrigation practices*, FAO Water Reports, 22, 79-87.
20. Medrano, H., Escalona, J. M., Bota, J., Gulías, J. & Flexas, J. (2002). Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany*, 89(7), 895-905.
21. Miali, G. (1984). The effect of time of irrigation on most quality in four wine grapes cultivars in Tavoliere Dipuyliia. *Vigenevini*, 11(7), 23- 31.
22. Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A. & Deloire, A. (2002). Influence of pre-and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 261-267.
23. Pellegrino, A., Lebon, E., Simoneuo, 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.
24. Pinillos, V., Chiamolera, F. M., Ortiz, J. F., Hueso, J. J. & Cuevas, J. (2016). Post-veraison regulated deficit irrigation in 'Crimson Seedless' table grape saves water and improves berry skin color. *Agricultural Water Management*, 165, 181-189.
25. Rabiei, V., Talaie, A., Peterlonger, E., Ebadi, A. & Ahmadi, A. (2003). Effect of late season deficit irrigation on fruit composition in grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Merlot. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 34, 961- 968 (In Farsi).
26. Romero, P., Gil-Muñoz, R., 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.
27. Santesteban, L. G., Miranda, C. & Royo, J. B. (2011). Regulated deficit irrigation effects on growth, yield, grape quality and individual anthocyanin composition in *Vitis vinifera* L. cv. 'Tempranillo'. *Agricultural Water Management*, 98(7), 1171-1179.
28. Sepaskhah, A., Tavakoli, A. & Mousavi, S. (2004). Principles and application for deficit irrigation. Publications of the National Committee of deficit irrigation and drainage, Iran. (In Farsi).
29. Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
30. Soukhtesaraee, R., Ebadi, A., Salami, S. A. & Lesani, H. (2017). Evaluation of oxidative parameters in three grapevine cultivars under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(1), 85-98. (In Farsi).
31. Stewart, B. A. & Nielsen, D. R. (1990). *Irrigation of agricultural crops*. (Vol. 30). American Society of Agronomy. Pp. 1246.
32. Tangolar, S. G., Tangolar, S., Tarim, G., Kelebek, H. & Topcu, S. (2015). The Effects of bud load and applied water amounts on the biochemical composition of the 'Narince' Grape variety. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(2), 380-387.
33. Talaei, A., Ghaderi, N., Ebadi, A. & Lesani, H. (2011). Biochemical responses of Grape cvs. Sahani and Bidane-Sefid, subjected to progressive drought. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42(3), 301-308. (In Farsi).
34. Taghadosinia, F., Ghahremani, Z., Barzegar, T. & Aelaei, M. (2019). Effect of deficit irrigation at different growth stages of two Iranian melon accessions on growth, yield, fruit quality and water use efficiency. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(2), 503-515. (In Farsi).
35. Van Leeuwen, C., Friant, P., Jaeck, M. E., Kuhn, S. & Lavialle, O. (2004). Hierarchy of the role of climate, soil and cultivar in terroir effect can largely be explained by vine water status. *Joint International Conference on Viticultural Zoning*, 433-439.
36. Werner, P. C., Gerstengarbe, F. W., Fraedrich, K. & Oesterle, H. (2000). Recent climate change in the North Atlantic/European sector. *International Journal of Climatology*, 20(5), 463-471.
37. Zabihi, H. R. & Azarpajouh, E. (2004). Grape response to different soil moisture regimes. *Journal of Soil and Water Science*, 18(10), 34-39.
38. Zsófi, Z., Villangó, S., Pálfi, Z. & Pálfi, X. (2015). Combined effect of berry size and postveraison water deficit on grape phenolic maturity and berry texture characteristics (*Vitis vinifera* L. cv. Portugieser). *Vitis*, 54, 161-168.