

## تعیین نیاز آبی انگور در منطقه سی سخت و اثر کاربرد کم‌آبیاری و تفاله شیرین‌بیان بر عملکرد و کیفیت میوه

مهدی حسینی‌فرهی<sup>۱</sup>، سعید عشقی<sup>۲</sup>، بیژن کاوسی<sup>۳\*</sup>، محمدرضا چاکرال‌حسینی<sup>۴</sup>، محسن رادی<sup>۵</sup>  
و صدیقه امیری<sup>۶</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴)

### چکیده

پژوهشی دو ساله روی انگور رقم عسکری در منطقه سی سخت به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول کم‌آبیاری و آبیاری موضعی ناحیه ریشه در چهار سطح شامل آبیاری (۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی) و فاکتور دوم مالچ تفاله شیرین‌بیان در سه سطح شامل بدون کاربرد تفاله شیرین‌بیان (شاهد)، کاربرد تفاله شیرین‌بیان در سطح خاک سابه‌انداز تاک و ترکیب شده با خاک به عمق ۴۰ سانتی‌متر بود. در ابتدا نیاز آبی تاک در منطقه سی سخت به میزان ۵۲۴۹ مترمکعب در هکتار بر اساس نرم‌افزار NTEWAT محاسبه و سپس تیمارهای کم‌آبیاری و آبیاری موضعی ناحیه ریشه اجرا گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد کم‌آبیاری و آبیاری موضعی و مالچ تفاله شیرین‌بیان تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد و ویژگی‌های کیفی میوه انگور داشت. بیشترین میزان عملکرد تاک در تیمار کاربرد رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی به مقدار ۲۰/۸۵ کیلوگرم در تاک مشاهده گردید که با تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی و کاربرد تفاله شیرین‌بیان تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. همچنین بیشترین شاخص رسیدگی میوه انگور در تاک‌های تیمار شده با مالچ تفاله شیرین‌بیان (۴۰ سانتی‌متر در محدوده ریشه) و کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده گردید. بنابراین استفاده از روش‌های کم‌آبیاری (۶۰ تا ۸۰ درصد نیاز آبی) همچنین کاربرد تفاله شیرین‌بیان به میزان ۴۰ سانتی‌متر در محدوده ریشه انگور توصیه می‌گردد.

**کلمات کلیدی:** تاکستان، عملکرد، کم‌آبیاری بخشی و کم‌آبیاری تنظیم شده، کم‌آبیاری ثابت

۱- دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۳- استادیار بخش علوم باغبانی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، ایران.

۴- استادیار گروه علوم خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، یاسوج، ایران.

۵- استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۶- دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

\* پست الکترونیک: b.kavousi@areeo.ac.ir

## مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.)، مو یا تاک به تیره تاکسانان (Vitaceae) تعلق دارد. این تیره ۱۵ جنس و حدود ۱۰۰۰ گونه دارد که انگور تحت کشت متعلق به جنس ویتیس می‌باشد. انگور در نواحی وسیعی از آب و هوا که دارای تابستان گرم و زمستان خنک و مرطوب باشند، رشد می‌کند. انگور شرایط نامناسب خاک را تحمل می‌کند و ظرفیت تولید بالایی دارد. انگور گیاهی متحمل به شرایط نامناسب است، جاییکه بعضی از درختان میوه حتی نمی‌توانند زنده بمانند، این گیاه رشد کرده و مقداری هم محصول می‌دهد. با دامنه وسیعی از انواع خاک‌ها و اقلیم‌ها سازگار است، اما برای بدست آوردن محصول بهینه باید در شرایطی مناسب پرورش یابد (دولتی‌بانه، ۱۳۹۵).

کل سطح زیرکشت انگور در سال ۱۴۰۰ در کشور ۲۵۵۱۶۰ هکتار و میزان کل تولید آن در ۲/۷۷۵/۴۱۱ تن (۱۲/۴ درصد کل محصولات باغبانی کشور) می‌باشد. کل سطح زیر کشت انگور در سال ۱۴۰۰ در استان کهگیلویه و بویراحمد ۱۴۱۸ هکتار می‌باشد که از آن مقدار حدود ۹۵۲ هکتار آن آبی و ۴۶۶ هکتار آن دیم می‌باشد. میزان تولید انگور در استان کهگیلویه و بویراحمد ۲۱۹۳۳ تن می‌باشد. همچنین متوسط تولید انگور در هکتار در انگور آبی ۲۱۲۶۹ کیلوگرم در هکتار و در انگور دیم ۳۵۳۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (بی‌نام، ۱۴۰۰).

کاهش منابع آب یکی از عوامل اصلی تهدیدکننده بقای بشر و اکوسیستم‌های طبیعی است. به‌طوری که امنیت غذایی، بهداشت انسان‌ها و اقتصاد کلان تحت تأثیر کمبود آب به شدت صدمه می‌بیند و انتظار می‌رود منابع آب کشاورزی به دلیل افزایش تقاضای آب و تغییرات آب و هوایی مداوم کاهش یابد (الهنی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹؛ طاهرخانی، ۱۳۹۹). در چند سال اخیر مشکل کم‌آبی به‌صورت تهدیدی جدی برای تولیدات کشاورزی در دنیا، ایران و از جمله انگور در کل کشور و همچنین در استان کهگیلویه و بویراحمد مطرح می‌باشد. انگورکاران با کاهش تعداد دفعات آبیاری با این مشکل مبارزه می‌کنند که اگر این کار درست و علمی انجام نشود ممکن است باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول انگور گردد. حتی در مناطقی که میزان بارش متوسط آن‌ها

بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر در سال است به‌دلیل پراکنش نامناسب ممکن است تاکستان‌ها با مشکل کمبود آب مواجه باشند. عمده بارندگی در دوره خفتگی انگور صورت می‌گیرد و در دوره رشد گیاه، بارندگی مناسبی که نیاز آبی را تأمین کند، وجود ندارد. بنابراین با توجه به بحران آب، تعیین نیاز آبی انگور در هر منطقه و اتخاذ روش‌های کاهش مصرف آب، امری ضروری است (کریمی، ۱۳۹۶).

مدیریت آبیاری روشی مهم برای تولید بهینه انگور در نقاط مختلف دنیا به‌شمار می‌رود. به‌کارگیری بهترین شیوه‌های مدیریت آبیاری به تاکداران کمک می‌کند تا تولیدشان همچنان با کیفیت، سودآور و پایدار باقی بماند. آبیاری تاکستان‌های انگور بر اساس نیاز آبی و بسته به مراحل رشد می‌تواند در زمان‌های مختلف انجام شود. اهمیت آبیاری و مقدار آبیاری در هر یک از مراحل رشد خوشه انگور می‌تواند مؤثر باشد. کم‌آبیاری به‌عنوان مصرف آب کمتر از نیاز آبی گیاه، شیوه‌ای در راستای به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب، تولید پایدار و امنیت غذایی است (صارمی و همکاران، ۱۳۹۴). استفاده از روش کم آبیاری به‌عنوان یک مدیریت کارآ و آگاهانه، فقط با هدف بهبود راندمان آبیاری صورت نمی‌پذیرد، بلکه به دنبال کاهش مصارف غیرمفید و افزایش سهم مصارف مفید است (توکلی، ۱۳۹۲). کم‌آبیاری تنظیم شده به استفاده از هر نوع راهکاری اشاره می‌کند که توسط آن گیاهان در بخشی از دوره رشد که با شدت‌های مختلف کمبود آب مواجه می‌گردند نه تنها باردهی آنها افزایش می‌یابد، بلکه رشد رویشی آنها نیز متعادل شده و کارایی استفاده از آب در گیاه افزایش می‌یابد (سانتستیبان<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). برخی پژوهشگران کم‌آبیاری تنظیم شده را برای افزایش کیفیت حبه‌ها و کاهش مصرف آب در انگور پیشنهاد کرده‌اند (پینیوس<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهشی، کم آبیاری تنظیم شده در آخر فصل سبب افزایش معنی‌دار ترکیبات فنلی در انگور رقم مرلوت گردید (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۲).

کم‌آبیاری به سه روش عمده کم‌آبیاری ثابت<sup>۴</sup>، کم‌آبیاری بخشی<sup>۵</sup> و کم‌آبیاری تنظیم شده<sup>۶</sup> در باغات قابل اجرا می‌باشد. در کم‌آبیاری بخشی در هر نوبت از آبیاری بخشی

4. Sustained Deficit irrigation  
5. Partial Root Zone Drying  
6. Regulated Deficit Irrigation

1. Elhani  
2. Santesteban  
3. Pinillos

و صاحبی ارزیابی شد. نتایج نشان داد بین تیمار شاهد و کم‌آبیاری ۸۰ درصد تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد، میانگین وزن حبه‌ها و خوشه‌ها مشاهده نشد، اما سطوح ۴۰ و ۶۰ درصد کم‌آبیاری به ترتیب باعث افت ۲۲ و ۳۷ درصدی عملکرد حبه‌ها نسبت به شاهد شد و تیمار کم‌آبیاری ۸۰ درصد را برای حفظ عملکرد رقم‌های انگور کشمشی و صاحبی بدون تأثیر سوء بر کیفیت میوه توصیه نمودند (آشوری و همکاران، ۱۴۰۰). در پژوهشی بیشترین مقدار عملکرد انگور به میزان ۴۸ کیلوگرم در تاک (با کیفیت بالا) در رقم‌های بدون هسته در کم‌آبیاری تنظیم شده در شرایط خشک به دست آمد (فاسی<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). در پژوهشی که به منظور تأثیر مدیریت کم‌آبیاری به روش خشکی موضعی ریشه بر عملکرد کمی و کیفی انگور در ارومیه اجرا گردید، نتایج نشان داد که از نظر عملکرد، تیمار مصرف آب به مقدار ۷۵ درصد نیاز آبی (۴۸۰۲ مترمکعب در هکتار) برای دستیابی به عملکرد بالا توصیه می‌شود (رضوی و همکاران، ۱۳۹۸).

بهبود وضعیت بافت خاک جهت حفظ رطوبت در خاک یکی از مهمترین اقدامات موثر در راستای کاهش مصرف آب در مناطق با بارندگی کم و مناطق دیم می‌باشد. استفاده از مالچ‌های گیاهی روشی ارزان و با صرفه برای کشاورزان در جهت دستیابی به این امر مهم می‌باشد. از روش‌های مورد استفاده، مدیریت خاک در کشاورزی زیستی و افزایش عملکرد، استفاده از بقایای گیاهی و حیوانی، کمپوست‌های با منابع مختلف و پسماندهای آلی می‌باشد. گیاه شیرین بیان با نام علمی *Glycyrrhiza glabra* L. گیاهی چندساله از خانواده بقولات<sup>۶</sup> به واسطه دارا بودن ترکیبات دارویی و غذایی مهم در ریشه و ریزوم آن در دنیا حائز اهمیت بوده و مورد توجه صنایع دارویی، غذایی و حتی دخانیات قرار گرفته است. شیرین بیان در بیشتر مناطق جهان بخصوص در نیمکره شمالی زمین می‌روید. این گیاه در کشورمان نیز پراکنش بسیار وسیعی دارد و در استان‌هایی مانند خراسان شمالی و رضوی، آذربایجان شرقی و غربی، زنجان، گلستان، کردستان، فارس، اصفهان، تهران و ... مشاهده می‌شود (خان‌احمدی و همکاران، ۱۳۹۲). شرکت‌های استفاده‌کننده از شیرین بیان با مشکل

از ناحیه ریشه آبیاری می‌شود. کم‌آبیاری یک راهکار مناسب برای تولید محصولات کشاورزی در شرایط کم‌آبی است که در آن به‌طور آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز محصول خود را کاهش دهند. هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب است اگرچه نتیجه مستقیم کم‌آبیاری کاهش عملکرد در واحد سطح می‌باشد ولی از مزایای آن می‌توان به کاهش هزینه‌های تولید و هزینه‌های مربوط به استحصال انتقال و توزیع آب افزایش کیفیت میوه کاهش رشد رویشی و بهبود راندمان کاربرد آب اشاره نمود در این میان چون آب عامل اصلی محدودیت کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود کم‌آبیاری به‌عنوان یک راهبرد مهم در این مناطق مورد توجه محققین قرار گرفته است (نورجو و دولتی‌بانه، ۱۳۹۹). گرچه کاهش آبیاری منجر به کاهش رشد و عملکرد کل گیاه می‌شود اما در مناطقی با محدودیت منابع آب، کاهش آب مصرفی، کاهش رشد رویشی و زیایی، ایجاد تاج مناسب و کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری باغ از برتری و سودمندی کم‌آبیاری تنظیم شده است (موریانا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). روش کم‌آبیاری در شرایط محدود آب و با ایجاد دوره‌های کم‌آبیاری می‌تواند منجر به کاهش میزان رشد رویشی، بهبود ویژگی‌های میوه و درآمد اقتصادی گردد (توجنتی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). در پژوهشی اعمال تیمار کم‌آبیاری در باغات انگور ناحیه خشک جنوب غربی چین به‌عنوان راهکاری مناسب برای کاهش مصرف آب و افزایش کیفیت محصول بدون کاهش عملکرد توصیه شده است (دو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

در پژوهشی دیگر در اسپانیا کاربرد تیمار کم‌آبیاری کنترل شده به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در پرتقال رقم ناولینا باعث صرفه‌جویی در مصرف آب بدون کاهش عملکرد محصول شده است (آگوادو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهشی که به منظور تعیین نیاز آبی انگور یاقوتی انجام گرفت، بهترین میزان آب آبیاری، معادل ۶۰٪ نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن<sup>۵</sup> (۱۹۴۸) با حدود ۳۸۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (شاهرخ‌نیا و کرمی، ۱۳۹۶). در پژوهشی در منطقه کمالوند استان لرستان، تأثیر تیمار کم‌آبیاری پس از شروع رنگ‌گیری بر عملکرد و کیفیت حبه‌های انگور رقم‌های کشمشی

5. Penman  
6. Faci  
7. Fabaceae

1. Moriana  
2. Tognetti  
3. Du  
4. Aguado

از راهکارهای اصلاح الگوی مصرف آب، کم‌آبیاری و آبیاری موضعی می‌باشد. با توجه به بحران آب و خشکسالی‌های دهه اخیر انجام پژوهش‌های کاربردی به منظور تعیین نیاز واقعی آبی گیاهان و مدیریت منابع آب در کشاورزی لازم و ضروری می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی روش‌های کاهش آبیاری به‌همراه استفاده از مالچ تفاله شیرین‌بیان به منظور کاهش اثرات منفی ناشی از کاهش آب آبیاری و بهبود عملکرد و کیفیت در تاکستان‌های استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### شرایط اکولوژیکی منطقه اجرای پروژه

این آزمایش در تاکستانی با ویژگی‌های جغرافیای ۳۰ درجه و ۸۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۲۰۰ متر از سطح دریا در شهرستان دنا در شهر سی سخت واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد اجرا گردید. قبل از اجرای تیمارها از خاک محل اجرای آزمایش، از اعماق ۰-۳۰ و ۳۱-۶۰ سانتی‌متری، در فصل زمستان و موقع هرس تاک‌ها نمونه خاک تهیه شده و در آزمایشگاه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد (جدول ۱). لازم به ذکر می‌باشد کلیه مراحل داشت تاکستان از قبیل هرس زمستانه، تغذیه تاکستان، هرس سبز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها توسط باغدار اجرا گردید.

#### نحوه محاسبه نیاز آبی انگور در منطقه سی سخت

برآورد نیاز آبی از مهمترین مراحل طراحی یک سیستم آبیاری می‌باشد، بنابراین برآورد دقیق این پارامتر از حساسیت خاصی برخوردار است چرا که اگر نیاز آبی گیاه به اشتباه کمتر و یا بیشتر از مقدار واقعی برآورد گردد، ممکن است باعث وارد شدن تنش به گیاه و در نتیجه کاهش میزان محصول گردد. با توجه به اینکه هدف در این پروژه کاهش مصرف آبیاری می‌باشد لذا محاسبه نیاز آبی انگور در منطقه سی سخت، لازم و ضروری می‌باشد. برای محاسبه نیاز آبی انگور در منطقه سی سخت از نرم‌افزار NTEWAT استفاده گردید که نتایج آن در قسمت نتایج و بحث ارائه شده است. اقلیم این ایستگاه به روش دومارتین نیمه‌مرطوب برآورد شده است. آمار بیست سال اخیر ایستگاه فوق از اداره کل هواشناسی استان اخذ و ابتدا مورد

ضایعات حاصل از فرآوری آن مواجه می‌باشند که می‌تواند برای بهبود خصوصیات خاک و بستر کشت مورد استفاده قرار گیرد. ضایعات شیرین‌بیان محصول جانبی کارخانه‌های فرآوری گیاهان دارویی است که از آن بعنوان خاکپوش برای حفظ رطوبت و اصلاح فیزیکی بستر کشت گیاهان استفاده می‌شود. از تفاله شیرین‌بیان به‌عنوان ماده اصلاح‌کننده در برخی مناطق به‌ویژه در استان فارس مورد استفاده قرار می‌گیرد. تفاله شیرین‌بیان منبع مناسبی برای تهیه کمپوست است (زارعی و همکاران، ۱۳۹۳). در خصوص کاربرد تفاله شیرین‌بیان به‌عنوان مالچ و یا به‌عنوان بستر کشت تحقیقات کمی صورت گرفته است. در پژوهشی کاربرد ۴۰ درصد تفاله شیرین‌بیان در بستر کشت خیار گلخانه‌ای سبب افزایش معنی‌دار وزن تک‌میوه و عملکرد بوته گردید و تنش‌های رطوبتی وارده به خیار را کاهش داد (رجایی و همکاران، ۱۳۹۴). در پژوهشی کاربرد همزمان قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین‌بیان (۱۰٪ حجمی) تأثیر معنی‌داری بر اکثر صفات مورد ارزیابی پایا داشته است (شیواپوترا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهشی که به منظور بررسی استفاده از تفاله شیرین‌بیان در بستر کشت گوجه‌فرنگی انجام گرفت کاربرد ۱۰ درصد تفاله شیرین‌بیان در بستر کشت به‌منظور بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی پیشنهاد شده است (آبیاری، ۱۳۹۵).

بر اساس گزارشات منتشر شده گونه‌های گیاهی مختلف در برابر تنش خشکی مکانیسم‌های مقاومت مختلفی را در پیش می‌گیرند. ارقام مختلف انگور مکانیسم‌های متفاوتی از جمله وجود ریشه‌های عمیق بیش از ۳ متر در خاک، توانایی تنظیم روزنه‌ای را برای کنترل مصرف آب از طریق سنتز هورمون اسید آبسزیک، فتوسنتز بالاتر و سیگنال‌دهی اسید آبسزیک، قابلیت تنظیم اسمزی برگ در زمان تنش، فعالیت‌های آنزیمی مرتبط به تنش خشکی از جمله فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز، تفاوت در سطح برگ و ضخامت کوتیکول و توقف رشد در جوانه انتهایی و کوتاه شدن میانگره‌ها و حتی تغییر در مراحل فنولوژیکی همچون خزان برگ‌ها در تنش شدید خشکی برای مقاومت به تنش خشکی دارند. انگور رقم عسکری جزء ارقام نیمه‌متحمل به خشکی می‌باشد (آران و همکاران، ۱۳۹۶؛ اسدی و همکاران، ۱۳۹۸؛ تفضلی و همکاران، ۱۳۷۵؛ دولتی‌بانه، ۱۳۹۵).

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک تاکستان محل آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پ هاش	درصد مواد خنثی شونده	فسفر قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب
۰-۳۰	۰/۸	۷/۷	۴۷	۱۱۶	۲۷/۷	۳۰/۴	۱۴/۶	۱/۵۶
۳۰-۶۰	۱/۳	۷/۶	۵۳	۷۲	۲۱/۸	۲۰/۲	۶/۴	۱/۱۶

۴- کم آبیاری و آبیاری موضعی (۴۰ درصد آب مورد نیاز در یک طرف گیاه (آبیاری اول)، آبیاری مرحله بعد ۴۰ درصد آب مورد نیاز در طرف دوم گیاه (آبیاری دوم))

#### سطوح تفاله شیرین بیان

- ۱- بدون کاربرد تفاله شیرین بیان
- ۲- کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان در سایه‌انداز تاک به قطر ۱۰ سانتی‌متر
- ۳- کاربرد تفاله شیرین بیان مخلوط با خاک سایه‌انداز تاک به عمق ۴۰ سانتی‌متر

#### نحوه اجرای تیمار آبیاری

تیمارهای آبیاری بر اساس نیاز آبی انگور در منطقه سی سخت محاسبه و اجرا گردید. برای این منظور پس از محاسبه میزان نیاز آبی انگور در منطقه سی سخت تیمارهای کم آبیاری بر اساس نیاز آبی محاسبه گردید. همچنین قبل از اجرای تیمارهای آبیاری دبی قطره چکان‌ها محاسبه و میزان آب آبیاری بر اساس دبی قطره چکان‌ها و ساعت آبیاری محاسبه و اجرا گردید. همچنین سیستم آبیاری تاکستان بر اساس تیمارهای آزمایشی اصلاح گردید (شکل‌های ۱ و ۲).

#### نحوه اجرای تیمار تفاله شیرین بیان

بعد از اتیکت‌گذاری در سایه‌انداز تاک‌ها عملیات پاکنی به عمق ۴۰ سانتی‌متر صورت گرفت و تفاله شیرین بیان در محدوده گسترش ریشه‌ها در دو طرف تاک قرار گرفت (شکل ۳).

کلیه عملیات داشت تاکستان در طول فصل رشد شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز طبق شرایط استاندارد منطقه انجام گرفت. در طول فصل رشد سرکشی مرتب از تاکستان صورت گرفت و نسبت به یادداشت‌برداری از صفات کمی و کیفی مورد نظر اقدام گردید.

بررسی و کنترل کیفی قرار گرفت. نرم‌افزار NETWAT برای مدیریت سیستم‌های آبیاری و همچنین محاسبه میزان تبخیر تعرق گیاه برای گیاهان مختلف در زمین و قابلیت بلوک‌بندی گیاهان در این زمین‌ها استفاده گردید. با استفاده از این نرم‌افزار همچنین می‌توان مدیریت دقیق از نحوه آبیاری داشت. در این نرم‌افزار همچنین می‌توان با دوره‌های آبیاری مختلف مدیریت‌های گوناگونی را در مزرعه خود اعمال کرد. این نرم‌افزار به دلیل سهولت در دنیا، بسیار پرترفدار می‌باشد. داده‌های اصلی مورد نیاز در این برنامه برای محاسبه نیاز آبی شامل داده‌های اقلیمی برای محاسبه تبخیر تعرق گیاه، داده‌های بارش، داده‌های مربوط به محصول، داده‌های خاک و فنولوژی درخت انگور می‌باشد (نجاتیان و همکاران، ۱۳۹۵).

#### طرح آماری و تیمارهای آزمایش

به منظور بررسی اثر شیوه‌های مصرف کم آبیاری و تفاله شیرین بیان بر عملکرد و خصوصیات کیفی میوه انگور رقم عسکری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و چهار تکرار در طی دو سال زراعی (سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹) اجرا گردید. فاکتور اول شامل روش‌های کم آبیاری در چهار سطح و فاکتور دوم شامل تفاله شیرین بیان در سه سطح به شرح ذیل بود.

#### سطوح آبیاری

- ۱- آبیاری کامل ۱۰۰٪ نیاز آبی
- ۲- کم آبیاری و آبیاری موضعی (۸۰ درصد آب مورد نیاز در یک طرف گیاه (آبیاری اول)، آبیاری مرحله بعد ۸۰ درصد آب مورد نیاز در طرف دوم گیاه (آبیاری دوم))
- ۳- کم آبیاری و آبیاری موضعی (۶۰ درصد آب مورد نیاز در یک طرف گیاه (آبیاری اول)، آبیاری مرحله بعد ۶۰ درصد آب مورد نیاز در طرف دوم گیاه (آبیاری دوم))





شکل ۱- اصلاح سیستم آبیاری جهت اجرای تیمارهای کم‌آبیاری موضعی (عکس: مجری)



شکل ۲- اندازه‌گیری دبی قطره چکان‌ها (عکس: مجری طرح)



شکل ۳- نحوه اجرای تیمارهای تفاله شیرین بیان (عکس: مجری طرح)

## اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی

برای محاسبه عملکرد در فصل برداشت عملکرد تمام تاک‌ها به دقت برداشت و با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری میزان سبزی‌نگی برگ از هر تاک ۴ برگ بالغ انتخاب و به کمک دستگاه کلرفیل‌سنج (مینولتا- ژاپن) شدت سبزینه قرائت و میانگین‌گیری شد. مواد جامد محلول میوه توسط دستگاه قندسنج دستی میوه<sup>۱</sup> مدل آتاگو ساخت ژاپن بر حسب درصد بریکس اندازه‌گیری شد. برای تعیین pH از کلیه انگوره‌های هر تیمار آبی‌گیری صورت گرفته و پس از صاف کردن با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (Jenway 3510) ساخت انگلستان، میزان pH آب‌میوه اندازه‌گیری شد. با تقسیم مواد جامد محلول هر تیمار به درصد اسید کل، نسبت قند به اسید محاسبه گردید. برای بدست آوردن میزان اسید کل ابتدا از انگوره‌ها آبی‌گیری صورت گرفت و پس از صاف کردن با استفاده از روش تیتراسیون براساس اسید غالب انگور (اسید تارتاریک) با روش تیتراسیون توسط سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا ۱۰ سی‌سی آب‌میوه را در بالن ژوژه ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و مقدار ۲۰ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه نموده بالن به حجم رسانده شد و به آن چند قطره معرف فنل‌فتالین افزوده و سپس با کمک سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ صورتی که ۳۰ ثانیه پایدار باشد، تیترا شده و حجم سود مصرفی برای تیتراسیون یادداشت گردید. عدد بدست آمده را در ضریب اسید تارتاریک ضرب نموده و در نتیجه اسیدیته کل بر حسب گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره آب انگور محاسبه گردید (رابطه شماره ۱) (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴).

$$V_1 = \text{حجم سود مصرفی}$$

$$V_2 = \text{حجم آب میوه انگور رقیق شده}$$

$$C = \text{نرمالیه سود}$$

ضریب اسید تارتاریک: ۰/۷۵۰

## آنالیز آماری داده‌ها

واکاوای داده‌های آزمایش دوساله با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در

سطح احتمال ۱ درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

## نتایج و بحث

## محاسبه نیاز آبی انگور در سی‌سخت

مقدار آب مورد نیاز گیاه برای رشد مناسب آن با در نظر گرفتن میزان تلفات تبخیر و تعرق گیاه، نیاز آبی گیاه نامیده می‌شود. مقدار نیاز آبی گیاه بستگی به میزان تبخیر و تعرق گیاه دارد. با توجه به اقلیم و شرایط آب و هوایی متفاوت و شرایط رشد گیاه مقدار نیاز آبی گیاهان نیز متفاوت است. لذا لازم است که برای هر گیاه در هر منطقه ابتدا نیاز آبی محاسبه گردد. برای محاسبه نیاز آبی انگور ابتدا داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز را تهیه و وارد نرم‌افزار NETWAT گردید. سپس بر اساس ورد اطلاعات لازم به نرم‌افزار محاسبه نیاز آبی انجام گرفت.

در این پژوهش بر اساس محاسبات انجام شده توسط نرم افزار NTEWAT، نیاز آبی انگور در منطقه سی‌سخت به میزان ۵۲۴۹ مترمکعب در هکتار می‌باشد (شکل ۴). مراحل اصلی رشد انگور و درصد آب مورد نیاز سالانه شامل مرحله شکفتن جوانه تا گل‌دهی ۹ درصد، مرحله گل‌دهی تا تشکیل میوه ۶ درصد، مرحله تشکیل تا شروع تغییر رنگ میوه ۳۵ درصد، مرحله رنگ‌گیری تا برداشت میوه ۳۶ درصد و مرحله برداشت میوه تا ریزش برگ ۱۴ درصد می‌باشد (کریمی، ۱۳۹۶). نیاز آبی انگور از ۳۸۲۰ مترمکعب در هکتار در اردیبهشت تا ۱۲۱۷۰ مترمکعب در هکتار در کهنوج استان کرمان متغیر است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). میزان استفاده از آب در تاکستان به عواملی نظیر دمای هوا و میزان خالص تابش نور، تعرق از سطح برگ، سرعت باد و عوامل مدیریتی باغ همچون تراکم کاشت تاک‌ها، سیستم تربیت، سن انگور، مدیریت خاک، توالی آبیاری و مراحل رشد بستگی دارد. به طور کلی گفته شده بر حسب منطقه و رقم، نیاز آبی انگور حدود ۷-۵ هزار مترمکعب برای هر هکتار در سال می‌باشد که البته در آبیاری قطره‌ای به حدود ۵-۴ هزار مترمکعب در سال می‌رسد که محاسبات بدست آمده از این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها مطابقت دارد (نجاتیان و همکاران، ۱۳۹۵؛ فرشی و همکاران، ۱۳۷۶؛ گودرزی و همکاران، ۱۳۹۹).

1. Refractometer

معنی داری با تیمار رژیم آبیاری ۶۰٪ به همراه کاربرد مالچ شیرین بیان ۴۰ سانتی متر به میزان ۱۶/۲۳ کیلوگرم در تاک نداشت. اما اختلاف معنی داری با سایر رژیم های آبیاری نشان داد. این نتایج بیانگر این موضوع می باشد که میزان عملکرد انگور با کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان به مقدار ۴۰ سانتی متر در محدوده ریشه و ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی داری با آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی انگور ندارد و می توان از ۶۰ درصد نیاز آبی انگور یعنی به میزان ۳۱۵۰ مترمکعب در هکتار استفاده کرد. به عبارت دیگر این تیمار بدون کاهش عملکرد منجر به صرفه جویی آب به میزان قابل توجه می شود.

#### شاخص سبزینگی برگ (SPAD)

نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر شدت سبزینه برگ انگور در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس جدول تجزیه واریانس برهمکنش رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان تأثیر معنی داری بر میزان شاخص سبزینگی برگ<sup>۱</sup> انگور نشان داد. نتایج ارائه شده در شکل ۶ نشان می دهد که کاهش نیاز آبی انگور به میزان ۶۰ درصد باعث افزایش شدت سبزینه برگ به میزان ۳۵/۴۵ در مقایسه با سایر تیمارها گردید.

#### مواد جامد محلول، اسیدیتته کل و پ هاش آب میوه

نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان مواد جامد محلول آب انگور در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس جدول تجزیه واریانس برهمکنش رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان تأثیر معنی داری بر میزان مواد جامد محلول انگور نشان داد ( $p < 0.01$ ). کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰٪ باعث افزایش مواد جامد محلول آب میوه در مقایسه با سایر تیمارها گردید اما این افزایش با تیمار ۴۰٪ نیاز آبی اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین میزان مواد جامد محلول در رژیم آبیاری ۸۰ و ۴۰٪ نیاز آبی انگور به میزان ۲۱/۰۱ و ۲۰/۹۲ (درصد بریکس) مشاهده گردید (شکل ۷).

نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان اسیدیتته و پ هاش آب انگور در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس جدول تجزیه

آبیاری و مقدار آب آبیاری در هر یک از مراحل فنولوژیکی به خصوص در مرحله رشد حبه ها و پس از رنگ گیری حبه ها در افزایش اندازه حبه ها و خوشه ها و بالا بردن کیفیت محصول اهمیت دارد. بر اساس توصیه محققان آبیاری تاکستان ها بر اساس جدول نیاز آبی حتماً در چهار مرحله فنولوژیکی رشد میوه انگور یعنی ظهور گل آذین، میوه بندی، رشد حبه ها (۲۵ روز پس از میوه بندی) و پس از مرحله رنگ گیری میوه انجام شود (نجاتیان و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهشی که با هدف اندازه گیری آب کاربردی و ارزیابی راندمان کاربرد و بهره وری آب در تاکستان تحت مدیریت باغدار در استان مرکزی به عنوان یکی از قطب های تولید انگور کشور اجرا گردید، نتایج نشان داد که حجم آب آبیاری تاکستان های انگور در سطح استان بسته به روش آبیاری، نوبت آبیاری و نحوه مدیریت باغ متفاوت بوده و حجم آن از ۵۹۷۳ تا ۱۸۱۶۸ مترمکعب در هکتار متغیر بود. راندمان کاربرد آب آبیاری در باغات مورد مطالعه از ۳۵ تا ۱۰۰ درصد (به علت کم آبیاری) متغیر و متوسط آن ۶۳ درصد بود. به طور کلی نتایج نشان می دهد که صرف نظر از روش آبیاری مورداستفاده، مدیریت آبیاری توسط کشاورز نقش مهمی در میزان آب کاربردی در تاکستان های مورد مطالعه دارد. نتایج این تحقیق بیانگر قابلیت اجرای کم آبیاری در سطح تاکستان های استان است، لذا ترویج و آموزش کم آبیاری به روش صحیح و کاربردی به باغداران می تواند باعث افزایش قابل توجه بهره وری آب در تولید انگور گردد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۹).

#### تأثیر روش های کم آبیاری و مالچ شیرین بیان بر

#### عملکرد کمی و کیفی انگور

نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان عملکرد انگور در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر رژیم های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان به تنهایی تأثیر معنی داری بر میزان عملکرد تاک انگور نشان نداد ولی برهمکنش رژیم های مختلف آبیاری و تفاله شیرین بیان بر میزان عملکرد معنی دار گردید ( $p < 0.01$ ). نتایج ارائه شده در شکل ۵ نشان می دهد که بیشترین میزان عملکرد در رژیم آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی انگور به میزان ۲۰/۸۵ کیلوگرم در تاک مشاهده گردید که اختلاف



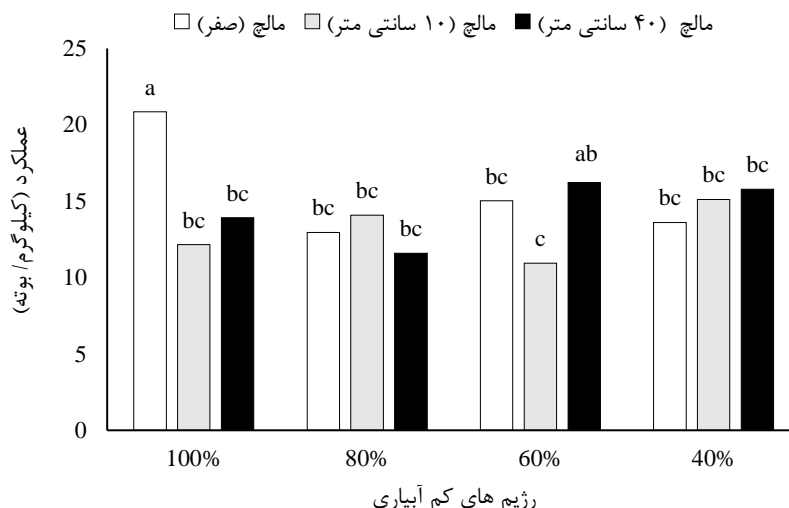
ETo station		CISAKHT	Crop		table Grapes		
Rain station		cisakht	Planting date		3/1/1994		
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	1	Init	0.35	0.80	8.0	22.3	0.0
Mar	2	Init	0.35	0.88	8.8	24.8	0.0
Mar	3	Deve	0.40	1.13	12.5	17.5	0.0
Apr	1	Deve	0.48	1.54	15.4	7.8	7.6
Apr	2	Deve	0.56	1.98	19.8	0.8	19.0
Apr	3	Mid	0.63	2.52	25.2	0.6	24.7
May	1	Mid	0.66	2.96	29.6	0.1	29.4
May	2	Mid	0.66	3.25	32.5	0.0	32.5
May	3	Mid	0.66	3.31	36.4	0.0	36.4
Jun	1	Mid	0.66	3.33	33.3	0.0	33.3
Jun	2	Mid	0.66	3.41	34.1	0.0	34.1
Jun	3	Mid	0.66	3.43	34.3	0.0	34.3
Jul	1	Mid	0.66	3.45	34.5	0.0	34.5
Jul	2	Mid	0.66	3.47	34.7	0.0	34.7
Jul	3	Mid	0.66	3.34	36.8	0.0	36.8
Aug	1	Mid	0.66	3.22	32.2	0.0	32.2
Aug	2	Mid	0.66	3.09	30.9	0.0	30.9
Aug	3	Late	0.66	2.88	31.7	0.0	31.7
Sep	1	Late	0.62	2.52	25.2	0.0	25.2
Sep	2	Late	0.57	2.17	21.7	0.0	21.7
Sep	3	Late	0.53	1.75	17.5	0.1	17.4
Oct	1	Late	0.48	1.38	13.8	6.3	7.5
Oct	2	Late	0.44	1.05	10.5	9.5	1.0
Oct	3	Late	0.40	0.83	5.0	8.8	0.0
					<b>584.3</b>	<b>98.6</b>	<b>524.9</b>

شکل ۵- نتایج خروجی محاسبه نیاز آبی توسط نرم‌افزار NTEWAT

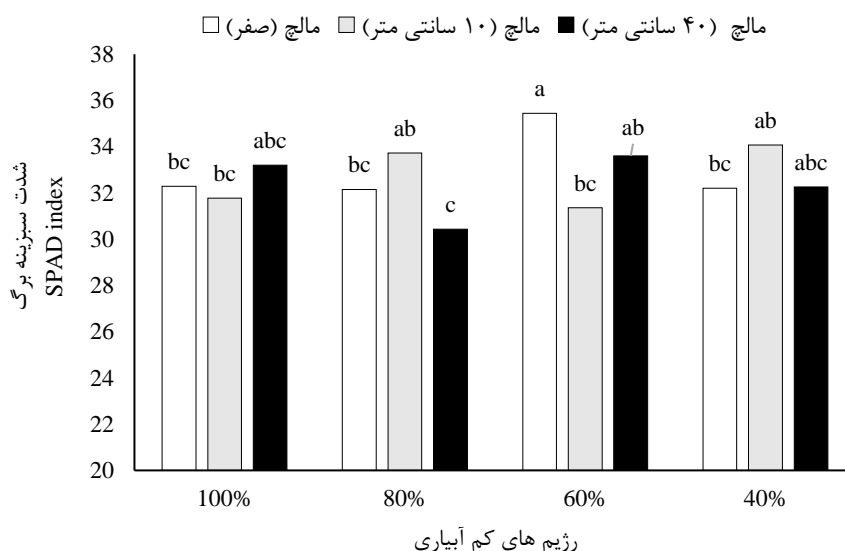
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر رژیم‌های مختلف کم‌آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر ویژگی‌های کمی و کیفی انگور عسکری

پ هاش آب میوه	میانگین مربعات			عملکرد تک بوته	درجه آزادی	منابع تغییرات
	شاخص رسیدگی	مواد جامد محلول	شاخص سبزیگی برگ			
۰/۱۷**	۴۶/۲**	۱۰/۵۷**	۱۰۵۵/۳۶**	۳/۰۲ <sup>ns</sup>	۱	سال (Y)
۰/۱۸**	۲۴/۵۵**	۴/۶۴**	۷/۳۵ <sup>ns</sup>	۳۶/۰۴ <sup>ns</sup>	۶	بلوک (سال)
۰/۱۰**	۷۷۸/۲۴**	۵/۴۷**	۹/۷۴ <sup>ns</sup>	۳۵/۳۶ <sup>ns</sup>	۳	آبیاری (A)
۰/۰۲**	۲۲۲/۲۸**	۷/۷۱**	۱/۳۳ <sup>ns</sup>	۴۷/۹۵ <sup>ns</sup>	۲	مالچ شیرین بیان (B)
۰/۰۳**	۲۱۶/۹۵**	۳/۶۷**	۲۱/۶۶**	۶۵/۸۸ *	۶	آبیاری × مالچ
۰/۰۱**	۴۷/۰۶**	۸/۶۵**	۱۰/۹۸ <sup>ns</sup>	۱۳/۰۴ <sup>ns</sup>	۳	آبیاری × سال
۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۶۶**	۰/۱۷ <sup>ns</sup>	۳ <sup>ns</sup>	۱۵/۶۳ <sup>ns</sup>	۲	مالچ × سال
۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۲/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۶	۱۱/۹۴ <sup>ns</sup>	۲۵/۶۶ <sup>ns</sup>	۶	آبیاری × مالچ × سال
۰/۰۱۳	۳/۲۷	۰/۶۸	۸/۸۵	۲۵/۷۰	۶۶	خطا
۳/۳۰	۴/۲۸	۴/۱۶	۹/۰۷	۳۵/۲۲		ضریب تغییرات

\*؛ نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد، \*؛ نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد، <sup>ns</sup>؛ نمایانگر عدم معنی‌دار بودن.



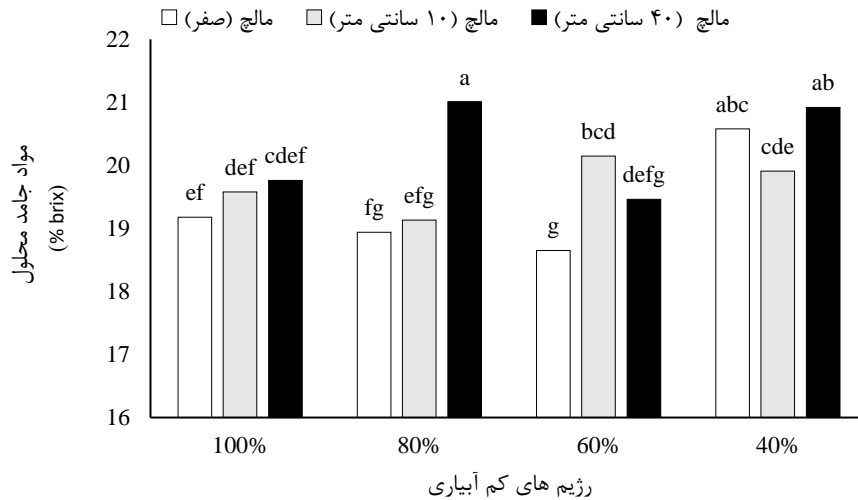
شکل ۵- برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری (کم آبیاری و آبیاری موضعی) و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان عملکرد تاک انگور. در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.



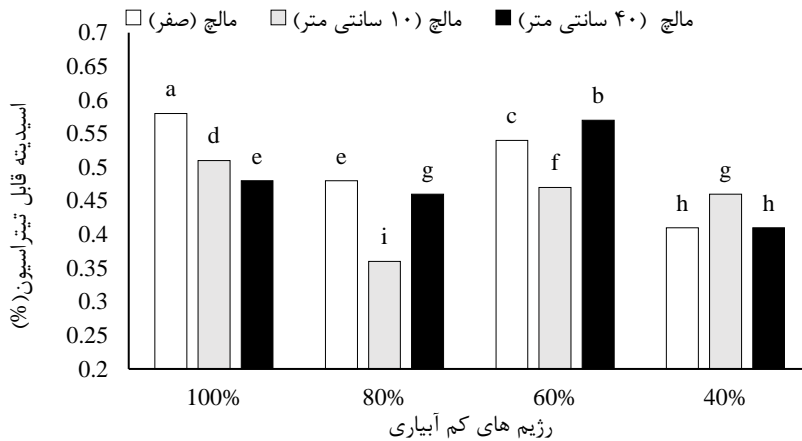
شکل ۶- برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری (کم آبیاری و آبیاری موضعی) و مالچ تفاله شیرین بیان بر سبزینه برگ (SPAD) انگور. در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

میزان پ هاش آب انگور در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس جدول تجزیه واریانس برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان پ هاش آب انگور معنی دار گردید ( $p < 0.01$ ). در این پژوهش کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان و کاهش نیاز آبی باعث افزایش میزان پ هاش آب انگور گردید. بیشترین میزان پ هاش آب میوه انگور در تیمار ۸۰٪ و ۴۰٪ نیاز آبی و کاربرد مالچ شیرین بیان مشاهده گردید (شکل ۸).

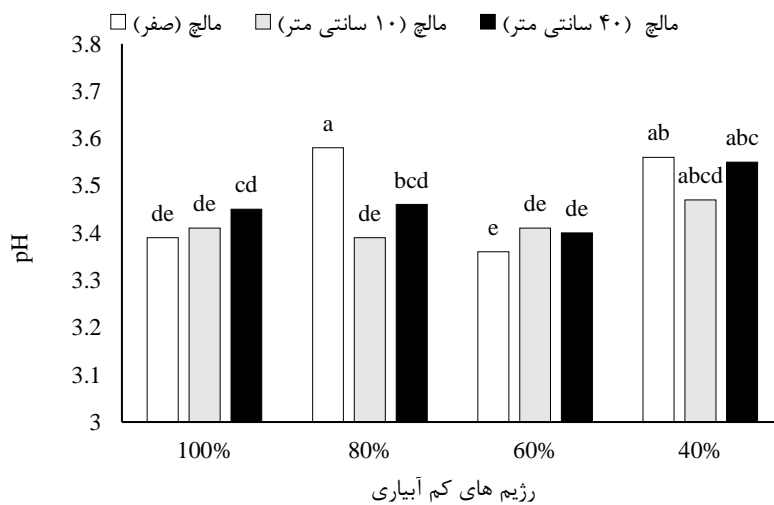
واریانس برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان تأثیر معنی داری بر میزان اسیددیده قابل تیتراسیون آب انگور داشت ( $p < 0.01$ ). کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد و کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان باعث کاهش میزان اسیددیده آب انگور در مقایسه با سایر تیمارها گردید. بیشترین میزان اسیددیده قابل تیتراسیون آب میوه در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی و بدون کاربرد مالچ شیرین بیان مشاهده گردید (شکل ۸). نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین بیان بر



شکل ۷- برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری (کم آبیاری و آبیاری موضعی) و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان مواد جامد محلول آب میوه انگور. در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۸- برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری (کم آبیاری و آبیاری موضعی) و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه انگور. در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

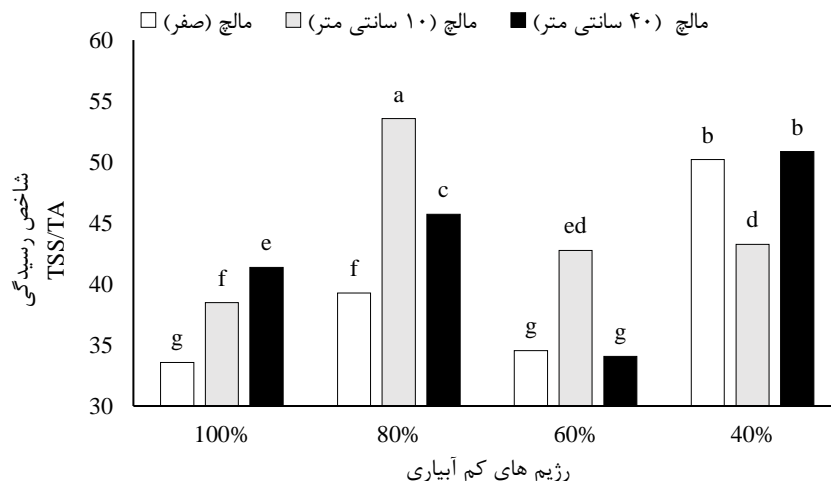


شکل ۹- برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری (کم آبیاری و آبیاری موضعی) و مالچ تفاله شیرین بیان بر میزان pH آب میوه انگور. در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

### شاخص رسیدگی انگور

نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین‌بیان بر شاخص رسیدگی انگور در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس جدول تجزیه واریانس، برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری و مالچ تفاله شیرین‌بیان بر شاخص رسیدگی انگور معنی‌دار بود ( $p < 0.01$ ). کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد و کاربرد مالچ تفاله

شیرین‌بیان باعث افزایش معنی‌دار شاخص رسیدگی میوه انگور در مقایسه با سایر تیمارها گردید (شکل ۱۰). بیشترین شاخص رسیدگی میوه انگور در بوته‌های تیمار شده با مالچ تفاله شیرین‌بیان (۱۰ سانتی‌متر در محدوده ریشه) و کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده گردید. شاخص رسیدگی میوه یکی از مهمترین فاکتورهای اندازه‌گیری کیفیت میوه می‌باشد.



شکل ۱۰- برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری (کم‌آبیاری و آبیاری موضعی) و مالچ تفاله شیرین‌بیان بر شاخص رسیدگی خوشه انگور. در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مشترک در سطح یک درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

شیرین کره زمین در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. این مصرف زیاد باعث تضادهای قابل توجهی از نظر تخصیص آب شیرین بین کشاورزی و سایر بخش‌های اقتصادی می‌شود. علاوه بر این، آبیاری متعارف در بسیاری از نقاط جهان به دلیل کاهش سریع منابع آبی نمی‌تواند پایدار باشد، بنابراین، یک استفاده لوکس از آب تلقی می‌شود (اسلامینی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). کم‌آبیاری به سه روش عمده کم‌آبیاری ثابت<sup>۲</sup>، کم‌آبیاری بخشی<sup>۳</sup> و کم‌آبیاری تنظیم شده<sup>۴</sup> در باغات قابل اجرا می‌باشد. در کم‌آبیاری بخشی در هر نوبت از آبیاری بخشی از ناحیه ریشه آبیاری می‌شود. کم‌آبیاری یک راهکار مناسب برای تولید محصولات کشاورزی در شرایط کم آبی است که در آن به طور آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز محصول خود را کاهش دهند هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب است اگرچه

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان عملکرد در رژیم آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی انگور به میزان ۲۰/۸۵ کیلوگرم در تاک مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار رژیم آبیاری ۶۰٪ به همراه کاربرد مالچ شیرین‌بیان ۴۰ سانتی‌متر به میزان ۱۶/۲۳ کیلوگرم در تاک نداشت. اما اختلاف معنی‌داری با سایر رژیم‌های آبیاری نشان داد. این نتایج بیانگر این موضوع می‌باشد میزان عملکرد انگور با کاربرد مالچ تفاله شیرین‌بیان به مقدار ۴۰ سانتی‌متر در محدوده ریشه و ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌داری با آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی انگور ندارد و می‌توان از ۶۰ درصد نیاز آبی انگور یعنی به میزان ۳۱۵۰ مترمکعب در هکتار استفاده کرد.

در دسترس بودن آب محدودترین عامل برای بخش تولید محصولات کشاورزی و یکی از تنظیم‌کننده‌های اصلی توزیع جغرافیایی گیاهان است. بیش از دو سوم کل آب

3. Partial Root Zone Drying  
4. Regulated Deficit Irrigation

1. Slamini  
2. Sustained Deficit irrigation

کم‌آبیاری موجب کاهش عملکرد شد که با نتایج سایر محققین مبنی بر کاهش عملکرد بر اثر اعمال کم‌آبیاری مطابقت دارد. جلینی (۱۳۸۵) در تحقیقی به بررسی تأثیر مقدار آب آبیاری و روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد انگور و کارایی مصرف آب پرداخت. نتایج نشان داد که بین دو روش آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما بین سطوح مختلف آبیاری اختلاف معنی‌دار است. نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب در سطوح ۷۵ و ۵۰ درصد نسبت به سطح ۱۰۰ درصد به ترتیب حدود ۱۷ و ۹ درصد بیشتر بوده است.

گرچه کاهش آبیاری منجر به کاهش رشد و عملکرد کل گیاه می‌شود اما در مناطقی با محدودیت منابع آب، کاهش آب مصرفی، کاهش رشد رویشی و زایشی، ایجاد تاج مناسب و کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری باغ از برتری و سودمندی کم‌آبیاری تنظیم شده است (موریانا و همکاران، ۲۰۱۲). روش کم‌آبیاری در شرایط محدود آب و با ایجاد دوره‌های کم‌آبیاری می‌تواند منجر به کاهش میزان رشد رویشی، بهبود ویژگی‌های میوه و درآمد اقتصادی گردد (توگنیتی و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج برخی پژوهشگران مطابقت دارد. نتایج مشابهی توسط غلامی و همکاران (۱۳۹۶) در خصوص تأثیر کم‌آبیاری تنظیم شده (۶۰ درصد نیاز آبی) بر افزایش وزن میوه و سایر خصوصیات کمی میوه زیتون گزارش شده است. افزایش درصد روغن در زیتون رقم کرونائیکی در استان زنجان با تیمار کم‌آبیاری مداوم توسط نیکبخت و همکاران (۱۳۹۱) گزارش شده است. مهربانی‌گوهری و اسدی (۱۳۹۶) نیز در گزارشی بیشترین کارایی مصرف آب را با مصرف ۷۵ درصد نیاز آبی در گوجه‌فرنگی در منطقه جیرفت گزارش کردند. در پژوهشی دیگر کاربرد کم‌آبیاری کنترل شده و آبیاری زیرسطحی در پرتقال رقم مارس‌ارلی در جنوب کرمان سبب ۱۷ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش معنی‌دار رشد رویشی نسبت به آبیاری کامل گردید. در حالیکه هیچگونه تفاوت معنی‌داری در عملکرد محصول مشاهده نگردید (مقبلی‌دامنه و همکاران، ۱۳۹۷). کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب بدون کاهش کمی میزان تولید در نارنگی نولنز توسط کوینانو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است. در پژوهشی دیگر در اسپانیا کاربرد تیمار کم‌آبیاری کنترل شده به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی در پرتقال

نتیجه مستقیم کم‌آبیاری کاهش عملکرد در واحد سطح می‌باشد ولی از مزایای آن می‌توان به کاهش هزینه‌های تولید و هزینه‌های مربوط به استحصال انتقال و توزیع آب افزایش کیفیت میوه کاهش رشد رویشی و بهبود راندمان کاربرد آب اشاره نمود در این میان چون آب عامل اصلی محدودیت کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود کم‌آبیاری به عنوان یک راهبرد مهم در این مناطق مورد توجه محققین قرار گرفته است (نورجو و دولتی‌پلنه، ۱۳۹۹). کم‌آبیاری بخشی ناحیه ریشه یک روش آبیاری موثر است که باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود اگرچه می‌تواند فعالیت ریشه گیاهان را از طریق توزیع ناهمگون رطوبت در خاک تحت تأثیر قرار دهد. در واقع تئوری اساسی زیربنایی این تکنیک استفاده از پاسخ هورمونی ریشه‌ها به تنش آبی است که می‌تواند با کاهش هدایت روزه‌ای و تعرق واکنش‌های فیزیولوژیکی را در اندام‌های هوایی گیاه ایجاد کند. از این رو، گیاه می‌تواند تلفات آب خود را به دلیل تعرق با کاهش غیرقابل توجهی در عملکرد محدود کند. علاوه بر این، این روش آبیاری از نظر به حداقل رساندن آلودگی آب‌های زیرزمینی از طریق کاهش جریان برگشتی آب آبیاری و در نتیجه کاهش قابل توجه شسته شدن نهاده‌های کشاورزی به آب‌های زیرزمینی از اهمیت بالایی برخوردار است (اسلامینی و همکاران، ۲۰۲۲).

کم‌آبیاری در باغات انگور ناحیه خشک جنوب‌غربی چین به عنوان راهکاری مناسب برای کاهش مصرف آب و افزایش کیفیت محصول بدون کاهش عملکرد توصیه شده است به طوری که کارایی مصرف آب به طور متوسط ۳۶/۵ درصد بهبود یافت و نسبت مواد جامد محلول به اسید تارتاریک ۲۸/۷ درصد افزایش پیدا کرد (دو و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه دیگری اعمال ۲۵ و ۵۰ درصد کم‌آبیاری به ترتیب موجب کاهش ۱۳ و ۴۳ درصدی عملکرد شد و بیشترین کارایی مصرف آب با اعمال ۲۵ درصد کم‌آبیاری به دست آمد (جلینی، ۱۳۸۵). تحقیقات دولتی‌پلنه و نورجو (۱۳۸۷) نشان داد متوسط عملکرد شش رقم انگور رایج در استان آذربایجان‌غربی تحت کم‌آبیاری ثلثت در تمام مراحل رشد در تیمارهای بدون تنش (۱۰۰ درصد)، ۲۵ و ۵۰ درصد کم‌آبیاری بترتیب ۱۰/۹، ۱۰/۷ و ۷/۶ تن در هکتار می‌باشد. به عبارتی اعمال

رقم ناولینا باعث صرفه‌جویی در مصرف آب بدون کاهش عملکرد محصول شده است (آگودو و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهشی که به منظور تعیین نیاز آبی انگور یا قوتی انجام گرفت تیمار ۶۰٪ نیاز آبی، حدوداً نقطه آغاز تنش آبی در گیاه می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت بهترین میزان آب آبیاری، معادل ۶۰٪ نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن (۱۹۴۸) با حدود ۳۸۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (شاهرخ‌نیا و کرمی، ۱۳۹۶).

در این پژوهش کاربرد تفاله شیرین‌بیان به‌عنوان مالچ باعث حفظ رطوبت در ناحیه ریشه گیاه شده و میزان تنش آبی را کاهش داده است. ضایعات شیرین‌بیان محصول جانبی کارخانه‌های فراوری گیاهان دارویی است که از آن به‌عنوان خاکپوش برای حفظ رطوبت و اصلاح فیزیکی بستر کشت گیاهان استفاده می‌شود. از تفاله شیرین‌بیان به‌عنوان ماده اصلاح‌کننده در برخی مناطق بویژه در استان فارس مورد استفاده قرار می‌گیرد (ثامنی و تاج‌آبادی، ۱۳۸۶). مخلوط نمودن تفاله شیرین‌بیان با خاک موجب کاهش تبخیر از سطح خاک می‌گردد. با کاهش تبخیر، ذخیره رطوبتی خاک برای تعرق گیاه افزایش و در نتیجه می‌تواند منجر به تولید بیشتر شود. از طرف دیگر با کاهش تبخیر از سطح، انتقال املاح به سطح خاک نیز کاهش می‌یابد که می‌تواند از تخریب ساختمان خاک در دراز مدت جلوگیری نماید. کشاورزان در گذشته با خواص شیرین‌بیان در اصلاح خاک‌های شور آشنا بوده و از آن به‌عنوان گیاه "شیرین‌کننده خاک" یاد می‌کرده‌اند (چراغی، ۱۳۹۵). تفاله شیرین‌بیان منبع مناسبی برای تهیه کمپوست است. نتایج یک تحقیق نشان داد که خصوصیات فیزیکی کمپوست شیرین‌بیان قابل مقایسه با پیت است، در حالی که مواد غذایی آن بالاتر و شوری آن نسبتاً کم است. برای افزایش ارزش غذایی کمپوست شیرین‌بیان، مواد آلی دیگر مانند کودهای دامی و مرغی به اضافه می‌نمایند (مدینا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهشی کاربرد تفاله ریشه شیرین‌بیان به‌دلیل ساختمان متخلخل سبب افزایش کارایی مصرف آب و افزایش عملکرد خیار گلخانه‌ای شده است (رجایی و همکاران، ۱۳۹۴). کاظمینی و همکاران (۱۳۸۶) پسماندهای شیرین‌بیان را به‌عنوان کمپوست آلی بر رشد و عملکرد گندم دیم مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که حداکثر عملکرد گندم دیم در تیمار حاوی کمپوست

شیرین‌بیان به میزان ۳۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در پژوهشی افزایش میزان تفاله شیرین‌بیان، سبب افزایش معنی‌داری در وزن خشک و تر اندام هوایی خیار گردید. با کاهش درصد رطوبت زراعی خاک و میزان تفاله شیرین‌بیان از تعداد گل و میوه، ارتفاع بوته و طول میانگره خیار به‌طور معنی‌داری کاسته شد. اما تیمار ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی و پسماند ۴۰ درصدی شیرین‌بیان سبب افزایش معنی‌داری در وزن تک‌میوه و عملکرد تک بوته گردید. در نهایت با کاربرد تفاله شیرین‌بیان در خیار گلخانه‌ای، می‌توان تا حد زیادی تنش‌های رطوبتی وارده به خیار را کنترل نمود (رجایی و همکاران، ۱۳۹۴).

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که کاهش نیاز آبی انگور به میزان ۶۰ درصد باعث افزایش شدت سبزینه برگ به میزان ۳۵/۴۵ در مقایسه با سایر تیمارها گردید. هرچه شدت سبزینه برگ شاخصی از میزان کلروفیل برگ می‌باشد که هرچه این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده سلامت بیشتر درخت و بالا بودن میزان فتوسنتز برگ می‌باشد. افزایش عملکرد رابطه مستقیمی با میزان کلروفیل برگ دارد. در این پژوهش هر دو تیمار کاهش نیاز آبی و کاربرد مالچ تفاله شیرین‌بیان توانست شدت سبزینه برگ انگور را افزایش دهد. در شرایط کاهش منابع آب، اعمال کم‌آبیاری و استفاده از روش‌های جدید آبیاری می‌تواند منجر به افزایش کارایی مصرف آب، افزایش درآمد خالص و رشد اقتصادی شود. کم‌آبیاری کنترل شده جهت کاهش آب مصرفی در طول دوره مشخصی از رشد گیاه بدون کاهش و یا با کاهش خیلی کم مقدار محصول طراحی و اجرا می‌گردد (گلایی و آخوندعلی، ۱۳۸۶).

جهت بهبود نفوذ آب به داخل خاک و یا حفظ ذخیره رطوبت در آن می‌توان از روش‌های مختلفی بهره برد. یکی از این روش‌ها، استفاده از مواد جاذب‌الرطوبه طبیعی از جمله کمپوست گیاهانی است که دارای ضریب جذب بالای رطوبت هستند (هرناندز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). مواد آلی در خاک موجب اصلاح نفوذپذیری و بهبود زهکشی خاک گردیده و همچنین با حفظ رطوبت کافی از خشکی بیش از اندازه نیز جلوگیری می‌نمایند (قادری و همکاران، ۱۳۹۰). منابع کود آلی از جمله کود دامی، کمپوست حاصل از زباله شهری و ورمی‌کمپوست دارای ارزش



همخوانی دارد (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۲). تأثیر کم‌آبیاری در بهبود کیفیت میوه با افزایش در میزان قند توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (تری‌بای<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷؛ گارسیا-تجرو و مریل-فرناندز<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱). همچنین کاربرد مفید کم‌آبیاری بر میوه گیلاس نیز توسط پولونتو<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. در این پژوهش کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد و کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان باعث کاهش میزان اسیدیته آب انگور در مقایسه با سایر تیمارها گردید. بیشترین میزان اسیدیته آب میوه در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی و بدون کاربرد مالچ شیرین بیان مشاهده گردید. همچنین کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان و کاهش نیاز آبی باعث افزایش میزان پ هاش آب انگور گردید. بیشترین میزان پ هاش آب میوه انگور در تیمار ۸۰٪ و ۴۰٪ نیاز آبی و کاربرد ملج شیرین بیان مشاهده گردید. افزایش میزان پ هاش و کاهش میزان اسید کل در تیمارهای کاهش آبیاری در انگور مرلوت توسط ربیعی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش شده است که نتایج بدست آمده از این پژوهش را تأیید می‌نماید.

#### نتیجه گیری کلی

کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته و با کمبود شدید منابع آب مواجه می‌باشد. آب کالایی ارزشمند و بدون جایگزین می‌باشد که در سال‌های اخیر به شدت کاهش پیدا نموده است. با توجه به اینکه آب مهمترین عامل محدودکننده توسعه کشاورزی در ایران می‌باشد لذا صرفه‌جویی و تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی مهمترین اولویت امروز می‌باشد. با توجه به نتایج دوساله بدست آمده از این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که استفاده از روش‌های کم‌آبیاری (۸۰ تا ۶۰ درصد نیاز آبی معادل ۴۱۵۰ تا ۳۱۵۰ مترمکعب) و آبیاری موضعی (هر بار یک طرف ریشه درخت) و همچنین کاربرد تفاله مالچ شیرین بیان به میزان ۴۰ سانتی‌متر در محدوده ریشه انگور می‌توان ضمن کاهش مصرف آب آبیاری شاهد افزایش کمی و کیفی محصول انگور در تاکستان‌های سی سخت بود. نتایج این تحقیق بیانگر قابلیت اجرای کم‌آبیاری تا ۶۰ درصد نیاز آبی به صورت موضعی و استفاده از مالچ

تغذیه‌ای فراوانی برای محصولات زراعی بوده و مصرف آنها گامی موثر در روند توسعه کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست می‌باشد. یکی از بقایای گیاهی بدست آمده در کارخانه‌های فراوری گیاهان دارویی تفاله شیرین بیان می‌باشد که می‌توان از تفاله آن بعنوان خاکپوش گیاهی جهت حفظ رطوبت و اصلاح فیزیکی بستر کشت گیاهان استفاده نمود (چراغی، ۱۳۹۵؛ للخلال<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). در این پژوهش کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰٪ باعث افزایش مواد جامد محلول آب میوه در مقایسه با سایر تیمارها گردید اما این افزایش با تیمار ۴۰٪ نیاز آبی اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان مواد جامد محلول در رژیم آبیاری ۸۰ و ۴۰٪ نیاز آبی انگور به میزان ۲۱/۰۱ و ۲۰/۹۲ (درصد بریکس) مشاهده گردید. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج برخی پژوهشگران مطابقت دارد. نتایج مشابهی در گزارش ربیعی و همکاران (۱۳۸۲) مبنی بر عدم اختلاف معنی‌دار تیمار کم‌آبیاری و مواد جامد محلول گزارش شده است. افزایش میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه پرتقال ناول با کاهش آب آبیاری تا ۷۵ درصد آبیاری کامل توسط الروسان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است.

در این پژوهش کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد و کاربرد مالچ تفاله شیرین بیان باعث افزایش معنی‌دار شاخص رسیدگی میوه انگور در مقایسه با سایر تیمارها گردید. بیشترین شاخص رسیدگی میوه انگور در بوته‌های تیمار شده با مالچ تفاله شیرین بیان (۱۰ سانتی‌متر در محدوده ریشه) و کاهش نیاز آبی به میزان ۸۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده گردید. شاخص رسیدگی میوه یکی از مهمترین فاکتورهای اندازه‌گیری کیفیت میوه می‌باشد. شاخص رسیدگی از طریق تقسیم میزان مواد جامد محلول (قند و شیرینی) به اسیدیته آب میوه (ترشی) محاسبه می‌گردد و از این آیتم به عنوان شاخص رسیدگی بیان می‌شود. هر چه قدر این شاخص بیشتر باشد نشان دهنده شیرین‌تر بودن مزه آب میوه و هر چه کمتر باشد نشان‌دهنده ترش تر بودن آب میوه می‌باشد. اگر تنش خشکی ملایم در طی رسیدن میوه رخ دهد، تجمع قند و ترکیبات فنلی بیشتر خواهد شد که با نتایج این پژوهش

4. García-Tejero and Muriel-Fernández  
5. Pulvento

1. El-Khallal  
2. Al-Rousan  
3. Treeby

لازم به ذکر است که کلیه اعتبار مالی طرح پژوهشی حاضر، توسط اعتبارات پژوهشی سازمان جهاد کشاورزی استان کهگیلویه و بویراحمد تأمین شده است که بدین وسیله تشکر می‌گردد. از جناب آقای دکتر مجید خزایی عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد به خاطر همکاری در محاسبه نیاز آبی انگور کمال سپاسگزاری را دارم.

تفاله شیرین بیان در سطح تاکستان‌های استان است، لذا ترویج و آموزش روش صحیح و کاربردی کم آبیاری و نحوه صحیح مصرف تفاله شیرین بیان و مصرف ۴۰ درصد نیاز آبی (۳۱۵۰ مترمکعب در هکتار) در تاکستان‌های استان کهگیلویه و بویراحمد ضمن کاهش مصرف آب، می‌تواند باعث افزایش بهره‌وری تولید انگور گردد.

## سپاسگزاری

### منابع

- آبیار، ج. ۱۳۹۵. بررسی کاربرد تفاله شیرین بیان در محیط کشت و اثرات اسید آمینه و پوترسین بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج. ۱۲۴ ص.
- آران، م.، عابدی، ب.، تهرانی‌فر، ع. و پارسا، م. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سه رقم انگور (*Vitis vinifera* L.). علوم باغبانی ۳۱(۲): ۳۱۵-۳۲۶.
- اسدی، و.، غلامی، م.، رسولی، م.، ملکی، م. ۱۳۹۸. اثر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی سه رقم انگور (*Vitis vinifera* L.) تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۹(۳): ۴۵-۵۹.
- آشوری، م.، قاسم‌نژاد، م. و بیگلویی، م. ح. ۱۴۰۰. اثر کم آبیاری بعد از شروع رنگ‌گیری بر عملکرد، کیفیت حبه‌ها و کارایی مصرف آب انگور رقم‌های کشمش و صاحبی. علوم باغبانی ایران. ۵۲(۲): ۳۰۵-۳۱۵.
- بی‌نام. ۱۴۰۰. آمارنامه محصولات کشاورزی سال ۱۴۰۰ (جلد سوم). گزارش محصولات باغبانی و گلخانه‌ای). انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. ۳۲۳ ص.
- تفضلی، ع.، حکمتی، ج. و فیروزه، پ. ۱۳۷۵. انگور. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۴۳ ص.
- توکلی، ع. ۱۳۹۲. کم آبیاری و مدیریت آبیاری تکمیلی گندم آبی و دیم در شهرستان سلسله. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۴(۲۷): ۵۸۹-۶۰۰.
- ثامنی، ع. و تاج‌آبادی‌پور، ا. ۱۳۹۶. تأثیر ماده آلی (تفاله ریشه شیرین بیان) بر خصوصیات شیمیایی و حاصلخیزی خاک. ششمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.
- جلینی، م. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر روش آبیاری قطره‌ای و سطوح مختلف آب بر عملکرد و کارایی مصرف آب در انگور. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷(۲۸): ۶۸-۷۸.
- چراغی، س. ع. ۱۳۹۵. تأثیر ضایعات شیرین بیان بر حفظ رطوبت و شوری خاک. نشریه فنی شماره ۳۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس. ۲۴ ص.
- خان‌احمدی، م.، نقدی‌بادی، ح.، آخوندزاده، ش.، خلیقی‌سیگارودی، ف.، مهرآفرین، ع.، شهریاری، س. و حاجی‌آقایی، ر. ۱۳۹۲. مروری بر گیاه دارویی شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.). فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۲(۲): ۱-۱۲.
- دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۵. انگور (مدیریت جامع کشت، پرورش، تولید و فرآوری آن). انتشارات دانشگاه کردستان. ۷۲۰ ص.
- دولتی‌بانه، ح. و نورجو، ا. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت شش رقم انگور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۲۹ ص.
- ربیعی، و.، طلائی، ع.، پیتزلانگر، ای.، عبادی، ع. و احمدی، ع. ۱۳۸۲. تأثیر کم آبیاری اواخر فصل بر ترکیب میوه در انگور *Vitis vinifera* L. رقم مرلوت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۴): ۹۶۱-۹۶۸.
- رجایی، م.، عطارزاده، م.، موسوی، س. ح. و عطارزاده، م. ۱۳۹۴. استفاده از کمپوست شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*) در کاهش اثر تنش کم آبی در خیار گلخانه‌ای. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵(۳): ۷۹-۹۰.

- رضوی، ر.، وطن‌خواه، ح.، همایونی‌فر، م.، علی‌اشرفی، ب و رضوی، ر. ۱۳۹۸. تاثیر مدیریت کم‌آبیاری به‌روش خشکی موضعی ریشه (PRD) بر عملکرد کمی و کیفی انگور. چهارمین همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. زارعی، م.، مریخی، م و سحرخیز، م.ج. ۱۳۹۳. اثر قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین‌بیان بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). ۳۰(۳): ۳۹۱-۴۰۱.
- شاهرخ‌نیا، م.ع و کرمی، م.ج. ۱۳۹۶. بررسی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد انگور یاقوتی. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۷(۲۶): ۱۰۸-۱۲۲.
- صارمی، م.، فرهادی، ب.، ملکی، ع و فراستی، م. ۱۳۹۴. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب عدس در خرم‌آباد. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۲(۳): ۳۳۷-۳۴۲.
- طاهرخانی، م. ۱۳۹۹. تحلیل اثرات کم‌آبی بر تولید انگور در نواحی روستایی شهرستان تاکستان. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی. ۹(۳۱): ۲۴۲-۲۵۸.
- فرشی، ع.ا.، شریعتی، م.، جاراللهی، ر.، قائمی، م.ر.، شهابی‌فر، م. و تولایی، م.م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان زراعی و باغی کشور. نشر آموزش کشاورزی، ۱۱۴ ص.
- قادری، ن.، طلائی، ع.، عبادی، ع. و لسانی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی و آبیاری مجدد بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سه رقم انگور شاهانی، فرخی و بیدانه سفید. علوم باغبانی ایران. ۴۱(۲): ۱۷۷-۱۸۸.
- کاظمینی، ع.، غدیری، ح.، کریمیان، ن.، کامکارحقیقی، ع.ا و خردنام، م. ۱۳۸۶. اثر برهمکنش نیتروژن و مواد آلی بر رشد و عملکرد گندم دیم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۴۵): ۴۶۱-۴۷۰.
- کریمی، م. ۱۳۹۶. برنامه‌ریزی آبیاری در باغات انگور. نشر آموزش کشاورزی. ۲۴ ص.
- گلایی، م و آخوندعلی، م.ر. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر افزایش فشار کارکرد سیستم بر توسعه حرکت آب در خاک خشک از طریق کارگذاری لوله تراوا به شکل عمودی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴(۵): ۲۱۶-۲۲۴.
- گودرزی، م.، عباسی، ف. و هدایتی‌پور، ا. ۱۳۹۹. ارزیابی شاخص‌های مدیریت آب آبیاری در تولید انگور (مطالعه موردی استان مرکزی). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۶(۱۴): ۲۰۰۳-۲۰۱۲.
- مستوفی، ی. و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶ ص.
- مقبلی‌دامنه، ا.، فتحی، ر.، قربانی، ب.، ربیعی، غ.، اسفندیاری، ص. ۱۳۹۷. تأثیر کم‌آبیاری بر رشد رویشی، عملکرد و کارایی مصرف آب پرتقال مارس‌ارلی در جنوب کرمان. به‌زراعی کشاورزی، ۲۰(۳): ۷۰۷-۷۱۸.
- مهرابی‌گوهری، ا و اسدی، ر. ۱۳۹۶. بررسی عملکرد گوجه‌فرنگی تحت تأثیر کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه. مدیریت آب و آبیاری، ۷(۲): ۲۵۷-۲۷۲.
- نجائبان، م.ع.، مستشاری‌محصل، م. و عشقی، م. ۱۳۹۵. راهنمای انگور (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۲۵۵ ص.
- نورجو، ا و دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۹. کم‌آبیاری در باغات انگور (مطالعه موردی: استان آذربایجان‌غربی). مجله ترویجی انگور. ۲(۲): ۲۶-۳۱.
- نیکبخت، ج.، طاهری، م و سکاکی، م. ۱۳۹۱. اثر کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی میوه و روغن زیتون رقم کرونائیکی. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۶(۱): ۷۱-۸۰.
- Aguado, A., Frías, J., García-Tejero, I., Romero, F., Muriel, J.L. and Capote, N. 2012. Towards the improvement of fruit-quality parameters in citrus under deficit irrigation strategies. International Scholarly Research Notices, (96): 1-9.
- Al-Rousan, W.M., Ajo, R.Y., Angor, M.M., Osaili, T. and Bani-Hani, N.M., 2012. Impact of different irrigation levels and harvesting periods on the quantity and quality of Navel oranges (*Citrus sinensis*) and fruit juice. Journal of Food, Agriculture and Environment, 10(2): pp.115-119.
- Du, T., Kang, S., Zhang, J., Li, F. and Yan, B. 2008. Water use efficiency and fruit quality of table grape under alternate partial root-zone drip irrigation. Agricultural water management, 95(6): 659-668.

- Elhani, S., Haddadi, M., Csákvári, E., Zantar, S., Hamim, A., Villányi, V., Douaik, A. and Bánfalvi, Z. 2019. Effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on yield, irrigation water-use efficiency and some potato (*Solanum tuberosum* L.) quality traits under glasshouse conditions. *Agricultural Water Management*, 224: 105745.
- El-Khallal, S.M., Hathout, T.A., Ahsour, A.E.R.A. and Kerrit, A.A.A., 2009. Brassinolide and salicylic acid induced antioxidant enzymes, hormonal balance and protein profile of maize plants grown under salt stress. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4), pp.391-402.
- Faci, J.M., Blanco, O., Medina, E.T. and Martínez-Cob, A. 2014. Effect of post veraison regulated deficit irrigation in production and berry quality of Autumn Royal and Crimson table grape cultivars. *Agricultural Water Management*, 134: 73-83.
- García-Tejero, I. and Muriel-Fernández, J.L., 2011. Long-term impact of sustained-deficit irrigation on yield and fruit quality in sweet orange cv. Salustiana (SW Spain). *Comunicata Scientiae*, 2(2), pp.76-84.
- Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J.L. and García, C. 2014. Towards a more sustainable fertilization: Combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 196(15): 178-184.
- Medina, S., Krassnovsky, A., Yogev, A. and Raviv, M. 2011. Horticultural characteristics of licorice waste compost. *Compost Science & Utilization*, 19(3): 163-169.
- Moriana, A., Pérez-López, D., Prieto, M.H., Ramírez-Santa-Pau, M. and Pérez-Rodríguez, J.M. 2012. Midday stem water potential as a useful tool for estimating irrigation requirements in olive trees. *Agricultural Water Management*, 112: 43-54.
- Penman, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, 193(1032), pp.120-145.
- Pinillos, V., Chiamolera, F.M., Ortiz, J.F., Hueso, J.J. and 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.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Andria, R., Lavini, A. and Calandrelli, D. 2008. Effects of deficit irrigation on two cherry tomato cultivars in hilly areas. *Irrigation in Mediterranean agriculture: challenges and innovation for the next decades*, 177-184.
- Quiñones, A., Polo-Folgado, C., Chi-Bacab, U., Martinez-Alcántar, B. and Legaz, F. 2012. Water productivity and fruit quality in deficit drip irrigated citrus orchards. *Irrigation systems and practices in challenging environments*. InTech, New York, pp.33-56.
- Santesteban, L.G., Miranda, C. and 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.
- Shivaputra, S.S., Patil, C.P., Swamy, G.S.K. and Patil, P.B. 2004. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya. *Mycorrhiza News*, 16(3): 12-13.
- Slamini, M., Sbaa, M., Arabi, M. and Darmous, A. 2022. Review on Partial Root-zone Drying irrigation: Impact on crop yield, soil and water pollution. *Agricultural Water Management*, 271: 107807.
- Tognetti, R., d'Andria, R., Lavini, A. and Morelli, G. 2006. The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). *European journal of agronomy*, 25(4): 356-364.
- Treeby, M.T., Henriod, R.E., Bevington, K.B., Milne, D.J. and Storey, R. 2007. Irrigation management and rootstock effects on navel orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] fruit quality. *Agricultural water management*, 91(1-3): 24-32.