



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفیت فراوری انگور در صنایع غذایی با در نظر گرفتن شرایط مختلف آبیاری

امیر نورجو*^۱، ایرج کریمی ثانی^۲، پرویز احمدی قشلاق^۳، فرید امیر شقاقی^۴

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲- محقق بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۳- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۴- مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۸

کلمات کلیدی:

انگور،

مواد جامد محلول

اسیدیته،

استخراج

DOI: 10.48311/fsct.2026.84078.0

* مسئول مکاتبات:

nourjou@gmail.com

کیفیت اولیه انگور به عنوان ماده خام در صنایع غذایی، به ویژه در تولید آب میوه، کنسانتره و فراورده‌های تخمیری، به طور مستقیم تحت تأثیر شرایط رشد و مدیریت آبیاری قرار دارد. در این پژوهش، اثر سطوح مختلف مصرف علف کش ترفلان در سیستم آبیاری زیرسطحی (SDI) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و فناوری میوه انگور طی دو سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ در منطقه ارومیه بررسی شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و تیمارهای شامل: آبیاری زیرسطحی بدون ترفلان (شاهد)، سه سطح تزریق مرحله‌ای ترفلان (۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم)، لوله‌های CC، آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای سطحی انجام گرفت. شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته (pH) و حجم آب میوه بود. نتایج نشان داد استفاده از ترفلان در دوزهای پایین (۱۵۰ میلی گرم) و متوسط (۳۰۰ میلی گرم) بهبود معناداری در کیفیت انگور از نظر TSS، pH و میزان آب قابل استخراج ایجاد کرد و این امر برای صنایع تبدیلی بسیار مطلوب است. در مقابل، دوز بالای ترفلان (۶۰۰ میلی گرم) به دلیل بروز سمیت، منجر به کاهش کیفیت و عملکرد گردید. به طور کلی، یافته‌ها اهمیت مدیریت بهینه مصرف ترفلان در آبیاری زیرسطحی را برای ارتقای کیفیت انگور فراوری شده و تولید مواد اولیه استاندارد در صنایع غذایی نشان می‌دهد.

۱-مقدمه

ایران با دارا بودن شرایط اقلیمی متنوع و موقعیت جغرافیایی ممتاز، یکی از تولیدکنندگان برجسته انگور در جهان محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که با سطح زیر کشت حدود ۳۰۲ هزار هکتار و تولید سالانه نزدیک به ۱.۷ میلیون تن، جایگاه ششم جهانی این محصول را به خود اختصاص داده است [۱]. استان آذربایجان غربی، به عنوان یکی از قطب‌های مهم تولید انگور، با بیش از ۲۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۶۶ هزار تن، نقش کلیدی در تأمین ماده اولیه صنایع غذایی کشور دارد. بخش قابل توجهی از این تولیدات، علاوه بر مصرف تازه، در فراوری محصولات متنوعی نظیر آب‌میوه، شیر، کشمش، کنساتره، سرکه و فرآورده‌های تخمیری به کار می‌رود که کیفیت بالای میوه اولیه نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای کیفیت نهایی این محصولات دارد [۲].

با توجه به بحران کم‌آبی در ایران و اهمیت حفظ منابع آبی، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین آبیاری به‌ویژه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) به عنوان راهکاری مؤثر برای افزایش کارایی مصرف آب و بهبود ویژگی‌های کیفی انگور در صنایع غذایی مطرح شده است. این سیستم با تأمین یکنواخت آب و مواد مغذی در منطقه ریشه، موجب رشد بهتر و بهبود شرایط فیزیولوژیکی گیاه شده و در نتیجه افزایش شاخص‌های مهم کیفی مانند میزان مواد جامد محلول (TSS)، pH مناسب و حجم آب‌میوه استخراجی را به دنبال دارد که همگی پارامترهایی کلیدی در بهبود طعم، ماندگاری و قابلیت فراوری میوه به شمار می‌روند [۳، ۴].

از سوی دیگر، انسداد قطره‌چکان‌ها ناشی از رشد ریشه‌های موئین، یکی از چالش‌های اصلی بهره‌برداری بلندمدت سیستم‌های آبیاری زیرسطحی است که می‌تواند کیفیت تغذیه گیاه را کاهش داده و به‌صورت غیرمستقیم، بر کیفیت میوه و فرآورده‌های غذایی حاصل از آن اثرگذار باشد [۵]. در این زمینه، استفاده هدفمند و مرحله‌ای از علف‌کش ترفلان به عنوان راهکاری مؤثر برای کنترل رشد ریشه در

اطراف قطره‌چکان‌ها، ضمن جلوگیری از انسداد و حفظ کارایی سیستم آبیاری، موجب بهبود کیفیت فیزیکوشیمیایی انگور و افزایش بازده فراوری آن شده است [۶].

کاربرد روش‌های نوین آبیاری همچون آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت فیزیکوشیمیایی انگور ایفا می‌کند. یکنواختی تأمین آب و تغذیه مطلوب ریشه، فرآیندهای متابولیکی مرتبط با سنتز قندها و کاهش اسیدیته را تسهیل کرده که در نهایت منجر به افزایش میزان مواد جامد محلول (TSS) و بهبود طعم و شیرینی میوه می‌شود. این ویژگی‌ها به‌طور مستقیم بر کیفیت حسی و ارزش تغذیه‌ای محصولات فراوری شده نظیر آب‌میوه و کنساتره تأثیرگذار است و از منظر صنایع غذایی، افزایش TSS به معنی افزایش بازده استخراج و بهبود کیفیت نهایی محصول به شمار می‌آید [۷]. همچنین، حفظ تعادل pH میوه در محدوده بهینه، ضمن بهبود طعم، در فرآیندهای نگهداری و کنترل میکروبی محصولات نقش حیاتی دارد [۸، ۹].

انسداد قطره‌چکان‌ها به‌دلیل رشد ریشه‌های مزاحم، چالشی است که می‌تواند کارایی سیستم آبیاری و کیفیت محصول غذایی را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. علف‌کش ترفلان با ماندگاری بالا و قابلیت تزریق مرحله‌ای، نقش کلیدی در کنترل این مشکل دارد؛ به طوری که با جلوگیری از نفوذ ریشه به ناحیه قطره‌چکان‌ها، عملکرد سیستم آبیاری زیرسطحی حفظ شده و توزیع آب به صورت یکنواخت و پایدار انجام می‌شود [۱۰، ۱۱]. این کنترل مؤثر، شرایط ایده‌آل برای رشد سالم ریشه و جذب بهتر مواد مغذی فراهم می‌آورد و به‌صورت مستقیم بر بهبود کیفیت فیزیکوشیمیایی انگور و افزایش حجم آب‌میوه تأثیر مثبت می‌گذارد. از این رو، مدیریت هوشمندانه مصرف ترفلان ضمن جلوگیری از اثرات منفی احتمالی، به بهبود شاخص‌های کیفی محصول کمک شایانی می‌کند [۱۲، ۱۳].

۲-۱- روش‌های اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه انگور

برای ارزیابی کیفیت فیزیکوشیمیایی میوه انگور، شاخص‌هایی مانند مواد جامد محلول (TSS)، pH، اسیدیته قابل تیتر (TA)، و حجم آب‌میوه استخراج‌شده اندازه‌گیری شدند. این شاخص‌ها نقش مهمی در تعیین ویژگی‌های کیفی، قابلیت نگهداری، و پذیرش مصرف‌کننده دارند.

۲-۱-۱. اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS)

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) در نمونه‌های انگور، ابتدا تعدادی از حبه‌های رسیده و سالم از هر تیمار برداشت شده و پس از له‌کردن با استفاده از هاون یا آب‌میوه‌گیر، عصاره حاصل از طریق صافی پارچه‌ای یا کاغذ صافی صاف گردید تا نمونه‌ای شفاف به‌دست آید. دمای عصاره به ۲۰ درجه سلسیوس تنظیم شد تا خطای ناشی از دما کاهش یابد. سپس با استفاده از رفاکتمتر دستی یا دیجیتال که قبلاً با آب مقطر کالیبره شده بود، یک یا دو قطره از عصاره صاف‌شده بر روی منشور دستگاه قرار داده شد و مقدار بریکس ($Brix^\circ$) به‌عنوان شاخص TSS قرائت گردید. در صورتی که دستگاه فاقد جبران دمایی خودکار بود، اصلاح دما بر اساس جدول مربوطه اعمال شد. این اندازه‌گیری برای هر تیمار در سه تکرار انجام شد و میانگین آن ثبت گردید [۱۴].

۲-۱-۲. اندازه‌گیری pH

برای اندازه‌گیری pH آب‌میوه انگور، از pH متر دیجیتال استفاده شد که پیش از استفاده با محلول‌های بافر استاندارد با pH برابر با ۴٫۰ و ۷٫۰ کالیبره گردید. نمونه صاف‌شده آب‌میوه به‌گونه‌ای در ظرف تمیز ریخته شد که الکتروود دستگاه به‌طور کامل در محلول غوطه‌ور گردد. اندازه‌گیری در دمای اتاق انجام گرفت و پس از پایداری عدد نمایش داده‌شده روی دستگاه، مقدار نهایی pH ثبت شد. برای هر

با توجه به اهمیت کیفیت فیزیکوشیمیایی میوه انگور در صنایع غذایی، از جمله شاخص‌هایی چون میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته (pH) و حجم آب‌میوه استخراجی، بررسی اثر روش‌های نوین مدیریت آبیاری و کنترل رشد ریشه بر این پارامترها از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از محصولات باغی استراتژیک و پرارزش ایران به شمار می‌رود که علاوه بر مصرف تازه‌خوری، به‌عنوان ماده اولیه در تولید فرآورده‌های متنوعی نظیر آب‌میوه، کشمش، شیر، سرکه و کنسانتره انگور کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی دارد. کیفیت فیزیکوشیمیایی انگور به‌طور مستقیم بر ویژگی‌های حسی، ارزش تغذیه‌ای و قابلیت فرآوری این محصولات تأثیرگذار است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر دوزها و الگوهای مختلف تزریق ترفلان در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر کنترل انسداد ریشه‌ای، توسعه سیستم ریشه، عملکرد و بهبود کیفیت فرآوری میوه انگور در تاکستان‌های استان آذربایجان غربی طراحی و اجرا شده است.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تزریق مرحله‌ای ترفلان در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) بر بهبود عملکرد و کیفیت میوه انگور به‌منظور ارتقاء ارزش فرآوری آن در صنایع غذایی انجام شد. در این پژوهش از رقم انگور بیدانه سفید (کشمشی) استفاده شد که یکی از ارقام غالب و تجاری منطقه ارومیه برای مصارف فرآوری (تولید کشمش، شیر و آب‌میوه) محسوب می‌شود. آزمایش طی دو سال زراعی متوالی (۱۴۰۲ و ۱۴۰۳) در یکی از باغ‌های یکنواخت و بالغ انگور واقع در منطقه ارومیه، به‌عنوان یکی از قطب‌های مهم تولید انگور کشور، اجرا گردید. انتخاب باغ با شرایط یکنواخت به لحاظ نوع رقم، سن بوته، وضعیت خاک و نحوه مدیریت، با هدف کاهش خطای آزمایشی و افزایش دقت در ارزیابی اثر تیمارها بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه صورت گرفت.

تیمار سه تکرار انجام شد و میانگین آن به عنوان مقدار نهایی گزارش گردید [۱۵].

۳-۱-۲. اسیدپته قابل تیتراژ

برای تعیین اسیدپته قابل تیتراژ، مقدار مشخصی از نمونه آب میوه (۱۰ میلی لیتر) برداشته و با حجم معینی از آب مقطر رقیق شد. سپس محلول حاصل با محلول هیدروکسید سدیم ۰.۱ نرمال (NaOH 0.1 N) در حضور چند قطره معرف فنل فتالین تیتراژ گردید تا رنگ محلول به صورتی کم رنگ و پایدار تغییر کند که نشان دهنده رسیدن به نقطه پایان واکنش بود. مقدار مصرفی NaOH ثبت شد و میزان اسیدپته نمونه بر حسب درصد اسید تارتاریک محاسبه گردید [۱۶].

۴-۱-۲. اندازه گیری حجم آب میوه استخراج شده

برای اندازه گیری حجم آب میوه استخراج شده، مقدار مشخصی از میوه های تازه و سالم پس از توزین، با استفاده از دستگاه آب میوه گیری دستی یا برقی فشرده شدند تا عصاره میوه از تفاله جدا گردد. سپس تفاله ها حذف شده و حجم آب میوه صاف شده با استفاده از استوانه مدرج مدرج (با دقت میلی لیتر) اندازه گیری و ثبت گردید. این شاخص به عنوان معیار بازده آب گیری و میزان آب قابل استخراج از میوه در شرایط فراوری عمل می کند و به طور غیرمستقیم بیانگر درصد رطوبت نسبی میوه است [۱۷].

۳-۱-۵. تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی تأثیر دوزها و روش های مختلف کاربرد علف کش ترفلان در سیستم آبیاری زیرسطحی بر عملکرد کمی و کیفی انگور، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در یک باغ انگور واقع در ارومیه اجرا شد.

آزمایش شامل پنج تیمار اصلی بود:

C(۰): تیمار شاهد بدون مصرف ترفلان، با استفاده از آبیاری زیرسطحی معمولی.

C(۵۰+۵۰+۵۰): تزریق مرحله ای ترفلان در سه نوبت (تیر، مرداد و شهریور)، در هر نوبت ۵۰ میلی گرم به ازای هر قطره چکان، مجموعاً ۱۵۰ میلی گرم.

C(۱۰۰+۱۰۰+۱۰۰): تزریق مرحله ای ترفلان در سه نوبت، در هر نوبت ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر قطره چکان، مجموعاً ۳۰۰ میلی گرم.

C(۲۰۰+۲۰۰+۲۰۰): تزریق مرحله ای ترفلان در سه نوبت، در هر نوبت ۲۰۰ میلی گرم به ازای هر قطره چکان، مجموعاً ۶۰۰ میلی گرم.

CC (قطره چکان های حاوی ترفلان): در این تیمار از لوله های ویژه ای استفاده شد که در ساختار آنها، ترفلان به صورت تعبیه شده وجود داشته و در طی زمان، این ماده به آهستگی و در مجاورت ناحیه ریشه آزاد می شود. این نوع کاربرد، مشابه رویکرد کنترل آهسته رهش است که از نظر یکنواختی در جلوگیری از رشد ریشه در ناحیه بحرانی قطره چکان ها مزیت دارد.

بررسی این تیمارها به ویژه از منظر تأثیر آنها بر شاخص هایی نظیر مواد جامد محلول (TSS)، اسیدپته (pH) و حجم آب میوه، که معیارهای کلیدی در پذیرش صنعتی انگور به شمار می روند، انجام شد. تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار Minitab 13 انجام گرفت.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی انگور

از منظر فناوری مواد غذایی و کیفیت فراوری، نتایج حاصل از بررسی اثر مدیریت مصرف ترفلان در آبیاری زیرسطحی بر انگور، پیامدهای دوگانه ای را آشکار می سازد.

نهایی را با چالش مواجه می‌کند. شاخص‌های کلیدی دیگری نظیر مجموع مواد جامد محلول ($CV=5.50\%$) و pH ($CV=3.75\%$) نوسانات متوسطی را نشان می‌دهند. تغییرات مواد جامد محلول، که مستقیماً بر شیرینی و درجه بریکس تأثیر دارد، احتمالاً ناشی از تأثیر متقابل تنش بر فتوسنتز و اثر تغلیظی آن بر حبه‌ها است [۱۸، ۱۹]. در حالی که نوسان ملایم‌تر pH، به لطف سیستم‌های بافری طبیعی میوه، بخشی از تغییرات شدید اسیدیته را خنثی کرده و کنترل فرآیندهای تخمیری و حرارتی را تسهیل می‌نماید [۲۰]. در مجموع، هرچند این شیوه مدیریتی پتانسیل بالایی در تأمین ماده اولیه با بازده آب‌گیری یکنواخت دارد، اما نوسانات قابل توجه در اسیدیته نیازمند پایش دقیق و کنترل کیفی در خط تولید است تا بتوان به محصولی با ویژگی‌های حسی و پایداری استاندارد دست یافت.

مهم‌ترین یافته برای صنایع تبدیلی، یکنواختی استثنایی در شاخص "آب میوه" ($CV=1.75\%$) است که نشان می‌دهد علی‌رغم تنش شیمیایی وارده از علف‌کش، بهره‌وری بالای سیستم آبیاری زیرسطحی (SDI) توانسته است وضعیت هیدراتاسیون میوه را پایدار نگه دارد. این ثبات، یک مزیت اقتصادی قابل توجه برای صنایعی مانند تولید آب‌میوه و کنسانتره است، زیرا راندمان استخراج و حجم تولید قابل پیش‌بینی خواهد بود. در مقابل، بیشترین چالش صنعتی در نوسان شدید "اسیدیته قابل تیترا" ($CV=10.36\%$) (TA) مشاهده می‌شود. از آنجایی که اسیدهای آلی به‌عنوان شاخص پاسخ گیاه به استرس عمل می‌کنند، دوزهای متفاوت ترفلان منجر به پاسخ‌های متابولیکی نامنظم و در نتیجه، عدم یکنواختی در پروفایل طعمی (ترشی)، پایداری میکروبی و نیازهای فرآوری (مانند اصلاح فرمولاسیون در تولید ژله) شده است [۱۸]. این پراکندگی، استانداردسازی محصول

Table 1. Descriptive Statistics (Mean, Standard Deviation, and Coefficient of Variation) for Physicochemical and Agronomic Traits of Grapevine under Subsurface Drip Irrigation with Treflan Application

Trait	Mean	Std. Dev	CV%
TSS	21.2	1.166	5.50%
TA	0.56	0.058	10.36%
pH	3.12	0.117	3.75%
Juice Content	81.0	1.414	1.75%
Root Volume	33.0	3.162	9.58%

تجزیه واریانس صفات میوه انگور در تیمارهای مختلف در جداول ۵ آورده شده است.

Table 2. Analysis of Variance: Sum of Squares for All Traits Evaluated in Subsurface Drip Irrigation with Treflan Herbicide Injection in Grapevine (Urmia, 2012–2013)

SOURCE OF VARIATION	TSS (°BRIX)	TA (MEQ/100 ML)	PH	JUICE VOLUME (ML)
YEAR	128.427	0.165984	0.170751	3080.94
TREATMENT	310.37	0.155444	0.110828	12549.00
REPET	0.250 ^{ns}	0.000231	0.000386	88.30
YEARTREATMENT	2.688	0.005231	0.002787	151.80
ERROR	7.519	0.003367	0.002287	106.30

۳-۱-۱. تغییرات TSS

با توجه به اثر متقابل تیمار سال، جدول مقایسه میانگین ها اثر متقابل را نشان می دهد. مواد جامد محلول یکی از مهم ترین شاخص های کیفی در ارزیابی میوه ها به ویژه انگور است، که مستقیماً بر طعم، تعادل حسی، پایداری میکروبی، و فرآورده های صنعتی نظیر تخمیر و تولید کنسانتره و آب میوه اثرگذار است [۲۱، ۲۲]. در این پژوهش، داده های جدول ۳ نشان داد که تیمارهای مختلف ترفلان در سیستم آبیاری زیرسطحی تأثیر معناداری بر کاهش مقدار TA در میوه انگور داشتند، که این تغییرات از دیدگاه صنعتی بسیار حائز اهمیت است.

بر اساس تحلیل واریانس، کیفیت فیزیکوشیمیایی و پتانسیل فراوری انگور به طور معنی داری تحت تأثیر دو عامل اصلی تیمار و سال زراعی قرار گرفته است، اما هر یک بر جنبه های متفاوتی از محصول اثرگذار بوده اند. عامل تیمار (روش کاربرد ترفلان)، با داشتن بیشترین سهم از واریانس، به عنوان تعیین کننده ی اصلی ویژگی های مرتبط با عملکرد و بازدهی صنعتی، یعنی میزان مواد جامد محلول (TSS) و حجم آب میوه انگور، شناسایی می شود. این بدان معناست که مدیریت کشاورزی مستقیماً کیفیت فیزیکی و میزان محصول قابل استحصال را کنترل می کند. در مقابل، عامل سال زراعی، تأثیر غالب را بر شاخص های شیمیایی کلیدی یعنی اسیدیته (TA) و pH داشته است که نشان دهنده نقش برجسته ی شرایط اقلیمی سالانه بر پروفایل طعم و پایداری میکروبی محصول نهایی است.

Table 3. Comparison of the Mean Physicochemical Characteristics of Grape Fruit under Different Terflan Treatments in Two Growing Seasons 1 and 2 years for TSS

Treatment	First year (Mean- Grouping)	Second year (Mean - Grouping)
C(0)	20.00 F	22.55 C
C(50+50+50)	23.78 B	26.49 A
C(100+100+100)	23.81 B	26.79 A
C(200+200+200)	21.51 D	24.45 B
CC	20.39 E,F	23.56 B
11	18.94 G	21.11 D,E
12	17.88 H	19.75 F,G

و ۰/۶۳، بالاترین سطوح اسیدیته را داشتند که با کاهش مقادیر TSS همراه بود. این ویژگی ممکن است به ایجاد طعم ترش و نامطلوب در محصول نهایی منجر شده و مصرف مستقیم یا فراوری آن را در برخی محصولات محدود کند [۲۳].

نتایج تیمارهای C(50+50+50) و C(200+200+200) نیز روندی مشابه داشتند؛ به گونه ای که در سال دوم، اسیدیته آن ها به ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۴۳ ثبت شد. این مقادیر، نسبت به

در میان تیمارها، تیمار C(100+100+100) در سال دوم کمترین مقدار TA را با میانگین ۰/۴ گرم اسید تارتاریک بر ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه ثبت کرد و از نظر آماری در گروه I قرار گرفت. کاهش اسیدیته در این سطح، می تواند نسبت قند به اسید (Brix/TA) را به طور قابل توجهی افزایش دهد؛ شاخصی که در علوم صنایع غذایی، عامل تعیین کننده ای در مطلوبیت طعمی، شیرینی متعادل، و انتخاب میوه برای تولید آب میوه ها، شراب و کنسانتره های با کیفیت بالا است. در مقابل، تیمارهای آبیاری سطحی (۱۱ و ۱۲)، با مقادیر ۰/۶۲

شاهد (Co) که TA برابر با ۰/۴۹ داشت، کاهش نشان دادند. این کاهش اسیدیته، به‌ویژه در ترکیب با افزایش TSS، منجر به بهبود طعم، کاهش نیاز به شیرین‌کننده‌های مصنوعی و افزایش پایداری فرآورده‌های تخمیری در صنعت می‌شود. چنین کیفیتی به‌ویژه برای انگورهایی که در تولید شراب یا نوشیدنی‌های تخمیری کاربرد دارند، بسیار ارزشمند است. تیمار CC (رهایش تدریجی ترفلان) نیز کاهش نسبتاً مناسبی در TA داشت (۰/۴۶)، که در کنار افزایش نسبی TSS، می‌تواند در فرآورده‌هایی که به تعادل طعمی نیاز دارند (مانند نوشیدنی‌های طبیعی، آب‌میوه‌های شفاف یا نیمه‌شفاف) مناسب باشد.

در واقع اسیدیته قابل تیتراژ (TA) یکی از شاخص‌های کلیدی کیفیت میوه انگور است که نشان‌دهنده میزان اسیدهای آلی محلول در آب‌میوه بوده و نقش مهمی در تعیین تعادل طعمی، ماندگاری، و فرآورده‌های تخمیری در صنایع غذایی ایفا می‌کند. این شاخص به‌طور مستقیم بر حس طعم ترشی و تازگی محصول تأثیرگذار است و با تغییر در میزان اسیدهای اصلی مانند اسید تارتاریک و مالیک، میزان TA نیز دستخوش تغییر می‌شود [۲۴]. کاهش معنادار TA در تیمارهای دارای مدیریت بهینه آبیاری زیرسطحی و کاربرد کنترل‌شده علف‌کش ترفلان نشان می‌دهد که شرایط مطلوب رطوبتی و تغذیه‌ای، فرآیند رسیدگی میوه را تسریع کرده و

تجزیه اسیدهای آلی را افزایش می‌دهد؛ در نتیجه میوه‌هایی با طعم متعادل‌تر و مطلوب‌تر برای مصرف تازه یا فرآوری تولید می‌شود. از منظر صنایع غذایی، کاهش TA به همراه افزایش TSS موجب افزایش نسبت قند به اسید شده که پارامتری حیاتی برای کیفیت ارگانولپتیکی و پذیرش مصرف‌کننده است [۲۵] و فرآورده‌های مشتق از انگور، مانند آب‌میوه و شراب، را با طعم بهتر و ماندگاری بیشتر همراه می‌سازد [۲۶]. بنابراین اندازه‌گیری دقیق TA به عنوان استاندارد در کنترل کیفیت محصولات باغی، به ویژه در تولیدات صنعتی، اهمیت فراوان دارد و مدیریت صحیح کشاورزی می‌تواند نقش مؤثری در بهبود این شاخص ایفا نماید.

همچنین بر اساس مطالعات پیشین، کاهش TA در کنار افزایش TSS، سبب بهبود شاخص‌های حسی میوه مانند شیرینی ملایم و کاهش تلخی و تندی اسیدیته می‌شود. این تغییرات، هم برای مصرف تازه و هم برای کاربرد صنعتی بسیار مطلوب است. همان‌طور که Yavuz و همکاران (۲۰۲۰) نیز اشاره کرده‌اند، کنترل مؤثر آب و مواد شیمیایی از طریق آبیاری زیرسطحی می‌تواند منجر به تنظیم تعادل اسیدیته در میوه شده و کیفیت آن را از نظر فرآوری ارتقا بخشد [۲۷].

Table4. Comparison of the Mean Physicochemical Characteristics of Grape Fruit under Different Terflan Treatments in Two Growing Seasons 1 and 2 years for TA

Treatment	First year (Mean- Grouping)	Second year (Mean Grouping)
12	0.63 A	0.51 D
11	0.62 A,B	0.49 D,E
C(0)	0.60 B	0.49 D,E,F
CC	0.55 C	0.46 F,G
C(200+200+200)	0.51 D	0.43 G,H
C(50+50+50)	0.49 D,E	0.42 H,I
C(100+100+100)	0.47 E,F	0.40 I

۲-۱-۳. تغییرات pH میوه انگور

تغییرات pH در میوه انگور تحت تأثیر تیمارهای مختلف ترفلان در این پژوهش نشان داد که کاربرد مرحله‌ای این علف‌کش در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، به‌ویژه

pH در واکوئل سلول میوه، افزایش pH را در پی دارد. این تغییر، از منظر صنایع غذایی بسیار مهم است، زیرا pH بالاتر در محدوده بهینه نه تنها شرایط مناسبی برای تخمیر کنترل شده و حفظ رنگ پایدار محصولات فراوری شده (مانند شراب و آب میوه‌های طبیعی) فراهم می‌کند، بلکه با کاهش تیزی طعم اسیدی، طعمی ملایم‌تر و مطلوب‌تر به مصرف‌کننده ارائه می‌دهد [۲۸] و تعادلی بهینه میان TSS و اسیدیته فراهم می‌سازد؛ تعادلی که برای تولید محصولات سالم، طبیعی و با ارزش افزوده بالا اهمیت کلیدی دارد [۲۹].

در تیمارهای C(100+100+100) و C(50+50+50)، به‌طور معناداری موجب افزایش pH میوه در هر دو سال زراعی شد؛ به‌طوری‌که مقادیر pH در این تیمارها به حدود ۳.۰۹ رسید، در حالی‌که تیمارهای فاقد ترفلان با آبیاری سطحی (۱۱ و ۱۲) pH پایین‌تری در حدود ۲.۹۸ تا ۳.۰۵ نشان دادند. افزایش pH حاصل از تیمارهای بهینه، نتیجه بهبود شرایط ریشه‌زایی، تغذیه و ثبات رطوبتی در خاک است که منجر به سنتز بیشتر قندها (افزایش TSS) و تجزیه مؤثر اسیدهای آلی مانند تارتاریک و مالیک می‌شود؛ فرآیندی که با کاهش یون

Table 5. Comparison of the Mean Physicochemical Characteristics of Grape Fruit under Different Terflan Treatments in Two Growing Seasons 1 and 2 years for pH

Treatment	First year (Mean- Grouping)	Second year (Mean- Grouping)
C(0)	3.0000 G	3.0533 C,D,E
C(50+50+50)	3.0533 C,D,E	3.0900 A
C(100+100+100)	3.0633 C,D	3.0967 A
C(200+200+200)	3.0400 E,F	3.0833 A,B
CC	3.0233 F	3.0667 B,C
11	2.9900 G,H	3.0500 C,D,E
12	2.9800 H	3.0467 D,E

[۳۱]. همچنین، افزایش pH موجب پایداری بهتر رنگ آنتوسیانین‌ها در محصولات قرمز و حفظ خواص حسی مطلوب می‌شود. ناکارآمدی آبیاری سطحی و انسداد قطره‌چکان‌ها در تیمارهای شاهد باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته شد که علاوه بر کاهش کیفیت طعمی، می‌تواند ماندگاری و فراوری محصول را با مشکل مواجه سازد. بنابراین، مدیریت هوشمندانه ترفلان در سیستم آبیاری زیرسطحی با حفظ عملکرد سیستم آبیاری، نه تنها سلامت ریشه را تضمین کرده بلکه موجب ارتقای کیفیت کیفی و حسی میوه انگور می‌شود [۷، ۳۲].

در پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی کیفیت میوه انگور، بررسی تغییرات pH و حجم آب میوه استخراج شده به‌عنوان دو شاخص مهم کیفی همواره مورد توجه صنایع غذایی بوده است. pH میوه نه تنها نشان‌دهنده میزان اسیدیته و مرحله رسیدگی محصول است [۳۳]، بلکه تأثیر مستقیمی بر

pH میوه انگور یکی از شاخص‌های حیاتی کیفیت است که نقش کلیدی در طعم نهایی، پایداری میکروبی، فرآیندهای تخمیری و رنگ محصول در صنایع غذایی ایفا می‌کند. تغییرات pH میوه تحت تأثیر شرایط آبیاری و مدیریت علف‌کش‌ها قرار دارد؛ به‌طوری‌که در تیمارهای تزریق مرحله‌ای ترفلان همراه با آبیاری زیرسطحی، افزایش معنی‌داری در pH مشاهده شد که نشان‌دهنده کاهش اسیدیته و رسیدگی بهتر میوه است. این افزایش pH با تجمع بیشتر قندها (TSS) و تجزیه اسیدهای آلی مانند اسید تارتاریک و مالیک همراه بوده که فرآیندهای متابولیکی رسیده‌گی را تسریع می‌کند و در نهایت منجر به طعمی متعادل‌تر و دلپذیرتر می‌شود [۳۰]. از نظر صنایع غذایی، محدوده pH بین ۳ تا ۳/۲ به‌عنوان شرایط ایده‌آل برای تخمیر کنترل شده در تولید آب میوه شناخته می‌شود، که ضمن حفظ رنگ و طعم، از رشد میکروارگانیسم‌های ناخواسته جلوگیری می‌کند

ویژگی‌های حسی، ماندگاری و قابلیت فرآوری میوه دارد. مطالعات نشان داده‌اند که pH انگور در مراحل ابتدایی رشد پایین‌تر بوده و با رسیدگی تدریجی افزایش می‌یابد که این موضوع برای فرآورده‌هایی مانند تولید آب‌میوه، کنسانتره یا شراب‌سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۳۴]. از سوی دیگر، حجم آب‌میوه نیز بازتابی از وضعیت فیزیولوژیکی، میزان آب‌داری و ترکیب بافتی میوه است و تحت تأثیر عوامل محیطی، ژنتیکی و شیوه‌های مدیریتی مانند آبیاری یا استفاده از علف‌کش‌ها قرار دارد [۳۵]. اندازه‌گیری حجم عصاره حاصل از پرس میوه با استفاده از استوانه مدرج انجام می‌شود و این شاخص علاوه بر تعیین بازده اقتصادی فرآوری، در ارزیابی میزان آب آزاد میوه نقش دارد [۳۶]. در شرایط تنش، مانند کاربرد برخی ترکیبات شیمیایی در سیستم‌های آبیاری زیرسطحی، ممکن است تغییراتی در ساختار سلولی میوه و بالتبع کاهش یا افزایش pH و حجم آب‌میوه رخ دهد [۳۷] که بررسی آن می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی غیرمستقیم کیفیت و اثرات تیمارهای مختلف در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱-۳. تغییرات حجم آب میوه

حجم آب میوه انگور به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی کیفیت و عملکرد محصول در صنایع غذایی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا میزان آب‌میوه استخراج‌شده مستقیماً بر بازده فرآوری و ویژگی‌های حسی محصولات نهایی مانند

آب‌انگور و کنسانتره تأثیر می‌گذارد. تغییرات حجم آب میوه انگور تحت تیمارهای مختلف ترفلان نشان داد که کاربرد مرحله‌ای این علف‌کش در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، به‌ویژه در دوزهای متوسط (C(50+50+50) و C(100+100+100)، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش حجم آب میوه در هر دو سال زراعی شد و این تیمارها در گروه‌های آماری برتر قرار گرفتند. در مقابل، تیمارهای آبیاری سطحی و قطره‌ای روی سطحی (۱۱ و ۱۲) کمترین حجم آب میوه را نشان دادند و حتی تیمار با دوز بالای ترفلان C(200+200+200) نیز به دلیل احتمال بروز سمیت ریشه‌ای [۳۷]، عملکردی کمتر از دوزهای متوسط داشت. حجم آب میوه که ارتباط مستقیم با رشد و اندازه حبه دارد، تحت تأثیر شرایط هیدرولیکی مؤثر بر فشار تورژسانس سلولی قرار دارد؛ و در این پژوهش، تیمارهای موفق ترفلان با حفظ عملکرد یکنواخت سیستم آبیاری زیرسطحی، تأمین پیوسته آب را در منطقه ریشه تضمین کردند و موجب بهبود رشد سلولی، تقسیم و توسعه میوه شدند. این در حالی است که انسداد تدریجی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای فاقد ترفلان یا با آبیاری سطحی، نوسانات رطوبتی و تنش آبی خفیف تا متوسط ایجاد کرده و رشد سلولی و حجم میوه را محدود کرده است [۳۸]. بنابراین، نتایج نشان می‌دهد که مدیریت بهینه آبیاری به کمک ترفلان می‌تواند پتانسیل ژنتیکی گیاه برای افزایش حجم آب میوه را بالفعل سازد، که در محصولات صنایع غذایی و نوشیدنی‌ها از نظر عملکرد، طعم، بازده فرآوری و ارزش اقتصادی حائز اهمیت است.

Table 6. Comparison of the Mean Physicochemical Characteristics of Grape Fruit under Different Terflan Treatments in Two Growing Seasons 1 and 2 years for Fruit Juice

Treatment	First year (Mean- Grouping)	Second year (Mean - Grouping)
C(0)	80.00 B	73.50 C,D
C(50+50+50)	86.47 A	80.90 B
C(100+100+100)	87.20 A	80.07 B
C(200+200+200)	80.83 B	74.50 C
CC	78.43 B	73.30 C,D
11	74.40 C	68.33 E,F
12	70.10 D,E	65.40 F

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مدیریت‌های مختلف علف‌کش ترفلان در سیستم آبیاری زیرسطحی بر کیفیت میوه و توسعه ریشه انگور در منطقه ارومیه انجام شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مدیریت هوشمندانه و مرحله‌ای علف‌کش ترفلان در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی تأثیر قابل توجه و مثبتی بر شاخص‌های کیفی میوه انگور دارد. این مدیریت بهینه موجب افزایش حجم آب‌میوه، میزان قندهای محلول و pH، شده و در عین حال اسیدیته قابل تیترا به سطح مطلوب کاهش می‌دهد. بهبود این پارامترها نشان‌دهنده رسیدگی بهتر میوه، طعم متعادل‌تر، پایداری بالاتر در فراوری و افزایش بازده تولید محصولات غذایی مانند آب‌میوه و کنسانتره انگور است. همچنین، کاربرد ترفلان با جلوگیری از انسداد قطره‌چکان‌ها و حفظ یکنواختی تأمین آب، شرایط فیزیولوژیکی بهینه برای ریشه و گیاه فراهم کرده و به افزایش فشار تورژسانس و رشد سلولی میوه کمک می‌کند. در مقابل، استفاده بیش از حد ترفلان یا مدیریت ناکارآمد آبیاری باعث کاهش کیفیت میوه و عملکرد محصول می‌شود. بنابراین، استفاده بهینه و کنترل‌شده از ترفلان همراه با سیستم آبیاری زیرسطحی، راهکاری مؤثر و پایدار برای ارتقای کیفیت و بهره‌وری در تولید انگور و فراورده‌های مرتبط در صنایع غذایی محسوب می‌شود.

در این پژوهش، تیمارهای آبیاری زیرسطحی همراه با کاربرد کنترل‌شده علف‌کش ترفلان، به‌خصوص در دوزهای متوسط، منجر به افزایش معنادار حجم آب‌میوه نسبت به تیمارهای آبیاری سطحی و دوز بالای ترفلان شدند؛ این امر نشان‌دهنده بهبود وضعیت فیزیولوژیکی گیاه، توسعه بهتر ریشه و تأمین یکنواخت‌تر رطوبت است که باعث حفظ فشار تورژسانس سلولی و افزایش حجم سلولی حبه‌ها می‌شود. افزایش حجم آب میوه علاوه بر ارتقای کیفیت ظاهری و بافت میوه، موجب بهبود بازده استخراج آب‌میوه در خطوط تولید صنعتی شده و کاهش هزینه‌های فراوری را به دنبال دارد. کاهش حجم آب میوه در تیمارهای با دوز بالای ترفلان احتمالاً به دلیل اثرات سمیت خفیف در منطقه ریشه و اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه است که باعث کاهش رشد سلولی و کاهش فشار تورژسانس می‌گردد. بنابراین، مدیریت بهینه آبیاری همراه با کاربرد هوشمندانه ترفلان می‌تواند ضمن حفظ سلامت ریشه، افزایش کیفیت و عملکرد میوه را در تولیدات باغی به‌ویژه در صنایع غذایی تضمین کند [۳۹-۴۱]. در مجموع، حجم عصاره حاصل از میوه می‌تواند به‌عنوان یک شاخص حساس در ارزیابی کیفیت نهایی محصول انگور و بازده فراوری آن در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

۴- نتیجه‌گیری

۵- منابع

- [1] Enayat, F.F., et al., Emergy ecological footprint analysis of Yaghooti grape production in the Sistan region of Iran. *Ecological Modelling*, 2023. 481: p. 110332.
- [2] Mahdavi, V., et al., Evaluation of pesticide residues and risk assessment in apple and grape from western Azerbaijan Province of Iran. *Environmental research*, 2022. 203: p. 111882.
- [3] Khodaei, A., et al., Identification of black Aspergilli species on grape and raisin in Southern regions of East and West Azerbaijan Provinces. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 2014. 3(1): p. 49–64.
- [4] Sattari-Yuzbashkandi, S., S. Khalilian, and S.A. Mortazavi, Energy and economic analysis of open-field grape production in East Azerbaijan Province of Iran. 2013.
- [5] Azevedo, L.d., J. Saad, and L.d. Andrade, Effects of different drip tape emitter spacing on yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.). 2008.
- [6] Yu, Y., et al., Effects of Treflan injection on winter wheat growth and root clogging of subsurface drippers. *Agricultural water management*, 2010. 97(5): p. 723–730.
- [7] Sharma, M., et al., Effect of soil moisture on temperate fruit crops: A. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2018. 7(6): p. 2277–2282.
- [8] Oms-Oliu, G., et al., Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest biology and technology*, 2010. 57(3): p. 139–148.

- [9] Farajinejad, Z., et al., A review of recent advances in the photocatalytic activity of protein and polysaccharide-based nanocomposite packaging films: antimicrobial, antioxidant, mechanical, and strength properties. 2024. 32(8): p. 3437–3447.
- [10] Yang, P., et al., Review on drip irrigation: impact on crop yield, quality, and water productivity in China. *Water*, 2023. 15(9): p. 1733.
- [11] Wang, H., et al., Yield and water productivity of crops, vegetables and fruits under subsurface drip irrigation: A global meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 2022. 269: p. 107645.
- [12] Assefa, T., et al., Conservation agriculture with drip irrigation: Effects on soil quality and crop yield in sub-Saharan Africa. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2020. 75(2): p. 209–217.
- [13] Imamsaheb, S., C. Hanchinmani, and K. Ravinaik, Impact of drip irrigation and fertigation on growth, yield, quality and economic returns in different vegetable crops. 2014.
- [14] Urraca, R., et al., Estimation of total soluble solids in grape berries using a hand-held NIR spectrometer under field conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2016. 96(9): p. 3007–3016.
- [15] Xia, Z., et al., Non-invasive measurement of soluble solid content and pH in Kyoho grapes using a computer vision technique. *Analytical Methods*, 2016. 8(15): p. 3242–3248.
- [16] Volmer, D.A., et al., Determination of titratable acidity in wine using potentiometric, conductometric, and photometric methods. *Journal of Chemical Education*, 2017. 94(9): p. 1296–1302.
- [17] Dumas, V., et al., Influence of grape juice extraction methods on basic analytical parameters. *Vitis*, 2020. 59(2): p. 77–83.
- [18] anchal, P., A.J. Miller, and J. Giri, Organic acids: versatile stress-response roles in plants. *Journal of Experimental Botany*, 2021. 72(11): p. 4038–4052.
- [19] Thuy, C.X., et al., Effect of fermentation conditions (dilution ratio, medium pH, total soluble solids, and *saccharomyces cerevisiae* yeast ratio) on the ability to ferment cider from tamarillo (*solanum betaceum*) fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2024. 2024(1): p. 8841207.
- [20] Ray, A., et al., Automatic pH-Controlled Thermal Modulation Unit for Yoghurt Production. *Journal of Food Process Engineering*, 2025. 48(1): p. e70050.
- [21] Kabir, Y. and J.S. Sidhu, Flavor of fruits and fruit products and their sensory qualities. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, 2012: p. 35–50.
- [22] Hassani, D., I.K. Sani, and S. Pirsa, Nanocomposite film of potato starch and gum Arabic containing boron oxide nanoparticles and anise hyssop (*Agastache foeniculum*) essential Oil: investigation of physicochemical and antimicrobial properties. *Journal of Polymers and the Environment*, 2024. 32(4): p. 1972–1983.
- [23] Sijtsema, S.J., et al., Fruit and snack consumption related to sweet, sour and salty taste preferences. *British Food Journal*, 2012. 114(7): p. 1032–1046.
- [24] Güler, A. and A. Candemir, Determination of physicochemical characteristics, organic acid and sugar profiles of Turkish grape juices. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 2020. 4(2): p. 149–156.
- [25] Farajinejad, Z., et al., A review of recent advances in the photocatalytic activity of protein and polysaccharide-based nanocomposite packaging films: antimicrobial, antioxidant, mechanical, and strength properties. *Journal of Polymers and the Environment*, 2024. 32(8): p. 3437–3447.
- [26] Bett-Garber, K.L., et al., Flavor of fresh blueberry juice and the comparison to amount of sugars, acids, anthocyanidins, and physicochemical measurements. *Journal of Food Science*, 2015. 80(4): p. S818–S827.
- [27] Yavuz, D., et al., How do rootstocks of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) affect the yield and quality of watermelon under deficit irrigation? *Agricultural Water Management*, 2020. 241: p. 106351.
- [28] Siregar, S., A. Apriantini, and M. Soenarno, Physicochemical properties, antioxidant activity and organoleptic of yogurt with the addition of red dragon fruit juice (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 2023. 11(3): p. 141–152.
- [29] Paul, S.K. and J.K. Sahu, Process optimization and quality analysis of Carambola (*Averrhoa carambola* L.) wine. *International Journal of Food Engineering*, 2014. 10(3): p. 457–465.
- [30] Aurand, L.W., *Food composition and analysis*. 2013: Springer Science & Business Media.
- [31] Reyes-De-Corcuera, J.I., et al., Processing of fruit and vegetable beverages. *Food processing: Principles and applications*, 2014: p. 339–362.
- [32] Keller, M., *The science of grapevines*. 2020: Academic press.

- [33] Bonfante, A., et al., Evaluation of the effects of future climate change on grape quality through a physically based model application: a case study for the Aglianico grapevine in Campania region, Italy. *Agricultural Systems*, 2017. 152: p. 100–109.
- [34] Sani, I.K., et al., Value-added utilization of fruit and vegetable processing by-products for the manufacture of biodegradable food packaging films. *Food chemistry*, 2023. 405: p. 134964.
- [35] Liu, J., et al., Impacts of thermal and non-thermal processing on structure and functionality of pectin in fruit-and vegetable-based products: A review. *Carbohydrate Polymers*, 2020. 250: p. 116890.
- [36] Fardet, A., C. Richonnet, and A. Mazur, Association between consumption of fruit or processed fruit and chronic diseases and their risk factors: a systematic review of meta-analyses. *Nutrition reviews*, 2019. 77(6): p. 376–387.
- [37] Chai, Q., et al., Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for sustainable development*, 2016. 36(1): p. 3.
- [38] Kim, H.-Y., O.-Y. Yu, and J. Ferrell, Case study: reducing heating energy consumption in a high tunnel greenhouse with renewable energy and microclimate control by bench-top root-zone heating, bench covers, and under-bench insulation. *Discover Sustainability*, 2024. 5(1): p. 86.
- [39] Nielsen, D., *Irrigation of agricultural crops*, agronomy monograph no. 30. 2005, ASA-CSSA-SSSA, Madison.
- [40] Myburgh, P., Response of *Vitis vinifera* L. cv. Merlot to low frequency irrigation and partial root zone drying in the Western Cape Coastal region–Part II. Vegetative growth, yield and quality. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 2011. 32(1): p. 104–116.
- [41] Souza, M., R. Santos, and L. Bassoi. Avaliação da uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento. in *IV INOVAGRI International Meeting*. Anais. 2017.



Scientific Research

Investigation of Physicochemical Properties and Processing Quality of Grapes in the Food Industry under Different Irrigation Conditions

Amir Nourjou^{*1}, Iraj Karimi Sani¹, Parviz Ahmadi Gheshlagh², Farid Amirshaghghi¹

1- Agricultural Engineering Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran

2- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: 2025/08/01 Accepted: 2025/08/30 Keywords: Fatty acid profile, Moringa oleifera, Physicochemical properties DOI: 10.48311/fsct.2026.84078.0 *Corresponding Author E- nourjou@gmail.com	The initial quality of grapes as a raw material in the food industry, especially in the production of fruit juice, concentrate and fermented products, is directly affected by growth conditions and irrigation management. In this study, the effect of different levels of terflan herbicide application in subsurface irrigation (SDI) system on physicochemical and technological characteristics of grape fruit was investigated during two crop years 1403–1404 in Urmia region. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications and treatments including: subsurface irrigation without terflan (control), three levels of terflan staged injection (150, 300 and 600 mg), CC pipes, surface irrigation and surface drip irrigation. The measured indices included total soluble solids (TSS), acidity (pH) and juice volume. The results showed that the use of terflan at low (150 mg) and medium (300 mg) doses significantly improved grape quality in terms of TSS, pH, and extractable water content, which is very desirable for the processing industry. In contrast, the high dose of terflan (600 mg) resulted in reduced quality and yield due to toxicity. Overall, the findings indicate the importance of optimal management of terflan use in subsurface irrigation to improve the quality of processed grapes and produce standard raw materials in the food industry.