

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه اراک

دانشکده کشاورزی و محیط زیست گروه علوم و مهندسی باغبانی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی باغبانی گرایش درختان میوه

عنوان:

**تأثیر محلول پاشی تیمارهای کودی مختلف
بر ویژگی های کمی، کیفی و فیزیکی شیمیایی نارنگی
رقم 'Page'**

پژوهشگر:

محسن محمائی

استاد راهنما:

دکتر بابک ولی زاده کاجی

استاد مشاور:

دکتر احمد رضا عباسی فر

بهار ۱۴۰۳

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



« صورت جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد »

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عجل الله تعالی فرجه الشریف)

جلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / خانم شماره دانشجویی رشته گرایش

تحت عنوان :

با حضور هیأت داوران در محل دانشکده در تاریخ

تشکیل گردید .

در این جلسه ، پایان نامه ، مورد قبول مردود تمدید مهلت دفاع (طبق صورت جلسه) و با درجه: عالی بسیار خوب خوب قابل قبول غیر قابل قبول مورد دفاع قرار گرفت.

نام و نام خانوادگی	سمت	مرتبۀ علمی	امضاء
	استاد راهنمای اول		
	استاد راهنمای دوم		
	استاد مشاور اول		
	استاد مشاور دوم		
	داور خارجی پایان نامه		
	داور داخلی پایان نامه		
	داور داخلی پایان نامه		
	نماینده تحصیلات تکمیلی		

حیث هرگز امضاء هر فرد در یک فرست نامه در پایان نامه صدق ندارد، حذب گردد.

دفاع مطابق مجوز اخذ شده و ضوابط و آیین نامه دوره کارشناسی ارشد صورت پذیرفته است و نتیجه آن مورد تأیید است.

تحصیلات تکمیلی دانشکده

و من ... التوفیق



شورای اخلاق پژوهش

با استناد از تضای جهان و با اعتماد رانج بر اینکه عالم حاضر خداست و او همواره ناظر بر اعمال ماست و بر منظور انجام نیابتی پژوهش های اصل، تولید دانش جدید و بسازی تشکلی بشرداستانه و احصای برکات علمی دانشگاه، باور پژوهشگاه های کشور.

تمام تلاش خود برای کشف حقیقت و حفظ حقیقت به کار خواهیم بست و از حرکت جل و تعریف و خالیات های علمی پرهیزی کنیم. حقوق پژوهشگران، پژوهشگران (انسان، حیوان، گیاه و اشیا) انسان باور ما همان حقوق را بر دست می نمایم و در حفظ آن ی کوشیم. بر باکیت مادی و معنوی آنگاه پژوهش های برای انجام پژوهش های اصل، اهتمام در زنده و از سرقت علمی و ارجاع به مناسب اجتناب می کنیم. ضمن پایبندی بر انصاف و اجتناب از حرکت تبیین و تصب و کجی خالیات های پژوهشی در ریاضی، تعدادات آمار، خواهیم کرد. ضمن لمانت داری، از مزایح و امکانات اقتصادی، انسانی و فنی موجود استفاده برود و از خواهیم کرد. از آنگاه غیر اخلاقی نتایج پژوهش تکثیر آنگاه معنوی، بهرمان و چندگانه آنگاه پرهیزی کنیم. اصل محرمانه بودن و در زوداری را هم تمام خالیات های پژوهشی خود قوی می دهیم. در هر خالیات های پژوهشی به مزایح می توجه کرده و برای تحقق آن می کوشیم. خویش را از هم بر رعایت گیری، بخلدای علمی در نه خود، قوانین و مقررات، سیاست های فردای، مانعانی، دوقتی، در راه بر روی می گیری مزایح پژوهش می دانیم. رعایت اصول اخلاق در پژوهش را از برای فرسکی می دانیم و بر منظور بلندی این فرسکه به ترویج و انشای آن در جاسد اهتمام می ورزیم.

نام و نام خانوادگی دانشجو
کلاس:
استاد:

استاد راهنما:
کلاس:
استاد:



فرم تمدن‌آموزی سلامت رساله

اینجانب دانش آموخته سطح دکتری رشته گرایش که در مقطع از رساله خود با عنوان
..... با درجه دفاع نموده‌ام.

بدین وسیله تسهیل می‌نمایم:

۱- این رساله حاصل تحقیق و پژوهش اینجانب تحت نظارت و راهنمایی استاد راهنما و استاد مشاور بوده و مولف می‌باشد که از دستاوردهای علمی پژوهشی و گران‌بهره اینجانب محسوب می‌گردد. رساله منحصراً و در مالکیت من است. هیچ‌کس در این رساله سهمی نداشته و من را در فرستادن آن را در فرستادن من موافقت کرده‌ام.

۲- این رساله غیر از اینجانب هیچ‌کس تصدیق نمی‌کند. این رساله را به هیچ‌کس و به هیچ‌جا منتقل نمی‌کنم.

۳- بعد از فراغت از تحصیل، تسهیل می‌نمایم که هر فردی می‌تواند از این رساله برای اهداف علمی و پژوهشی استفاده کند. من هیچ‌گونه حق‌التعمیر یا حق‌التأیید دیگری ندارم. من هیچ‌گونه حق‌التعمیر یا حق‌التأیید دیگری ندارم. من هیچ‌گونه حق‌التعمیر یا حق‌التأیید دیگری ندارم.

۴- چنانچه در متن رساله، هرگونه نقیصه یا اشتباه مشاهده شود، من هیچ‌گونه مسئولیتی در قبال آن ندارم و صرفاً به اطلاع شما می‌رسانم تا بتوانید آن را اصلاح کنید.

۵- کپی‌برداری و متن کامل از این رساله منوط به درج نام من است.

۶- نقل مطالب باید در کتابت به‌درستی باشد.

مهم‌ترین یافته‌های رساله:
مقطع دکتری

سپاس گزاری

تقديم

چکیده

در ایران، نارنگی 'Page' یکی از ارقام مهم مرکبات است که سطح زیر کشت آن رو به افزایش است. با این وجود، عملکرد میوه و کیفیت مرکبات در ایران به دلیل عوامل مختلف و عمدتاً تغذیه نامناسب پایین است. بنابراین تغذیه مناسب می‌تواند یکی از راهکارهای بهبود عملکرد میوه و کیفیت مرکبات باشد. در تحقیق حاضر، اثرات محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice (حاوی عناصر ماکرو و میکرو) و کلسیم - بُر بر عملکرد و کیفیت میوه نارنگی رقم 'Page' مورد ارزیابی قرار گرفت. محلول‌پاشی‌ها بر روی درختان ۱۰ ساله نارنگی رقم 'Page' واقع در یک باغ تجاری در استان مازندران انجام شد. برگ‌های درختان محلول‌پاشی شده با تیمارهای تغذیه‌ای غلظت بیشتری N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn و Fe نسبت به نمونه‌های محلول‌پاشی نشده، داشتند. درختان نارنگی تیمار شده با محلول‌های غذایی، به‌ویژه عصاره جلبک دریایی، دارای کلروفیل a و کلروفیل کل بالاتری بودند. کاربرد محلول‌های غذایی به‌ویژه عصاره جلبک دریایی باعث افزایش عملکرد، قطر، آب و سفتی میوه شد، اما باعث کاهش گوشت میوه‌ها شد. علاوه بر این، میوه‌های درختان نارنگی تیمار شده با محلول‌های غذایی و به‌ویژه عصاره جلبک دریایی مقادیر بیشتری مواد جامد محلول کل (TSS)، مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA)، ویتامین C، فنل کل، کاروتنوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان دادند. یافته‌های مطالعه نشان داد که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice و کلسیم - بُر پتانسیل بالایی برای بهبود عملکرد میوه و کیفیت نارنگی دارد.

واژه‌های کلیدی: ایران، محلول‌پاشی، عملکرد و کیفیت میوه، ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه

۱ مقدمه و هدف

۲ مقدمه

فصل اول: کلیات

۶ ۱- کلیات

۶ ۱-۱- مرکبات

۶ ۱-۱-۱- گیاهشناسی مرکبات

۷ ۱-۱-۲- نارنگی

۸ ۱-۱-۳- نارنگی 'Page'

۹ ۱-۱-۴- ساختمان و مورفولوژی مرکبات

۹ ۱-۱-۵- میوه

۱۰ ۱-۱-۵-۱- کیفیت خارجی میوه

۱۱ ۱-۱-۵-۲- کیفیت درونی میوه

۱۱ ۱-۲- محلول پاشی

۱۳ ۱-۲-۱- نکات محلول پاشی برگ

۱۴ ۱-۲-۲- مزایا و معایب محلول پاشی کود روی برگ گیاهان

۱۷ ۱-۲-۳- استانداردهای سم پاشی و آب مناسب برای محلول پاشی

۱۸ ۱-۳- مواد محرک رشد

۱۸ ۱-۳-۱- فولویک اسید

۱۹ ۱-۳-۲- عصاره جلبک دریایی

۱۹ ۱-۳-۳- سیلیکون

فصل دوم: پیشینه پژوهش

۲۱ ۲-۱- پیشینه پژوهش

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳- مواد و روش‌ها.....	۷۳
۳-۱- انتخاب باغ و تیمارها.....	۷۳
۳-۲- محتویات معدنی برگ.....	۷۵
۳-۳- محتوای کلروفیل.....	۷۶
۳-۴- عملکرد و کیفیت میوه.....	۷۶
۳-۵- ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه.....	۷۶
۳-۶- تحلیل آماری.....	۷۷

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴- نتایج و بحث.....	۷۹
۴-۱- محتوای معدنی برگ.....	۷۹
۴-۲- محتوای کلروفیل برگ.....	۸۰
۴-۳- عملکرد و کیفیت میوه.....	۸۱
۴-۴- TA، TSS و TSS/TA.....	۸۲
۴-۵- ویتامین C.....	۸۳
۴-۶- فنول کل.....	۸۴
۴-۷- کارتنوئید.....	۸۵
۴-۸- فعالیت آنتی‌اکسیدانی.....	۸۵
۴-۹- بحث.....	۸۶

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

۵- نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات.....	۹۳
۵-۱- نتیجه‌گیری.....	۹۳
۵-۲- پیشنهادات.....	۹۳
منابع.....	۹۵

جدول (۱-۳): مختصات عرض جغرافیایی روستای کردخیل.....	۷۳
جدول (۲-۳): شرایط اقلیمی در طول دوره آزمایش.....	۷۳
جدول (۳-۳): محتویات معدنی و خواص فیزیکوشیمیایی باغ آزمایشی.....	۷۴
جدول (۴-۳): تیمارهای مورد استفاده و مقادیر آنها.....	۷۵
جدول (۱-۴): تأثیر کاربرد برگ‌گی محلول‌های غذایی بر محتوای معدنی برگ درختان نارنگی.	
..... 'Page'	۸۰
جدول (۲-۴): تأثیر کاربرد برگ‌گی محلول‌های غذایی بر محتوای کلروفیل برگ‌های نارنگی	
..... 'Page'	۸۰
جدول (۳-۴): تأثیر کاربرد برگ‌گی محلول‌های غذایی بر عملکرد و کیفیت میوه نارنگی 'Page'.....	۸۱

- شکل (۱-۴): تاثیر بکارگیری تیمارهای مختلف بر روی مواد جامد محلول..... ۸۲
- شکل (۲-۴): تاثیر بکارگیری تیمارهای مختلف بر روی اسیدپته کل..... ۸۳
- شکل (۳-۴): تاثیر بکارگیری تیمارهای مختلف بر روی نسبت مواد جامد محلول..... ۸۳
- شکل (۴-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار ویتامین C میوه‌های نارنگی..... ۸۴
- شکل (۵-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار فنول میوه‌های نارنگی..... ۸۴
- شکل (۶-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار کارتنوئید میوه‌های نارنگی..... ۸۵
- شکل (۷-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های نارنگی..... ۸۶

مقدمه و هدف

مقدمه

مرکبات یکی از مهم‌ترین محصولات باغی جهان است که در بیش از ۱۴۰ کشور دنیا برای چندین محصول جانبی ارزشمند کشت می‌شود. ایران با تولید سالانه حدود ۳ میلیون و ۳۰۰ هزار تن، یکی از مهمترین کشورهای تولیدکننده مرکبات در جهان است (et al., Mukunda Lakshmi 2019). در ایران، نارنگی 'Page' یکی از ارقام مهم مرکبات است که سطح زیر کشت آن رو به افزایش است. اما عملکرد و کیفیت مرکبات در ایران به دلیل عوامل مختلف به‌ویژه تغذیه نامناسب پایین است (بومدی و همکاران، ۱۴۰۱). بنابراین، یکی از بهترین راه‌ها برای افزایش عملکرد مرکبات، تغذیه مناسب است. در حال حاضر، علاقه فزاینده‌ای به محلول‌پاشی کودها برای دستیابی به مدیریت بهتر محصول وجود دارد. محلول‌پاشی محلول‌های غذایی ابزار مفیدی در دوره‌های رشد سریع گیاه است (Jeyabaskaran et al., 2021). از طرفی محلول‌پاشی محلول‌های غذایی راحت است، اثربخشی خوبی داشته و واکنش بسیار سریع گیاه را به همراه دارد (Menino, 2012). علاوه بر این، محلول‌پاشی محلول‌های غذایی به جلوگیری از علائم سمیتی که ممکن است پس از استفاده خاکی کودها رخ دهد، کمک می‌کند (Gioushy, 2016). در گزارش‌های قبلی، مشخص شد که محلول‌پاشی محلول‌های غذایی به طور قابل توجهی کیفیت و کمیت میوه را بهبود می‌بخشد (Wang et al., 2022). درختان مرکبات به دلیل وجود تعداد قابل توجهی روزنه در سطح برگ همراه با منافذ بیشتر کوتیکول به کودپاشی برگ‌ها به خوبی پاسخ می‌دهند (Yaseen and Ahmad, 2010). به‌طور کلی محلول‌پاشی عناصر غذایی ضروری نمی‌تواند تمامی نیازهای غذایی گیاهان را تأمین کند. با این حال، بخش قابل توجهی از نیاز گیاه به عناصر ضروری (عمدتاً ریز مغذی‌ها) را می‌توان از طریق کودپاشی برگ‌ها تأمین کرد (Yaseen and Ahmad, 2010).

محلول‌پاشی محرک‌های زیستی (عصاره جلبک دریایی و اسید فولویک) به دلیل اثربخشی بالا و هزینه کم برای افزایش کیفیت و عملکرد محصولات باغی استفاده شده است (Jeyabaskaran et al., 2021). عصاره جلبک دریایی به‌عنوان تقویت‌کننده رشد گیاه به‌طور گسترده در سراسر جهان استفاده می‌شود. این ماده حاوی تعداد زیادی ترکیبات از جمله مواد مغذی معدنی، مواد آلی و هورمون‌های مختلف است. عصاره جلبک دریایی به دلیل افزایش فعالیت فتوسنتزی، توسعه ریشه، رشد گیاه، جذب آب و مواد مغذی معدنی، گلدهی و تشکیل

میوه و تحمل تنش‌های غیرزیستی و زیستی، عملکرد و کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (Jeyabaskaran et al., 2021).

اسید فولویک باعث افزایش نفوذپذیری غشا، فتوسنتز، تنفس، جذب و انتقال مواد غذایی یا کاهش جذب مواد غذایی سمی می‌شود. استفاده از اسید فولویک اتلاف آب از گیاهان را به دلیل افزایش راندمان مصرف آب لحظه‌ای برگ و کاهش هدایت روزنه‌ای به حداقل می‌رساند. این ماده به طور گسترده برای گیاهان باغی و همچنین سایر گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است (El-Rahman, 2022).

سیلیکون دومین عنصر فراوان در پوسته زمین است و غلظت آن در بافت‌های گیاهی ۰/۱ تا ۱۰ درصد وزن خشک بسته به گونه گیاهی متفاوت است. سیلیکون به عنوان یک عنصر مفید، اثرات زیادی بر رشد و نمو گونه‌های مختلف گیاهی دارد. این عنصر می‌تواند تنش‌های غیرزیستی و زیستی را با تأثیر بر واکنش‌های بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و آنتی‌اکسیدانی گیاهان کاهش دهد. سیلیکات پتاسیم منبع بسیار محلول پتاسیم و سیلیکون است که بیشتر در کشاورزی برای تامین سیلیکون استفاده می‌شود، اما دارای مقادیر کمی پتاسیم نیز است (Gattuso and Barreca, 2012).

نقش درشت مغذی‌ها در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی مرکبات ثابت شده است. نیتروژن به عنوان یک عنصر حیاتی برای مرکبات، بیش از هر ماده مغذی دیگری بر رشد درخت، عملکرد و کیفیت میوه اثر دارد (Lin et al., 2021). فسفر در فعال شدن آنزیم، فرآیندهای فتوسنتز، تقسیم سلولی، متابولیسم و حرکت قندها نقش حیاتی ایفا می‌کند. پتاسیم اثرات قابل توجهی بر پتانسیل اسمزی سلول، باز و بسته شدن روزنه، فرآیندهای الکتروشیمیایی، فعالیت آنزیمی، تقسیم سلولی، سنتز پروتئین، سنتز و جابجایی قندها و متابولیسم اسید آب مرکبات دارد (El-Rahman, 2022). کلسیم تأثیر بسزایی در بهبود عملکرد و کیفیت میوه نارنگی دارد. منیزیم نقش حیاتی در تولید کلروفیل، جذب فسفر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و کمبود آن باعث کاهش عملکرد و کیفیت میوه مرکبات می‌شود (Wang et al., 2022).

تامین کافی ریزمغذی‌ها منجر به عملکرد خوب میوه و کیفیت مرکبات می‌شود. عدم استفاده یا استفاده محدود باعث کمبود این مواد مغذی می‌شود. ریزمغذی‌ها را می‌توان به راحتی محلول‌پاشی کرد زیرا به مقادیر کم مورد نیاز هستند. استفاده از ریزمغذی‌ها از طریق محلول‌پاشی باعث کاهش ریزش میوه و بهبود عملکرد و کیفیت میوه مرکبات می‌شود (et al., 2019). (Mukunda Lakshmi

چندین گزارش در مورد تأثیر محلول‌های غذایی بر خواص کمی و کیفی مرکبات وجود دارد. با این حال، تاکنون هیچ تحقیقی در مورد تأثیر عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلسیم و کودهای Rice (حاوی عناصر ماکرو و میکرو) و کلسیم- بُر بر روی نارنگی 'Page' انجام نشده است (Shorbagi et al., 2022). بنابراین در تحقیق حاضر برای اولین بار اثر این کودها بر خصوصیات کمی، کیفی و فیزیکی‌شیمیایی نارنگی رقم 'Page' مورد بررسی قرار گرفت.

فصل اول: کلیات

۱- کلیات

۱-۱- مرکبات

برخی از مرکبات در مناطق گرمسیری و برخی در مناطق نیمه گرمسیری کشت می‌شوند. مرکبات در حدود ۱۱۵ کشور دنیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. مناطق عمده تولید مرکبات در حوزه مدیترانه، اسپانیا، ایتالیا، مراکش، تونس، مصر، فلسطین و الجزایر می‌باشد. در آمریکای شمالی، فلوریدا، کالیفرنیا و مکزیک، در آمریکای جنوبی، برزیل و آرژانتین و در آسیای شرقی، چین می‌باشد. تولید مرکبات در جهان امروز از اهمیت بسزائی برخوردار است و یکی از منابع بسیار مهم تولید ثروت، مبادلات تجاری و اشتغال جهان شده است (Ladaniya 2022).

از تمام قسمت‌های مرکبات شامل گل، پوست میوه و درون میوه استفاده می‌شود. از گل مرکبات عطر و مربا (بهار نارنج) تهیه می‌شود. از پوست پرتقال هم مربا تهیه می‌شود و هم از آن اسانس به دست می‌آید. از پوست هر تن مرکبات ۴ تا ۵ لیتر اسانس به دست می‌آید (بسته به نوع میوه مقدار آن فرق می‌کند). از بذر مرکبات روغن صنعتی استخراج می‌شود که در صنایع هواپیمایی از آن استفاده می‌شود. میوه مرکبات به صورت تازه، آب میوه، کنسانتره و نکتار مصرف می‌شود.

۱-۱-۱- گیاهشناسی مرکبات

مرکبات به صورت درخت یا درختچه‌های بزرگ و معمولاً همیشه سبز هستند، ولی نارنج سه برگ خزان پذیر است. مرکبات دیپلوئید $2n=2x=18$ بوده ولی انواع تری پلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید هم وجود دارد. طبقه‌بندی‌های مختلفی توسط محققین مختلف در مورد مرکبات ارائه شده است که به نظر می‌رسد کامل‌ترین آن طبقه‌بندی سوینگل باشد. مرکبات از خانواده Rutaceae بوده و دارای جنس‌ها و گونه‌های مختلفی هستند. این خانواده چهار ویژگی مهم دارد؛ بافت‌ها خصوصاً برگ‌ها و پوست میوه دارای غده روغنی هستند، برگ‌ها دارای نقاط شفاف هستند، تخمدان بر روی یک دیسک قرار دارد و تخمدان دارای تمکن محوری است (Ladaniya 2022).

خانواده مرکبات دارای ۶ زیر خانواده است که مهمترین آن *Aurantioideae* است و مرکبات حقیقی در این زیر خانواده قرار دارند (Ladaniya 2022).

- این زیر خانواده نیز به دو قبیله *Citreae* و *Clauseneae* تقسیم می‌شود. قبیله *Citreae* دارای ۳ زیر قبیله است که مهمترین آن *Citrineae* می‌باشد. این زیر قبیله شامل مرکبات حقیقی و خویشاوندان نزدیک به آنها است و دارای ۶ جنس است:
- ۱- *Citrus*: این جنس ۱۶ گونه دارد. میوه‌ها بزرگ و خوراکی و هر میوه ۱۶-۸ برچه دارد. در این جنس گونه‌های اصلی و تجاری مرکبات قرار دارند.
 - ۲- *Poncirus*: دارای دو گونه است، میوه‌های غیر خوراکی و تلخ بوده و هر میوه ۱۶-۸ برچه دارد.
 - ۳- *Fortunella* یا کامکوات: دارای ۴ گونه است، میوه‌ها کوچک و خوراکی بوده و هر میوه ۳-۷ برچه دارد.
- این ۳ جنس را تحت عنوان مرکبات حقیقی می‌شناسند. سه جنس دیگر به عنوان خویشاوندان مرکبات معرفی می‌شوند.
- ۴- *Eremocitrus*: خشکی پسند و بومی استرالیا است، میوه‌های ۵-۳ برچه دارند، جنبه خوراکی نداشته و در کارهای هیبریداسیون برای ایجاد پایه مقاوم به خشکی مورد توجه است.
 - ۵- *Microcitrus*: دارای ۶ گونه است، میوه‌ها خیلی کوچک و دارای ۸-۴ برچه است.
 - ۶- *Clymenina*: دارای یک گونه است. میوه دارای ۱۶-۱۴ برچه است و تعداد زیادی تخمک داخل هر برچه وجود دارد (Ladaniya 2022).

۲-۱-۱-۱- نارنگی^۱

در سال ۱۸۳۷ بلانکو به کلیه مرکبات با میوه‌های کوچک‌تر از پرتقال، به سهولت قابل جدا شدن پوست از گوشت و دارای لبه‌های سبز رنگ در بذر، نام *Citrus reticulata* را در نظر گرفت. درختان ارقام مرکبات در این گونه عموماً دارای جثه کوچک با شاخه‌های باریک، برگ‌های پهن یا باریک نیزه‌ای و گل‌های منفرد یا خوشه‌ای می‌باشند. از حیث پوست و صافی، کیفیت گوشت میوه و آب. رشد عمومی درخت به دو گروه مندارین و تانجرین که تقریباً مشابه هم هستند، تقسیم می‌شوند. میوه ارقام نارنگی باتوجه به ویژگی‌های رقم و شرایط محیطی از اواخر پاییز تا اوایل بهار می‌رسد. درختان آنها مقاوم به سرما بوده اما میوه آنها به دلیل کوچک بودن و نازکی پوست به سرعت از سرما آسیب می‌بیند. بهترین عطر میوه از درختانی که در مناطق با گرمای کافی و رطوبت مناسب

1 *Citrus reticulata* Blanco

در زمان رسیدن رشد کرده‌اند، مشاهده می‌شود. به همین جهت کشت نارنگی‌ها را در مناطق سردتر توصیه نمی‌کنند (Shorbagi et al., 2022).

نارنگی‌ها از بیشترین میزان غیریکنواختی فنوتیپیکی در میان گونه‌های مربوط به جنس سیتروس برخوردارند. در این گروه هم حالت تک جنینی و هم کلون‌های چند جنینی وجود داشته که به صورت خودبارور و خودناسازگار مشاهده می‌شوند. در سال‌های دور، انواع نارنگی با طعم شیرین، به عنوان دسر غذایی مصرف داشته در حالی که از انواع ترش جهت پایه، طعم‌دهنده غذا و دارو استفاده شده است (Li et al., 2023). نارنگی‌ها بر اساس خصوصیات پوست، کیفیت گوشت و آب میوه، رشد عمومی درخت به دو گروه ماندرین^۱ و تانجرین^۲ که تقریباً مشابه هم هستند، تقسیم می‌شوند. گروه ماندرین به نارنگی‌های متداول در ژاپن، چین، اسپانیا، ایتالیا و آفریقای جنوبی و آن دسته از دو رگ‌های بین گونه‌ای یا بین جنسی، به کار می‌رود. در حالی که نارنگی‌های آمریکا، استرالیا یا چین که دارای مواد رنگی بالایی هستند اصطلاحاً تانجرین نامیده می‌شوند (Musara et al., 2020).

۳-۱-۱- نارنگی 'Page'

نارنگی 'Page' حاصل تلاقی میثولا تانجلو^۳ با نارنگی کلمانتین^۴ است که در سال ۱۹۴۲ به وجود آمده و در سال ۱۹۶۳ معرفی شده است. درختان این رقم قدرت رویشی نسبتاً بالایی داشته و شاخه‌های آنها که تقریباً بی تیغ و از رشد عمودی برخوردارند، در اثر وزن میوه‌ها حالت آویزانی به خود می‌گیرند. 'Page' از ارقام پرمحصول، زودرس و خودناسازگار محسوب شده و برای تشکیل میوه نیاز به گرده‌دهنده مناسب دارد. میوه‌ها از لحاظ درشتی در حد متوسط بوده و دارای شکل پخت تا نیمه کروی هستند که در بخشی انتهایی خود گرد هستند. ضخامت پوست متوسط و سطح آن صاف با فرورفتگی‌های ظریف است. رنگ پوست در زمان بلوغ نارنجی مایل به قرمز بوده و در هر میوه حدود ۱۰ پره وجود دارد (Oliveira et al., 2021). محور میانی میوه جامد تا اندکی باز است. گوشت میوه به رنگ نارنجی تیره بوده و بافت آن ترد، آبدار و بسیار معطر و شیرین است. رقمی پر بذر محسوب شده که رنگ لپه‌های آن زردرنگ پریده تا تقریباً سفید است. 'Page' از ارقام حساس به خشکی است. خاصیت انبارمانی این رقم ضعیف بوده و به عارضه ترکیدگی قبل از برداشت پوست

¹ Mandarin

² Tangerin

³ tangelo

⁴ clementine

نیز حساس است. نارنگی پچ میوه خوش طعم و بوی مطلوب و مزه‌ای ترش و شیرین دارد. میوه‌ای که همه ما از کودکی عاشق آن بوده‌ایم و طعم دلچسب آن یادآور آن دوران است. طبع این میوه سرد و تر است. نارنگی 'Page' نسبت به نارنگی معمولی پر رنگ‌تر و شیرین‌تر است اما خواص تقریباً یکسانی دارند. انواع مختلف نارنگی مانند نارنگی 'Page'، همه دارای ویتامین‌های A، B، C، پروتئین، چربی، قند و مواد معدنی مانند فسفر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم هستند. وجود این ویتامین‌ها باعث می‌شود این میوه تصفیه‌کننده خون و تنظیم‌کننده ضربان قلب باشد و از سرطان پیشگیری کند. ترکیب این ویتامین‌ها با فسفر باعث تقویت حافظه و افزایش هوش می‌شود. منیزیم موجود در نارنگی 'Page' نیز به بهبود دستگاه گوارش، تقویت سیستم عصبی و تقویت استخوان‌ها کمک می‌کند. وجود آنتی‌اکسیدان در این میوه خاصیت ضدالتهابی آن را به وجود آورده و مانع از پیری می‌شود. میزان بالای کلسیم و فسفر در این میوه به تشکیل استخوان و تقویت اسکلت بدن کمک می‌کند. نارنگی به خاطر داشتن فیبر بالا، میزان قند خون را کنترل می‌کند و در عملکرد معده تاثیر مثبتی دارد. حتی پوست نارنگی هم مفید است چرا که از سرطان جلوگیری می‌کند و کلسترول خون را کاهش می‌دهد. همچنین برای جذب غذا مفید است و با کنترل نفخ و کاهش تهوع به عملکرد معده کمک می‌کند (Li et al., 2023).

۴-۱-۱- ساختمان و مرفولوژی مرکبات

در مرکبات، طول دوره نونهالی به سرعت رشد گیاه و میزان تجمع واحد حرارتی بستگی دارد و گونه‌های پر رشدی همانند لمون‌ها و لایم‌ها دوره نونهالی کوتاه‌تری دارند. به علاوه، طول دوره نونهالی در مناطق گرمسیری که باعث رشد متوالی گیاه می‌شود، کمتر است. در مناطق نیمه گرمسیری، مرکبات ۲-۵ فلش رشدی دارند ولی در نواحی گرمسیری ممکن است رشد مداوم باشد (Ladaniya, 2022).

۵-۱-۱- میوه

میوه مرکبات نوعی سته به نام *Hesperidium* است. پوست میوه از دو لایه تشکیل شده، بخش خارجی یا آگزوکارپ به رنگ زرد، نارنجی و یا مایل به قرمز که *Flavedo* نامیده می‌شود. بخش داخلی پوست یا مزوکارپ حالت اسفنجی و سفید رنگ داشته که *Albedo* نام دارد. برچه‌ها اندوکارپ را تشکیل می‌دهند که درون آنها کیسه‌های آب قرار دارد. در ارقام نافدار یک سری برچه‌های ثانویه در داخل برچه‌های اصلی قرار گرفته‌اند. رنگ پوست و گوشت مرکبات ترکیبی از رنگیزه‌های کلروفیل، آنتوسیانین و کارتنوئیدها می‌باشد. در نواحی گرمسیری معمولاً به دلیل دمای بالا کلروفیل تجزیه نشده

و پوست سبز باقی می ماند. تجزیه کلروفیل در دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد اتفاق می افتد. بنابراین رنگ مطلوب میوه تنها زمانی به دست می آید که در زمان رسیدن دما پایین باشد (Ladaniya 2022).

۱-۱-۵-۱- کیفیت خارجی میوه

رنگ پوست، شکل میوه و صدمات ظاهری تحت تأثیر شرایط اقلیمی قرار می گیرند. رنگیزه های کلروفیل، کاروتنوئیدها و آنتوسیانین در تشکیل رنگ پوست مرکبات دخالت دارند. رنگیزه اولیه پوست، کلروفیل است که ۱۰٪ مواد غذایی مورد نیاز میوه ها را از طریق فتوسنتز تأمین می کند. با کاهش دمای هوا و خاک به کمتر از ۱۵ درجه در طی پاییز و زمستان، میزان کلروفیل کاهش یافته و کلروپلاست به کروموپلاست تغییر می یابد (Ladaniya 2022).

در مناطق گرمسیری که دمای هوا در نزدیک به زمان رسیدن بالاست، به خصوص در نارنگی ها و پرتغال های زودرس، کلروفیل از بین نمی رود و میوه ها تا زمان رسیدن هم سبز باقی می ماند. بر عکس، در مناطق با هوای نسبتاً سرد در طی پاییز و زمستان ممکن است حتی ۲ ماه قبل از رسیدن کامل میوه ها، تغییر رنگ و تولید رنگ زرد و نارنجی در میوه ها انجام شود (Ladaniya 2022).

در درجه حرارت های بالا، علاوه بر اینکه تجزیه کلروفیل و ظهور کارتنوئیدها کاهش می یابد، سنتز کارتنوئیدها نیز تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می یابد. سنتز لیکوپن بیشتر از سایر کارتنوئیدها به گرمای بالای ۳۵ درجه کاهش نشان می دهد و لذا شدت رنگ میوه ها در مناطق گرمسیری کم می شود (Ladaniya 2022).

سنتز آنتوسیانین ها کاملاً تحت تأثیر شب های خنک می باشد و در صورت عدم وجود شب های خنک، توسعه رنگ قرمز ناشی از آنتوسیانین در پرتغال های خونی کاهش می یابد (Ladaniya 2022).

شدت رنگ گیری تحت تأثیر رشد گیاه نیز قرار می گیرد. هرچه قدر رشد یک گیاه بیشتر باشد، سنتز کارتنوئیدها و آنتوسیانین ها کاهش می یابد. هر عاملی که باعث افزایش رشد شود، باعث تأخیر و کاهش رنگ گیری میوه ها می شود. مثلاً در پایه های پررشد نظیر لیموها رنگ گیری کمتر است. کشت های متراکم و کاربرد نیتروژن زیاد نیز باعث کاهش رنگ گیری میوه ها می شود (Ladaniya 2022).

تأثیر درجه حرارت محیط بر شکل میوه گریپ فروت ثابت شده است. در این میوه طی مواجهه میوه با درجه حرارت‌های بالا در طی تقسیم سلولی، میزان رشد و تقسیم سلولی بیشتری در نزدیکی دم میوه انجام می‌شود و میوه‌ها کشیده می‌شوند (Ladaniya 2022).

۲-۵-۱-۱- کیفیت درونی میوه

میزان مواد جامد محلول تحت تأثیر شرایط محیطی است. در مناطق گرمسیری و کم ارتفاع میزان مواد جامد محلول به شدت افزایش می‌یابد، ولی در مناطق سردتر و مناطق ساحلی، افزایش مواد جامد محلول به کندی صورت می‌گیرد. مقدار اسید در مناطق گرمسیری و پست به سرعت کاهش یافته (بیشتر به علت تنفس بالا) و به ۲-۰/۵ درصد می‌رسد و میوه‌ها کمتر ترش هستند (Ladaniya 2022).

میزان اسید در مناطق خنک بیشتر بوده و نسبت به مناطق گرمسیری و مرطوب کندتر کاهش می‌یابد. نسبت قند به اسید در پرتغال والنسیا در مناطق گرمسیری طی ۷-۶ ماه به ۹ می‌رسد، ولی در مناطق مرتفع طی ۱۲-۸ ماه این مقدار به دست می‌آید (Ladaniya 2022). در ایران، نارنگی‌های شرق مازندران کیفیت بالاتری دارند و در غرب مازندران که هوا سردتر است، غشای اندوکارپی برچه‌ها ضخیم‌تر بوده و در موقع خوردن کاملاً احساس می‌شود.

مرکبات بر خلاف برخی از درختان میوه، نیاز به تنک ندارند، چرا که می‌توان برداشت را به تأخیر انداخت تا تدریجاً کیفیت افزایش یابد. البته نارنگی‌ها نیاز به تنک کردن دارند و محصول زیاد نارنگی ضمن کاهش کیفیت و اندازه میوه در سال آور، منجر به ایجاد سال‌آوری نیز می‌شود. تنک کردن ضمن حفظ اندازه میوه، به حفظ کیفیت میوه نیز کمک می‌کند. برای کنترل سال‌آوری از NAA و اتفون در مراحل اولیه تشکیل میوه و مرحله ریزش فیزیولوژیکی استفاده می‌شود. تنک کردن در آمریکا و ژاپن مرسوم است. البته در درختان با رشد ضعیف، هورمون‌ها استفاده نمی‌شوند (Ladaniya 2022).

۲-۱- محلول‌پاشی

محلول‌پاشی روشی تکمیلی برای کاهش مصرف کود است و بیشتر در مواردی که گیاه نیاز فوری به عنصر خاصی داشته و نیز در اوایل بهار که جذب عناصر از خاک به دلیل فعالیت پایین ریشه‌ها کم است، به کار می‌رود. همچنین در مواردی که شرایط خاک برای جذب عناصر مناسب نیست (pH بیش از حد بالا یا پایین، رطوبت بیش از حد بالا یا پایین، کمبود تهویه

و... (به کار می‌رود (چاکرال‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). این روش به‌ویژه در مورد خاک‌های ایران که آهکی بوده و دارای pH بالا هستند و احتمال کمبود عناصری مثل آهن، روی، منگنز، مس و ... در آنها بالا است، استفاده می‌شود. در طول مرحله زایشی درخت، رقابت بین میوه‌ها و ریشه‌ها بر سر جذب مواد غذایی بالا می‌رود و احتمال اینکه ریشه‌ها دچار کمبود مواد غذایی شده و از رشدشان کاسته شود، افزایش می‌یابد (عدولی و همکاران، ۱۴۰۱). در این مرحله می‌توان با محلول‌پاشی درخت از رقابت بین میوه‌ها و ریشه‌ها کاسته و از عواقب آن جلوگیری کرد. عوامل مختلفی از جمله نور، دما، رطوبت نسبی، سن و سطح برگ‌ها، وضعیت تغذیه گیاه، pH محلول مورد استفاده و سورفکتانت‌ها در میزان جذب محلول به کار رفته تأثیرگذار هستند. شدت نور پایین، دمای کم و رطوبت نسبی بالا باعث افزایش جذب محلول به کار رفته می‌شوند و نیز هر چه سن برگ‌ها پایین‌تر بوده و سطح آنها بیشتر باشد، میزان جذب افزایش می‌یابد. در رابطه با وضعیت تغذیه‌ای گیاه باید گفت که هرچه گیاه از لحاظ تغذیه‌ای ضعیف‌تر باشد، جذب عناصر بیشتر و سریع‌تر خواهد بود. محلول‌های مختلف در pHهای متفاوت دارای حداکثر جذب هستند. کاربرد مویان‌ها (Surfactants) باعث کاهش کشش سطحی آب شده و سطح تماس محلول و سطح برگ‌ها را افزایش داده و از این طریق به جذب بیشتر محلول کمک می‌کنند (کاویانی و همکاران، ۱۴۰۱). محلول پاشی روشی تکمیلی برای کاهش مصرف کود و جذب آن از طریق برگ می‌باشد. بعضی از گیاهان آبی و جلبک‌ها کلیه مواد غذایی مورد نیاز را از طریق سطح برگ‌ها جذب می‌نمایند. به دلیل استفاده از این روش در سیستم‌های معمول کشاورزی و هم در سیستم‌های جدید، می‌توان آن را یک روش پایدار متداول در افزایش مواد مغذی محصول دانست (Sakhidin, 2023).

تأثیر کوددهی برگی در افزایش محصول، مقاومت به بیماری‌ها و آفات و بهبود مقاومت به خشکی و نیز افزایش کیفیت محصول مشاهده شده است. پاسخ گیاه به کوددهی برگی بستگی به گونه گیاه، شکل کود، غلظت کود، دفعات کاربرد کود و مرحله رشدی گیاه دارد. ترکیب کودی مورد استفاده در کوددهی برگی معمولاً بر اساس مرحله رشدی گیاه یا میوه تنظیم می‌شود (چاکرال‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۵).

کوددهی برگی هم چنین برای کمک به گیاه در ترمیم شوک‌های ناشی از انتقال از مرحله نشایی، آسیب تگرگ و سایر عوارض ناشی از شرایط آب و هوایی سخت به کار برده می‌شود. اغلب عدم موفقیت در تغذیه برگی ناشی از عدم توجه به اصول کاربرد برگی کود است. سایر

دلایل عدم موفقیت شامل استفاده از ترکیب نادرست یا ترکیب درست در زمان نامناسب است (عدولی و همکاران، ۱۴۰۱؛ کاویانی و همکاران، ۱۴۰۱).

صرفه اقتصادی تغذیه برگ‌گی عموماً در محصولات باغی بیشتر از محصولات زراعی است، چون محصولات باغی ارزش بالاتری دارند و میزان مواد مغذی در آنها با دقت بیشتری کنترل می‌شود. به‌طور مثال در حال حاضر محلول‌پاشی برگ‌گی به‌صورت عمومی برای اصلاح کمبود روی در انگور، کنترل لکه تلخی و چوب پنبه‌ای شدن در سیب و نیز به‌عنوان مکمل تغذیه‌ای در توت فرنگی توصیه می‌شود (Liu et al., 2022).

۱-۲-۱- نکات محلول‌پاشی برگ‌گی

- محلول‌پاشی موقعی موثر خواهد بود که مواد غذایی به‌نحوی از طریق ریشه نتواند جذب گیاه شود. این موضوع به خصوص در مورد عناصر سنگین نظیر آهن، منگنز، روی و مس صادق است. زیرا به‌علت خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک این عناصر بر روی ذرات خاک تثبیت شده و به‌حالت غیر قابل جذب در می‌آیند، در این صورت محلول-پاشی موثر خواهد بود.
- محلول‌پاشی از طریق برگ از اهمیت زیادی برخوردار است ولی بایستی توجه داشت مقداری را که گیاه نیاز دارد نمی‌تواند به‌طور کامل از طریق برگ جذب نمایند. هر چند عناصر اصلی نظیر N، P، K از طریق برگ جذب می‌شود، ولی مصرف اینگونه کودهای پرمصرف از این طریق معمول نمی‌باشد (Ashkevari et al., 2023).
- محلول‌پاشی در گیاهان پهن برگ به‌علت بالا بودن سطح جذب موثرتر خواهد بود. روی این اصل محلول‌پاشی در باغات میوه گیاهان زمینی سبزیجات، گیاهان وجینی و نظایر آنها مفید خواهد بود.
- هر چه قدر ذرات محلول کوچک‌تر بر روی برگ بنشیند جذب آن آسان‌تر خواهد بود، لذا پیشنهاد می‌شود محلول‌پاشی به‌صورت مه‌پاشی انجام گردد و این امر از سوختگی برگ‌ها نیز جلوگیری می‌نماید.
- به‌کارگیری مویان (سورفکتانت) موجب کاهش نیروی کشش سطحی آب شده و در نتیجه قطرات آب حالت پخشیدگی به‌خود گرفته و سطح تماس برگ با ذرات کودی افزایش یافته و میزان جذب برگ‌گی افزایش می‌یابد (Chen et al., 2022).

- فقط در مواقع ضروری و مشخص شدن نوع و تعداد کمبود و یا در شرایطی تثبیت مواد غذایی در خاک، شستشوی زیاد از خاک، کمبود رطوبت و حرارت پایین خاک و یا به هر علت دیگر، محلول‌پاشی موثر خواهد بود.
- اثرات محلول‌پاشی در گیاه در مقایسه با جذب از طریق ریشه، سریع در ظاهر گیاه مشخص خواهد شد. لذا در مواقع رشد سریع گیاه و یا در زمان گلدهی و رشد میوه معمولاً تناسب جذب به هم خواهد خورد، بنابراین در چنین موقعی محلول‌پاشی کمک موثری در این زمینه خواهد داشت (Ennab, 2023).
- در محلول‌پاشی غلظت پیشنهاد از سوی شرکت تولیدکننده بسیار حائز اهمیت می‌باشد، چرا که افزایش غلظت علاوه بر احتمال گرفتگی نازل‌ها، موجب سوزش برگ‌ها نیز می‌گردد.
- برای اطمینان از صحت انجام عملیات فوق پیشنهاد می‌شود کود مورد نظر را با غلظت مربوطه تهیه و در قطعه کوچکی از مزرعه برگ‌پاشی انجام گیرد. در صورت عدم ظهور علائم برگ سوزی پس از ۳ روز در گیاه، در تمام سطح مزرعه برگ‌پاشی انجام پذیرد.
- هنگام محلول‌پاشی سرعت وزش باد باید حداقل باشد چرا که وزش باد هدررفتگی کود را به صورت محسوس افزایش می‌دهد (Wu et al., 2020).
- محلول‌پاشی باید در زمانی صورت پذیرد که گیاه تشنه نباشد، به عبارتی محلول‌پاشی باید چند روز پس از آبیاری صورت پذیرد.
- در محلول‌پاشی دوره رشد گیاه بسیار حائز اهمیت است و هر چقدر برگ گیاه جوان‌تر باشد کارایی جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد.
- محلول‌پاشی عناصر کم مصرف پس از به‌کارگیری عناصر پرمصرف صورت پذیرد.
- در صورت آمیختن چندین کود یا کود مربوطه با سموم، از قابلیت اختلاط آنها مطمئن بوده و از بروز رسوب در تانک جلوگیری نمایید (Vejan et al., 2021).

۲-۱- مزایا و معایب محلول‌پاشی کود روی برگ گیاهان

برای همه گیاهان، راه اصلی جذب مواد مغذی از طریق ریشه است. برگ‌ها دارای کوتیکول مومی هستند که در واقع ورود آب، مواد مغذی و سایر مواد به گیاه را محدود می‌کند. به میزان محدودی مواد مغذی محلول‌پاشی شده می‌توانند توسط گیاه جذب و استفاده شوند، اما برای مواد مغذی اصلی (نیترژن، فسفر، پتاسیم) مقدار جذب‌شده در هر زمان نسبت به نیاز گیاه کم است. این

بدان معناست که استفاده از محلول‌پاشی تنها بخش کمی از نیاز گیاه به این سه ماده مغذی را تأمین می‌کند، بنابراین محلول‌پاشی فقط باید به عنوان یک مکمل در کنار استفاده منظم از کودهای پودری جهت تأمین این عناصر در نظر گرفته شود (Wang et al., 2020). اگر گیاه از قبل مقدار زیادی نیتروژن، فسفر و پتاسیم داشته باشد، محلول‌پاشی هیچ اثر مفیدی نخواهد داشت. در حقیقت، اگر غلظت مواد مغذی در محلول‌پاشی خیلی زیاد باشد، در این صورت می‌تواند به برگ آسیب برساند و در موارد شدید باعث از بین رفتن گیاه شود (Li et al., 2020). در اینجا محاسبه‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد دریافت مقادیر مورد نیاز مواد مغذی اصلی توسط گیاهان از طریق محلول‌پاشی دشوار است: برای یک باغ، توصیه معمول برای نیتروژن ۵ گرم در هر مترمربع از سطح باغ است. کود محلول ۲۰-۲۰-۲۰ با میزان توصیه شده یک قاشق غذاخوری کود در هر ۴ لیتر آب می‌باشد. وزن یک قاشق غذاخوری کود حدود ۱۰ گرم است، بنابراین برای تأمین مقدار مناسب نیتروژن حدود ۳۴ قاشق غذاخوری کود (محلول در ۱۲۸ لیتر آب) لازم است (Kakar et al., 2020). این مقدار آب حدود ۱/۵ سانتی‌متر آب را به ۹/۲ مترمربع می‌رساند. ممکن است تا زمانی که لایه‌های رطوبت پوشش‌دهنده سطح برگ را بررسی نکنید زیاد به نظر نرسد. برای پوشاندن کامل شاخ و برگ گیاه فقط کسری بسیار کم از ۱/۵ سانتی‌متر آب لازم است، به‌ویژه هنگامی که گیاهان کوچک هستند (گیاهان زمانی که هنوز کوچک هستند، به مواد مغذی نیاز دارند) (Ma et al., 2021). لازم است بین محلول‌پاشی کود بر روی برگ گیاهان و کاربرد عناصر غذایی محلول به صورت مایع در جایی که اکثر عناصر غذایی توسط گیاهان بوسیله ریشه‌ها از خاک جذب می‌شود، تمایز قایل شد. هنگامی که کود مایع بر روی شاخ و برگ پاشیده می‌شود، برخی مواد مغذی از طریق برگ جذب می‌شوند، استفاده مکرر از آن معنای واقعی محلول‌پاشی کود بر روی برگ گیاهان است. با این حال، با محلول‌پاشی بیشتر، رواناب قابل توجهی از شاخ و برگ گیاهان ایجاد می‌شود و کود مایع، خاک را خیس می‌کند (Chen et al., 2020). در این حالت مقداری جذب مواد مغذی از طریق برگ وجود دارد، اما بیشتر مواد مغذی مورد استفاده گیاه توسط ریشه جذب می‌شود. از نظر گیاه، این اساساً همان فرآیندی است که هنگام افزودن کود خشک به خاک اتفاق می‌افتد. اگرچه هزینه آن نسبت به مصرف کود خشک بیشتر و زمان‌برتر خواهد بود، اما تأمین نیاز به نیتروژن گیاه در مسئله فوق با استفاده از ۱/۵ سانتی‌متر کود مایع در یک سری برنامه‌ها عملی است. فسفر و پتاسیم، در اکثر خاک‌ها تا محل مصرف‌شان بسیار کم حرکت می‌کنند، بنابراین بهتر است قبل از کاشت آن‌ها را در خاک قرار دهید تا مطمئن شوید در منطقه ریشه گیاه قرار دارند (Wang and Lu, 2020).

زمان مناسب برای در نظر گرفتن محلول‌پاشی کود بر روی برگ گیاهان زمانی است که کمبود ماده مغذی خاص بر اساس علائم بینایی یا تجزیه و تحلیل خاک مشهود باشد. اگر کمبودی وجود داشته باشد، استفاده از محلول‌پاشی کود بر روی برگ گیاهان یکی از روش‌های رفع سریع اما موقتی مشکل است. برخی شرایط خاص خاک مانند pH بالا، pH کم، خشکسالی، رطوبت بیش از حد یا دمای خنک ممکن است باعث شود برخی از عناصر غذایی برای جذب توسط ریشه در دسترس نباشند. اگر هر یک از این شرایط وجود داشته باشد، ممکن است مشکل به‌جای استفاده از کود جامد با استفاده از محلول‌پاشی کود بر روی برگ گیاهان اصلاح شود (Wei et al., 2020).

یک مثال برای استفاده موثر از محلول‌پاشی کود بر روی برگ گیاهان، عناصر ریزمغذی مانند آهن است. در سطوح بالای pH خاک، حتی در صورت وجود مقادیر بالای آهن در خاک، آهن در دسترس ریشه گیاهان نیست. بعضی از گونه‌های گیاهی نسبت به سایرین حساسیت بیشتری نسبت به pH بالا دارند. در شرایط pH بالا، کلروز آهن روی برگ‌های جوان ایجاد می‌شود (Niu et al., 2021).

در حالی که کاهش pH خاک یا انتخاب گیاهان با تحمل بیشتر به شرایط pH بالا از جمله راه‌حل‌های طولانی مدت پیشنهادی است، اما راه درمان موقت کلروز استفاده از نمک‌های غیرارگانیک مانند سولفات آهن یا کودهای کلاته آهن به فرم EDTA به‌صورت محلول‌پاشی است. مصرف کودهای آهن کلات با فرم EDTA در خاک با pH بالا منجر به شکستن ساختار کلات و عدم جذب می‌گردد. کلات‌ها ترکیبات شیمیایی هستند که به ماندگاری آهن در محلول در بازه وسیعی از pH کمک می‌کنند (Chen et al., 2021). یک توصیه کلی برای سولفات آهن ۶ گرم در هر لیتر آب است. برای فرم‌های کلاته، دستورالعمل‌های مقادیر را که بر روی برچسب محصول زده شده است، استفاده گردد. کاربرد آهن اندکی پس از رویش برگ و فقط در برگ‌هایی که اسپری شده‌اند، موثر است. آهن بعد از محلول‌پاشی به برگ‌هایی که بیرون می‌آیند، منتقل نمی‌شود، بنابراین برگ‌های جدید کلروتیک می‌شوند. معمولاً دو یا سه بار محلول‌پاشی برای اطمینان از پوشش تمام برگ‌های تازه رشد یافته لازم است (Laurent et al., 2020).

کوتیکول روی برگ اکثر گیاهان باعث تشکیل قطرات آب شده و از نفوذ خوب جلوگیری می‌کند. بنابراین، برای همه محصولات محلول‌پاشی، استفاده از یک ماده مرطوب‌کننده یا سورفاکتانت مهم است که باعث می‌شود برگ کاملاً پوشانده شود. یک یا دو قطره مواد شوینده

در هر گالن آب به مرطوب شدن سطح برگ کمک می‌کند. اگر کمی پس از محلول‌پاشی باران بیارد، بیشتر محلول‌ها از روی برگ‌ها شسته می‌شوند و کاربرد مجدد آن‌ها لازم است (Sakhidin, 2023).

۳-۲-۱- استانداردهای محلول‌پاشی و آب مناسب برای محلول‌پاشی

- هنگام تهیه محلول باید به چند نکته توجه شود، ابتدا مطمئن شوید که از آبی با دمای اتاق یا گرم‌تر استفاده شود.
- آب سرد می‌تواند به برگ‌ها شوک داده و به بافت‌های ظریف آسیب برساند یا حتی ممکن است انحلال‌پذیری کودها در دماهای خیلی پایین کاهش یابد (Korkmaz and Aşkın, 2013).
- فقط از آب مقطر یا آبی که از فیلتر اسمز معکوس عبور داده شده است استفاده شود تا کلر یا سایر ناخالصی‌ها در کمترین مقدار باشد.
- آب مورد استفاده در سمپاش برای محلول‌پاشی باید عاری از ذرات درشت باشد و گل‌آلود نباشد.
- آب مورد استفاده کلسیم، منیزیم سدیم و کلر نداشته باشد. اسیدیته آب مورد استفاده در سمپاش باید بین ۵/۵ تا ۶ باشد.
- برای محلول‌پاشی از کودهای مایع یا پودری مخصوص با عامل کلاته EDTA استفاده شود (Mohamed and Ibrahim, 2022).
- پس از تهیه محلول، در اسرع وقت آن را مصرف کنید و برای طولانی مدت نگهداری نشود.
- قبل از مصرف کودها در سطح محدود تست انجام شود.
- از رها کردن باقیمانده سموم و کودها در طبیعت خودداری کنید. محلول‌های کود و سموم را از دسترس کودکان دور کنید.
- به اندازه کافی کود به آب اضافه کنید، غلظت زیاد می‌تواند برگ‌ها را بسوزاند.
- فراموش نکنید که نازل سم‌پاش خود را طوری تنظیم کنید که یک غبار ریز مه‌پاشی به جای قطرات بزرگ ایجاد کند، این به اطمینان از پوشش یکنواخت و جلوگیری از آسیب به برگ‌ها کمک می‌کند.

- قبل و بعد از استفاده از سمپاش فضای داخل و لوله‌ها را کاملاً بشویید و قبل از بستن درب سمپاش اجازه دهید تا کاملاً خشک شود (El-Rahman, 2022).
- قبل از محلول‌پاشی حتماً از سالم بودن و کالیبره بودن سمپاش خود مطمئن باشید.
- برای داشتن محلول یکنواخت و جلوگیری از رسوب کردن کود در سمپاش، سمپاش باید همزن داشته باشد.
- از ترکیب کود و سم خودداری کنید و در صورت الزام حتماً قبل از مصرف تست سازگاری انجام دهید.
- از مقدار مناسب برای کود و سم استفاده کنید و از به‌کار بردن دزهای بیشتر از مقادیر توصیه شده پرهیز کنید (Gioushy, 2016).

۳-۱- مواد محرک رشد

در سال‌های اخیر، در کشاورزی پایدار توجه زیادی به مواد محرک رشد شده است. اولین بار توسط متخصصان باغبانی کلمه محرک رشد گیاه برای توصیف موادی که رشد گیاه را تحریک می‌کنند، استفاده شده است (Bulgari et al., 2019).

مواد محرک رشد اثرات فیزیولوژیکی متنوعی دارند. این مواد قادرند به‌طور مستقیم بر فیزیولوژی و متابولیسم گیاه اثر بگذارند. افزایش رشد و توسعه گیاه طی چرخه رشد از جوانه‌زنی بذر تا بلوغ به روش‌های مختلفی تحت تأثیر مواد محرک رشد قرار می‌گیرد که شامل افزایش کارایی مصرف آب، افزایش کارایی متابولیسم گیاه، تسهیل جذب، انتقال و استفاده از عناصر غذایی، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های غیر زنده، بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و رشد ریزجانداران خاک است. این مواد در بیشتر موارد به همراه کودهای رایج مصرف می‌شوند تا کارایی مصرف کود را افزایش دهند (Bulgari et al., 2019).

۳-۱-۱- فولویک اسید

فولویک اسید یک ماده با زنجیره کوتاه است که از اسید هیومیک طبیعی مشتق شده است (Islam et al., 2020; Brazien et al., 2021) که می‌تواند با اکسیدها، هیدروکسیدها، یون‌های فلزی، مواد آلی و مواد معدنی موجود در محیط تعامل داشته باشد و به‌طور موثری دسترسی به مواد مغذی خاک را بهبود بخشد، شوری خاک را کاهش دهد و رشد گیاه را تقویت کند (Brazien et al., 2021; Liu et al., 2022).

هدایت مواد غذایی مهمترین نقش فولویک اسید در گیاه است. اسید فولویک باعث جذب راحت تمامی مواد غذایی مورد نیاز گیاه توسط ریشه‌ها می‌شود. در محلول‌پاشی نیز فولویک اسید باعث جذب بهتر کودها می‌شود. اسید فولویک همچنین موجب افزایش تقسیم سلولی و طول شدن سلول، تحریک متابولیسم گیاه و افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌گردد. اسید فولویک به دلیل افزایش سنتز کلروفیل موجب افزایش ظرفیت تولید گیاه می‌شود. (Bulgari et al., 2019).

۲-۳-۱- عصاره جلبک دریایی

در حدود ۷۰۰ سال قبل از میلاد از جلبک دریایی به عنوان یک منبع غذایی برای انسان توسط چینی‌ها و ژاپنی‌ها استفاده شده است، اما اولین بار در قرن ۱۲ میلادی توسط انگلیسی‌ها به عنوان یک نهاده کشاورزی مورد استفاده قرار گرفت. در کشورهایی مانند انگلیس، رومانی، چین و فرانسه از عصاره جلبک دریایی به میزان فراوان برای تولید محصولات گیاهی سالم استفاده می‌شود. مزیت کودهای جلبک دریایی به دلیل داشتن نیتروژن، فسفر و پتاس، عناصر کمیاب و متابولیت‌های ثانویه است (Bulgari et al., 2019).
تأثیر عصاره جلبک‌های دریایی بر خاک و گیاه ثابت شده است. این عصاره‌ها به عنوان بهبوددهنده جذب عناصر غذایی توسط گیاه، کلات‌کننده، بهبوددهنده ساختمان و تهویه خاک عمل می‌کنند (Bulgari et al., 2019).

۳-۳-۱- سیلیکون

غذاهای دارای سیلیکون نقش مهمی در سلامت انسان دارند. سیلیکون دومین عنصر فراوان (۲۸٪) در پوسته زمین و در خاک است. سیلیکون از طریق تقویت دیواره‌های سلولی باعث محافظت در برابر بیماری‌های قارچی می‌شود (Kaluwa et al., 2010). علاوه بر این، سیلیکون به طور موثری تنش‌های غیرزیستی را کاهش می‌دهد (Liang et al., 2007). گیاهان از نظر جذب سیلیکون از محلول خاک به طور قابل توجهی متفاوت هستند و بسیاری از گیاهان قادر به جذب سیلیکون کافی از خاک نیستند (Kaluwa et al., 2010). بنابراین محلول‌پاشی سیلیکون می‌تواند یک روش کارآمد برای افزایش غلظت سیلیکون بافت‌های گیاهی باشد.

فصل دوم: پيشينه تحقيق

۱-۲- پیشینه پژوهش

عملکرد و کیفیت میوه درختان پرتقال واشنگتن ناول در پاسخ به محلول‌پاشی کلرید کلسیم، سولفات روی و سولفات پتاسیم در مصر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمامی تیمارها در بهبود عملکرد و کیفیت میوه نسبت به شاهد بسیار مؤثر بودند (Aly et al., 2015).

فولویک اسید می‌تواند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مختلف را افزایش دهد و گیاهان را از آسیب اکسیداتیو محافظت کند. (Anjom et al, 2011)

تیمار سویا با فولویک اسید با حفظ تعادل یونی باعث بهبود تحمل به نمک شد (Dinler et al, 2016)

کود هیومیک یا فولویک اسید می‌تواند عملکرد آب، محتوای ویتامین C، اسید کل، مواد جامد محلول کل میوه لیمو را به میزان قابل توجهی افزایش دهند، اما تأثیر کمی بر شاخص شکل میوه لیمو دارد (Zhang et al., 2022).

در مطالعه دیگر، اثرات محلول‌پاشی کلسیم و بُر بر عملکرد، کیفیت میوه و تغییرات فصلی عناصر معدنی برگ انار در ترکیه مورد بررسی قرار گرفت و نیترات کلسیم و اسید بوریک باعث افزایش اندازه میوه، طول میوه، وزن میوه و محتوای اسید اسکوربیک آب میوه نسبت به شاهد شدند (Korkmaz and Aşkın, 2011).

گزارش‌های مختلفی در مورد تأثیر مثبت عصاره جلبک دریایی بر افزایش کمیت و کیفیت میوه مرکبات گزارش شده است (Fornes et al., 1995; El-Badawy, 2017; Al-Musawi, 2018; Razaei et al., 2019).

عمر انبارمانی پرتقال رقم تامسون ناول نسبتاً پایین است. یکی از عوامل مهم افزایش حداکثری کیفیت میوه و ارزش غذایی آن حضور مقادیر مناسب از کلسیم و پتاسیم در بافت میوه است. جذب عناصر ضروری از خاک توسط ریشه و انتقال آنها به بخش هوایی گیاه از جمله ورود به بافت میوه از چالش‌های مهم تغذیه‌ای به‌شمار می‌روند. کمبود کلسیم در میوه‌ی مرکبات به دلیل کاهش جذب آن از خاک‌ها محتمل است. کاربرد این عنصر به‌صورت محلول‌پاشی به ویژه بعد از تشکیل میوه تا حدود زیادی این چالش را مرتفع می‌کند. کاربرد تیمار توأم کلسیم و

پتاسیم (یک تا چهار بار)، قبل و بعد از برداشت میوه‌ی پرتقال رقم تامسون ناول، عمر انبارمانی و کیفیت آن را بهبود بخشید (کاویانی و همکاران، ۱۴۰۰).

مشخص شد که دلیل واکنش گیاهان به منیزیم، نقش این عنصر در فعال کردن بسیاری از آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم کربوهیدرات‌ها مانند گلوکوکیناز، هگزیوکیناز و غیره است و تأثیر مؤثری بر تشکیل اسیدهای نوکلئیک دارد (Delvin and Withham, 1998). انتقال یون‌های منیزیم به استرومای کلروپلاست، مقدار pH را کاهش داده و فعالیت آنزیم‌های شرکت‌کننده در واکنش‌های چرخه کالوین را افزایش می‌دهد و باعث افزایش تشکیل قند می‌شود (Hseen and Manea, 2020).

در نارنگی مشخص شد که کاربرد محرک‌های زیستی از طریق خاک (اسیدهای آمینه یا سیلیکات پتاسیم یا اسید هیدروکسی بنزوئیک) منجر به افزایش توانایی درختان در مقاومت در برابر اختلالات محیطی و بهبود کلیه خصوصیات رشد رویشی و محتوای برگ کلروفیل، نیتروژن و فسفر و همچنین وضعیت تغذیه‌ای درختان شد (El-Rahman, 2020).

شواهد کنونی نشان می‌دهد که اثرات مواد هیومیک با تغییرات ساختاری و فیزیولوژیکی در ریشه‌ها و اندام‌های هوایی مربوط به جذب، باعث بهبود جذب و توزیع مواد مغذی می‌شود. علاوه بر این، آنها می‌توانند تغییراتی را در متابولیسم اولیه و ثانویه گیاه مرتبط با تحمل تنش غیرزیستی ایجاد کنند (Luciano et al., 2015).

با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در ترکیب با سیلیکات پتاسیم بر روی درختان پرتقال و اشنگتن ناول مشخص شد که خصوصیات کمی و کیفی میوه و وضعیت تغذیه‌ای درختان به‌طور قابل توجهی افزایش یافت (Gioushy, 2016).

کاربرد برگی اوره در فصل زمستان و محلول‌پاشی NPK در فصل بهار معمولاً باعث افزایش خصوصیات کمی و کیفی مرکبات تولید شده در کالفرنیا می‌شود (Albrigo, 2001). کود پتاسیم به‌طور قابل توجهی کمیت و کیفیت مرکبات را افزایش می‌دهد. فسفر اثرات قابل توجهی بر میزان مواد جامد محلول کل دارد (Ashkevari, 2013).

کوددهی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم از طریق خاک به‌طور مؤثری سطوح مواد غذایی را در ناحیه ریشه درختان مرکبات رشد کرده در خاک‌های رسی را بهبود می‌بخشد و در نتیجه رشد درخت و وضعیت تغذیه‌ای و در نتیجه بهره‌وری و کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (Ennab, 2023).

به منظور بررسی تاثیر توام مقادیر مختلف کودهای شیمیایی و دامی (گوسفندی) برای رسیدن به ترکیب مناسب کودی مرکبات (رقم تامسون ناول) آزمایشی در سال ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در یکی از باغ‌های شهرستان ساری به اجرا درآمد. تیمارها شامل سه سطح از کود دامی گوسفندی (صفر، ۶ و ۱۲ کیلوگرم به ازای هر درخت) و سه سطح از کودهای شیمیایی ماکرو که شامل سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم (صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد توصیه بر مبنای آزمون خاک) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین ویتامین C، اسیدپته قابل تیتراسیون میوه، در تیمار کاربرد تلفیقی ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۶ کیلوگرم کود دامی به دست آمد. همچنین بیشترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی در آب میوه تامسون با کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی حاصل شد. حداکثر میزان pH و پتاسیم آب میوه با مصرف ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی ایجاد شد. درختان مرکبات (تامسون ناول) به مصرف تلفیقی ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی (سولفات پتاسیم، ۱۰۰ کیلوگرم، سولفات آمونیوم، ۶۰ کیلوگرم، سوپرفسفات، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲ کیلوگرم کود دامی (گوسفندی) بیشترین رشد بهاره و تابستانه را داشتند. به نظر می‌رسد کاربرد توام کودهای دامی و شیمیایی می‌تواند علاوه بر تامین نیاز مرکبات روش مناسب جهت توسعه کشاورزی پایدار باشد (دانش و همکاران، ۱۴۰۰).

محلول‌پاشی میوه‌های پرتقال رقم تامسون ناول طی دو مرحله با کلسیم (در خرداد و تیر ماه به میزان ۳ در هزار) و یک مرحله با پتاسیم (در خرداد ماه به میزان ۲ در هزار) و دو مرحله با پتاسیم (در خرداد و تیر ماه، هر بار به میزان ۲ در هزار) قبل از برداشت به همراه غوطه‌وری در محلول ۳ در هزار کلسیم بعد از برداشت (برای همه پرتقال‌ها) باعث حفظ کمیت و کیفیت میوه‌ها طی انبارداری شد (کاویانی و همکاران، ۱۴۰۱).

اثر محلول‌پاشی کلسیم، پتاسیم و سیلیکون بر کیفیت و ماندگاری پرتقال مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که میوه‌های تیمار شده با سیلیکات پتاسیم ۴ میلی‌لیتر در لیتر به‌طور معنی‌داری بالاترین کیفیت را داشتند (Mounika et al., 2021).

محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات مس به‌طور معنی‌داری پارامترهای رشد رویشی درخت و خصوصیات کمی و کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول را افزایش داد (Gioushy et al., 2021).

در آزمایشی اثر سه شکل آهن نانو (Fe-NPs)، سولفات (FeSO₄) و کلات (Fe-chelated) به صورت محلول پاشی بر روی درختان پرتقال واشنگتن ناول مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که این تیمارها باعث بهبود رشد رویشی، تولید میوه، کیفیت و وضعیت تغذیه‌ای درختان می‌شود (Gioushy et al., 2021).

با محلول پاشی عنصر منگنر بر روی درختان پرتقال والنسیا مشخص شد که درختان تیمار شده نسبت به درختان شاهد درصد کلروز کمتر و عملکرد و کیفیت بهتری داشتند. (Ibrahim, 2020).

درختان نارنگی 'Page' محلول پاشی شده با نیترات پتاسیم خصوصیات رشد رویشی و کمیت و کیفیت میوه بهتری نشان دادند (Alikhani et al., 2020).

بر اساس مطالعات علمی متعدد، محرک‌های زیستی اثر مثبتی بر بازدهی گیاهان دارند (Drobek et al., 2019). تأثیر مثبت محرک‌های زیستی مبتنی بر اسیدهای هیومیک، فولویک

و کربوکسیلیک بر عملکرد میوه‌های زردآلو ثابت شده است (Tarantino et al., 2018).

محرک‌های زیستی می‌توانند تعدادی از خواص شیمیایی میوه‌ها و سبزیجات از جمله وزن خشک، اسیدیته یا محتوای ویتامین را تحت تأثیر قرار دهند. ترکیب شیمیایی میوه به طور مستقیم بر خوش طعم بودن آنها تأثیر می‌گذارد (Drobek et al., 2019).

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- انتخاب باغ و تیمارها

یک باغ تجاری واقع در اطراف شهر ساری و روستای کردخیل جهت کاربرد برگی محلول‌های غذایی استفاده شد (جدول ۳-۱). شرایط آب و هوایی محل مورد نظر در طول دوره آزمایش در جدول ۳-۲ ارائه شده است. جهت انجام محلول‌پاشی از درختان نارنگی 'Page' ۱۰ ساله و کاشته شده در یک خاک لومی رسی استفاده شد (جدول ۳-۳). فاصله کاشت روی ردیف ۲ متر و بین ردیف‌ها ۳ متر بود.

جدول (۳-۱): مختصات عرض جغرافیایی روستای کردخیل

۱	طول جغرافیایی	۳۶/۵۰۷۳۴۴
۲	عرض جغرافیایی	۵۳/۰۰۶۹۴۴۸
۳	ارتفاع از سطح دریا	۵۲

جدول (۳-۲): شرایط اقلیمی در طول دوره آزمایش

ماه	میانگین دمای بالا (درجه سانتیگراد)	متوسط دمای پایین (درجه سانتیگراد)	متوسط رطوبت (%)	میانگین بارندگی (میلی‌متر)	میانگین آفتاب (ساعت)
بهمن	۹/۸	۵/۸	۷۱	۳۱/۱	۵/۲۱
اسفند	۲۲/۳	-۱	۷۲	۸۹/۲	۴/۲۸
فروردین	۱۴/۶	۱۰/۲	۷۰	۴۷/۸	۳/۳۱
اردیبهشت	۳۹/۲	۵/۴	۷۰	۱۵/۷	۳/۹۱
خرداد	۳۵/۶	۱۱/۸	۷۸	۶۳/۴	۶/۱۶
تیر	۳۷/۲	۱۲/۲	۶۷	۴	۹/۱۵
مرداد	۳۶/۲	۱۹/۲	۶۶	۷/۶	۶/۸۰
شهریور	۳۶	۲۱/۵	۷۴	۵۰/۷	۹/۱۰
مهر	۲۵/۴	۲۵/۲	۶۶	۱۵۹/۴	۵/۷۶
آبان	۳۷	۱۴	۷۶	۱۰۱	۴/۴۳
آذر	۱۸/۶	۱۳/۲	۷۶	۵۱/۹	۴/۹۴
دی	۲۷	۲/۵	۸۰	۵۹/۶	۳/۴۲

جدول (۳-۳): محتویات معدنی و خواص فیزیکوشیمیایی باغ آزمایشی

پارامتر	عمق (cm)	
	۰-۳۰	۳۰-۶۰
رس (%)	۳۷	۴۲
سیلت (%)	۲۴	۲۳
شن (%)	۳۹	۳۵
بافت خاک	Clay loam	Clay
pH	۷/۰۳	۷/۲۱
هدایت الکتریکی (EC) (ds/m)	۰/۵۳	۰/۵۶
ماده آلی (OM) (%)	۳/۶۲	۱/۱۲
کربن آلی (OC) (%)	۲/۱۱	۰/۶۵
N (%)	۰/۲۲	۰/۲۵
P (ppm)	۹۲/۹	۵/۸
K (ppm)	۲۷۷	۱۱۹
Fe (ppm)	۴/۳	۱۴/۰۲
Mn (ppm)	۱۲/۰۴	۳۶/۱۲
Zn (ppm)	۱/۰۰	۹/۱۸
Cu (ppm)	۰/۶۸	۲/۳۰

برای این آزمایش از طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با شش تیمار غذایی و سه تکرار (درخت) در هر تیمار استفاده شد. تیمارهای تغذیه‌ای شامل عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice (حاوی عناصر ماکرو و میکرو) و کلسیم-بر و آب مقطر به عنوان شاهد بود. محلول‌های غذایی سه بار (مرحله اول محلول‌پاشی ۱۴۰۲/۰۳/۲۰ و دو محلول‌پاشی دیگر به فواصل ۱۸ روز) با استفاده از سم‌پاش پستی تا حالت قطره چکان روی هر درخت به کار رفتند. کودها توسط یک شرکت تجاری (شاهین فراز آرین، تهران، ایران، وب سایت: Falconagri.ir) تهیه شده بودند. جدول ۳-۴ مشخصات و غلظت کودهای مورد استفاده را نشان می‌دهد.

جدول (۳-۴): تیمارهای مورد استفاده و مقادیر آنها

ردیف	نام تیمار	نام تجاری	دوز مصرفی	محتویات
۱	جلبک دریایی	EPIC	یک در هزار	Alginic Acid (1%) , N (10%) , P2O5(5%) , K2O(15%) , Amino acid (0.1%) , Zn (1%)
۲	سیلیکات پتاسیم	Silicat	سه در هزار	Si (27%) , K2O (13%)
۳	کلسیم-بر	Calfal B	سه در هزار	CaO (8%) , B (0.5%)
۴	15-15-30+2%MgO+Te	Rice Okis	پنج در هزار	N (15%) , P2O5(15%) , K2O(30%) , Mn (0.1%) , MgO (0.2%) , Fe (0.1) , Zn (0.25%) , B (0.5%) , Cu (0,5%)
۵	اسید فولویک	Fulvic 60%	یک در هزار	Fulvic acid (60%)

شرکت شیمیایی کشاورزی شاهین فراز آراین با شماره ثبت ۱۳۲۲۹ مورخ ۱۳۹۰/۰۹/۱۹ و پروانه بهره‌برداری شماره ۲۷/۲۸۹۵۵، یکی از تولیدکنندگان داخلی کودهای کشاورزی با برند OKIS و Falcon، با بیش از ۱۰ سال سابقه در تولید کودهای کشاورزی و بیش از ۶۰ نوع محصول تولیدی، دارای تائیدیه از موسسه خاک و آب کشور می باشد.

۳-۲- محتویات معدنی برگ

در اوایل شهریور، نمونه‌های برگ از هر درخت جمع‌آوری شد و غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، منگنز و آهن آنها اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت در یک آون با تهویه هوا خشک شدند، سپس به حالت پودری در آمدند و ۰/۲ گرم برای تعیین عناصر گرفته شد. نیتروژن کل توسط Kjeldahl تعیین شد. مقدار فسفر با استفاده از روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. از روش فلیم فتومتری برای تعیین مقدار پتاسیم استفاده گردید. غلظت کلسیم، منیزیم، روی، منگنز و آهن با استفاده از اسپکتروفتومتر جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

۳-۳- محتوای کلروفیل

نمونه‌های برگ در اوایل شهریور جمع‌آوری شدند و محتوای کلروفیل با استفاده از استون (۸۰ درصد حجمی/حجمی) طبق روش Lichtenthaler (1987) تعیین شد. غلظت کلروفیل در طول موج‌های ۶۴۶/۸ و ۶۶۳/۲ نانومتر اندازه‌گیری شد و قرائت‌ها به صورت mg/g وزن تر بیان شد.

۳-۴- عملکرد و کیفیت میوه

در اوایل آذرماه، میوه‌های هر درخت (تکرار) چیده و برای تعیین عملکرد (کیلوگرم در هر درخت) وزن شدند. قطر، طول و ضخامت پوست میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری حجم میوه، میوه را در ظرفی پر از آب قرار داده و مقدار آب سرریز شده برابر با حجم میوه (cm³) در نظر گرفته شد. درصد پوست میوه با استفاده از معادله $[A/B] \times 100$ تعیین شد که در آن A و B به ترتیب وزن پوست و وزن میوه هستند. درصد آب میوه با استفاده از معادله $[A/B] \times 100$ محاسبه شد که در آن A و B به ترتیب وزن آب میوه و وزن میوه هستند. درصد تفاله میوه با استفاده از معادله $[A/B] \times 100$ محاسبه شد که در آن A و B به ترتیب وزن تفاله و وزن میوه هستند. سفتی میوه‌های نارنگی با استفاده از دستگاه سفتی سنج (STEP SYSTEM, Germany) اندازه‌گیری شد. قرائت‌ها به صورت kg cm⁻² بیان شد.

۳-۵- ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه

از یک رفرکتومتر دیجیتال (Atago, PAL-1, Japan) برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول کل (TSS) آب میوه استفاده شد و نتایج به صورت درصد (Brix^o) ارائه شد. اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) با تیتراسیون با ۰/۱ N NaOH تا pH ۸/۱، با استفاده از ۱ میلی‌لیتر آب میوه رقیق شده در ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر تعیین شد و نتایج به صورت درصد اسید سیتریک بیان شد. نسبت TSS به TA به عنوان شاخص رسیدگی، با تقسیم TSS بر درصد TA محاسبه شد. ویتامین C آب میوه با اکسید کردن اسید اسکوربیک با ۲، ۶-دی کلرو فنل-ایندو-فنل محاسبه شد و نتایج به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد (Nielsen, 2017).

محتوای فنلی کل در آب میوه نارنگی با استفاده از روش Folin-Ciocalteu که توسط Singleton و همکاران (۱۹۹۹) توضیح داده شده است، تعیین شد. مقادیر فنل کل با استفاده از

منحنی کالیبراسیون که برای محلول استاندارد اسید گالیک ترسیم شده و به صورت میلی گرم اسید گالیک در میلی لیتر آب بیان می شود، اندازه-گیری شد.

برای تعیین محتوای کاروتنوئید حدود ۵ گرم نمونه میوه با ۲۵ میلی لیتر استون سرد ۸۰ درصد آسیاب شد و با ۱۴۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد و مایع رویی به یک تیوپ ۱۰۰ میلی لیتری منتقل شد. پس از استخراج، مایع رویی تا حجم نهایی ۱۰۰ میلی لیتر با ۸۰ درصد استون رقیق شد. جذب مایع رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر Lichtenthaler (1987) طبق روش (Cary Win UV 100; Varian, Sydney, Australia) مورد سنجش قرار گرفت. غلظت کاروتنوئید در طول موج ۴۷۰ نانومتر تعیین شد و مقادیر به صورت میلی گرم بر گرم وزن تر بیان شد.

فعالیت آنتی اکسیدانی کل آب میوه بر اساس توانایی مهار رادیکال در واکنش با DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) بر اساس روش ارائه شده توسط Brand-Williams و همکاران (۱۹۹۵) ارزیابی شد. به طور خلاصه، ۱۰۰ میکرولیتر آب میوه با ۱۰ میلی لیتر متانول رقیق شد. سپس، آب رقیق شده به اندازه کافی با محلول ۱۹۰۰ میکرولیتر DPPH (Sigma Aldrich, USA) مخلوط شد. پس از ۳۰ دقیقه، جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر در برابر یک بلانک (متانول) اندازه گیری شد. درصد فعالیت آنتی اکسیدانی به صورت درصد مهار رادیکال آزاد DPPH با استفاده از فرمول زیر برآورد شد:

فعالیت آنتی اکسیدانی کل (%) = [(جذب DPPH - جذب DPPH و ترکیب آب میوه) / جذب DPPH] × 100

۳-۶- تحلیل آماری

داده ها با استفاده از روش GLM نرم افزار SAS (نسخه ۹,۱) تجزیه و تحلیل شدند. تفاوت های معنی دار با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در $P \leq 0/05$ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴- نتایج و بحث

۴-۱- محتوای معدنی برگ

محلول‌پاشی تیمارهای تغذیه‌ای تأثیر مثبتی بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم روی، منگنز و آهن برگ‌های ماندارین داشت (جدول ۴-۱).

برگ‌های درختان محلول‌پاشی شده با Rice بیشترین غلظت نیتروژن (۲/۶۸ درصد)، فسفر (۰/۷۴ درصد) و پتاسیم (۱/۶۹ درصد) را نشان دادند که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای تغذیه‌ای داشت. کمترین مقدار نیتروژن (۲ درصد)، فسفر (۰/۲۵ درصد) و پتاسیم (۰/۹۴ درصد) برای درختان محلول‌پاشی نشده بود، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین شاهد و برخی تیمارهای دیگر در رابطه با غلظت فسفر و پتاسیم مشاهده نشد (جدول ۴-۱).

بیشترین غلظت کلسیم برگ (۲/۴۴ درصد) مربوط به تیمار کلسیم-بر که تفاوت معنی‌داری با عصاره جلبک دریایی نداشت (جدول ۴-۱). کمترین مقدار کلسیم (۱/۷۷ درصد) نیز برای شاهد بود، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین شاهد و سیلیکات پتاسیم مشاهده نشد (جدول ۴-۱).

درختان تیمار شده با Rice و عصاره جلبک دریایی بیشترین مقدار منیزیوم برگ را نشان دادند (۰/۳۷-۰/۳۵ درصد) که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. تیمار شاهد نیز کمترین میزان منیزیوم (۰/۱۹ درصد) را نشان داد که البته تفاوت معنی‌داری با سیلیکات پتاسیم نداشت (جدول ۴-۱).

درختانی که با محلول‌های غذایی تیمار شده بودند، غلظت‌های روی بیشتری در مقایسه با درختان تیمار نشده، نشان دادند. بین تیمارهای تغذیه‌ای از نظر مقدار روی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴-۱).

بیشترین میزان منگنز و آهن مربوط به تیمارهای Rice و عصاره جلبک دریایی بود که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. کمترین میزان این دو عنصر نیز متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۴-۱).

جدول (۴-۱): تأثیر کاربرد برگی محلول‌های غذایی بر محتوای معدنی برگ درختان نارنگی. 'Page'

تیمارها	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	آهن (ppm)
شاهد	۲ d	۰/۲۵ c	۰/۹۴ c	۱/۷۷ c	۰/۱۹ c	۱۶/۰۶ b	۲۵/۱۰ d	۴۹/۰۸ d
عصاره جلبک دریایی	۲/۵۹ b	۰/۵۵ b	۱/۳۸ b	۲/۳۵ a	۰/۳۵ a	۵۸/۱۰ a	۶۰/۰۰ a	۱۲۲/۰۴ a
اسید فولویک	۲/۵۲ bc	۰/۳۰ c	۱/۱۰ c	۱/۹۵ b	۰/۲۶ b	۵۰/۱۳ a	۴۸/۶۶ b	۷۸/۱۰ c
سیلیکات پتاسیم	۲/۴۴ c	۰/۳۶ c	۱/۳۵ b	۱/۸۰ c	۰/۲۴ bc	۴۸/۱۶ a	۴۵/۱۶ bc	۱۰۳/۱۳ b
Rice	۲/۶۸ a	۰/۷۴ a	۱/۶۹ a	۱/۹۹ b	۰/۳۷ a	۵۰/۲۰ a	۶۵/۰۶ a	۱۱۹/۱۱ a
کلسیم - بر	۲/۴۵ c	۰/۳۵ c	۱/۰۰ c	۲/۴۴ a	۰/۲۲ bc	۴۵/۰۰ a	۴۰/۱۳ c	۸۶ c
سطح خطا	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (%)	۲/۰۰	۱۴/۹۸	۷/۴۹	۲/۶۱	۱۲/۶۲	۱۵/۷۶	۸/۵۵	۵/۴۵

۲-۴- محتوای کلروفیل برگ

محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice و کلسیم- بر به- طور معنی‌داری بر کلروفیل a و کلروفیل کل تأثیر گذاشت، اما تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل b نداشتند ($P = ۰/۶۴۷۱$) (جدول ۴-۲). اثر عصاره جلبک دریایی به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها برتری داشت؛ اگرچه اختلاف معنی‌داری بین عصاره جلبک دریایی و Rice از نظر کلروفیل a وجود نداشت. کمترین میزان کلروفیل a و کلروفیل کل نیز مربوط به تیمار شاهد بود، هرچند بین شاهد و سیلیکات پتاسیم از نظر کلروفیل a تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴-۲).

جدول (۲-۴): تأثیر کاربرد برگی محلول‌های غذایی بر محتوای کلروفیل برگ‌های نارنگی 'Page'

تیمارها	کلروفیل a (mg g FW^{-1})	کلروفیل b (mg g FW^{-1})	کلروفیل کل (mg g FW^{-1})
شاهد	۱/۱۳ e	۰/۴۷	۱/۶۰ d
عصاره جلبک دریایی	۱/۴۶ a	۰/۵۳	۱/۹۹ a
اسید فولویک	۱/۳۲ bc	۰/۵۰	۱/۸۲ bc
سیلیکات پتاسیم	۱/۲۵ cd	۰/۴۹	۱/۷۴ cd
Rice	۱/۴۰ ab	۰/۵۱	۱/۹۱ b
کلسیم - بر	۱/۲۲ d	۰/۴۹	۱/۷۱ cd
سطح خطا	<۰/۰۰۰۱	۰/۶۴۷۱	۰/۰۰۱۰
ضریب تغییرات (%)	۳/۶۹	۸/۴۴	۴/۲۲

۳-۴- عملکرد و کیفیت میوه

تیمار با عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice و کلسیم-بر به طور معنی داری بر عملکرد، قطر میوه، آب میوه، گوشت میوه و سفتی میوه تأثیر گذاشت. با این حال، تیمارها هیچ تأثیر معنی داری بر طول میوه، حجم میوه و ضخامت پوست میوه نداشتند (جدول ۳-۴).

بالاترین عملکرد (۸۷/۳۳ کیلوگرم در درخت) مربوط به تیمار عصاره جلبک دریایی بود، با این وجود تفاوت معنی داری بین عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک و Rice از نظر عملکرد مشاهده نشد. تیمار شاهد نیز کمترین میزان عملکرد را نشان داد که به طور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود (جدول ۳-۴).

میوه‌های درختان تیمار شده با عصاره جلبک دریایی بیشترین قطر (۷۰/۵۸ میلی متر) را نشان دادند که تفاوت معنی داری با اسید فولویک و کلسیم-بر نداشت. در مقابل، کمترین میزان قطر میوه مربوط به سیلیکات پتاسیم و تیمار شاهد بود (جدول ۳-۴).

عصاره جلبک دریایی منجر به بیشترین مقدار آب میوه (۵۴/۷۱ درصد) شد، اگرچه بین این تیمار و Rice اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در مقابل، کمترین میزان آب میوه (۴۸/۳۱-۴۷/۰۲ درصد) مربوط به تیمار شاهد و کلسیم-بر بود (جدول ۳-۴).

میوه‌های درختان تیمار شده با محلول‌های غذایی، نسبت به میوه‌های تیمار نشده به طور قابل توجهی مقدار گوشت کمتری داشتند. استفاده از عصاره جلبک دریایی منجر به کمترین مقدار گوشت میوه (۱۸/۱۳ درصد) شد که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۳-۴).

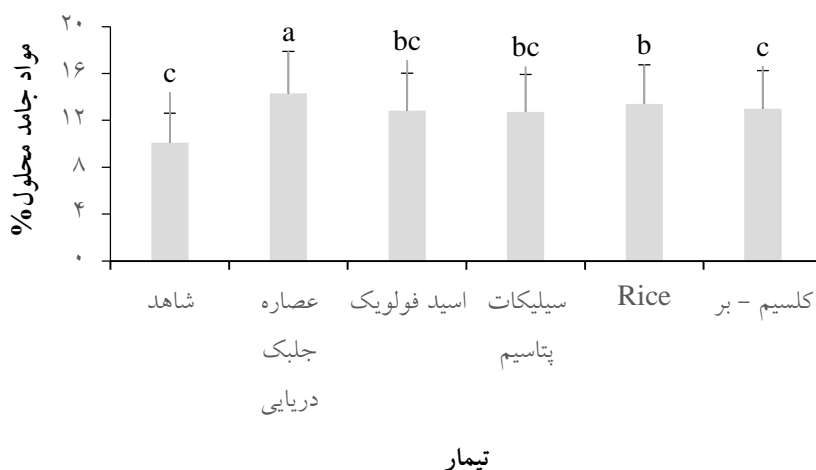
محلول‌های غذایی باعث افزایش سفتی میوه‌های نارنگی شدند. بیشترین سفتی میوه (۱۲/۰۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مربوط به تیمار سیلیکات پتاسیم بود که نسبت به بیشتر تیمارها برتری معنی داری نداشت. در مقابل، کمترین سفتی میوه (۱۰/۴۱-۱۰/۰۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مربوط به شاهد و اسید فولویک بود (جدول ۳-۴).

جدول (۳-۴): تأثیر کاربرد برگی محلول‌های غذایی بر عملکرد و کیفیت میوه نارنگی 'Page'

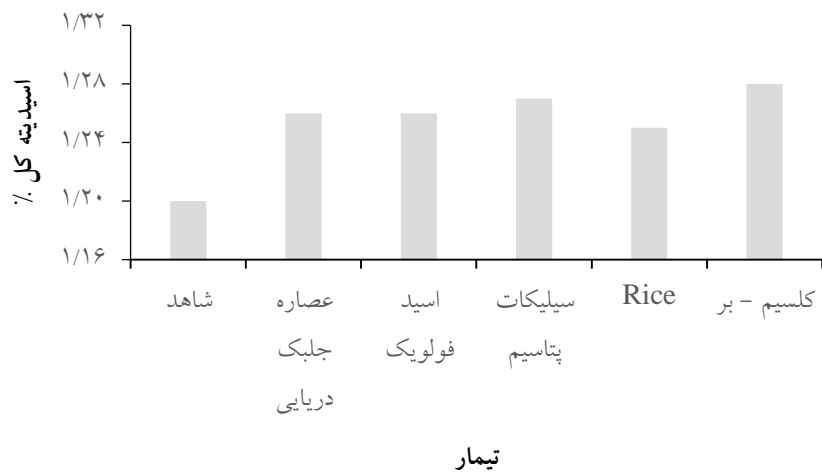
تیماها	عملکرد (Kg tree ⁻¹)	طول (mm)	قطر (mm)	حجم (cm ³)	آب میوه (%)	گوشت (%)	ضخامت پوست (%)	سفتی (kg cm ⁻²)
شاهد	۵۸/۶۶ c	۵۸/۳۷	۶۶/۹۸ Bc	۱۲۴/۱۷	۴۷/۰۲ d	۳۰/۰۴ a	۲۲/۹۳	۱۰/۰۶ c
عصاره جلبک دریایی	۸۷/۳۳ a	۶۰/۴۸	۷۰/۵۸ a	۱۵۷/۰۷	۵۴/۷۱ a	۱۸/۱۳ e	۲۷/۱۵	۱۱/۵۳ ab
اسید فولویک	۷۸/۰۰ ab	۵۹/۵۵	۶۸/۶۸ ab	۱۳۳/۷۳	۵۱/۲۳ bc	۲۳/۰۸ d	۲۵/۶۸	۱۰/۴۱ bc
سیلیکات پتاسیم	۷۲/۶۶ b	۵۷/۴۸	۶۴/۲۴ c	۱۲۲/۵۰	۵۰/۷۲ bc	۲۳/۴۱ c	۲۵/۸۷	۱۲/۰۳ a
Rice	۸۵/۳۳ a	۵۸/۷۵	۶۷/۴۳ b	۱۳۱/۶۷	۵۲/۴۰ ab	۲۱/۰۲ d	۲۶/۵۷	۱۱/۱۰ ab
کلسیم - بر	۶۸/۶۶ b	۵۸/۵۰	۶۸/۲۰ ab	۱۳۲/۰۷	۴۸/۳۱ cd	۲۶/۲۰ b	۲۵/۴۸	۱۱/۴۶ ab
سطح خطا	۰/۰۰۰۴	۰/۳۰۱۲	۰/۰۱۰۹	۰/۰۸۹۷	۰/۰۰۴۳	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۹۰	۰/۰۲۳۱
ضریب تغییرات (%)	۶/۸۳	۲/۵۷	۲/۲۹	۹/۸۹	۳/۵۴	۴/۹۶	۵/۷۳	۵/۵۳

۴-۴- TSS/TA و TA، TSS

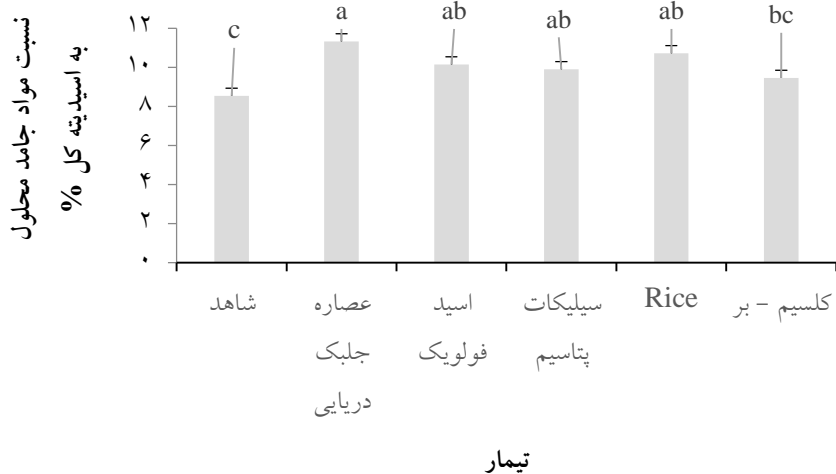
محلول پاشی عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice و کلسیم - بر به طور معنی داری بر TSS و TSS/TA میوه‌ها تأثیر گذاشت، اما تأثیر معنی داری بر TA نداشت ($P = ۰/۸۲۹۹$). بیشترین مقدار TSS (۱۴/۳۰ درصد) مربوط به تیمار با عصاره جلبک دریایی بود که نسبت به سایر تیمارهای برتری معنی داری داشت. کمترین مقدار TSS نیز مربوط به تیمار شاهد (۱۰/۱۰ درصد) بود (شکل ۴-۱). علاوه بر این، میوه‌های درختان تیمار شده با عصاره جلبک دریایی بیشترین مقدار TSS/TA (۱۱/۳۲) را نشان دادند که در مقایسه با بسیاری از تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری نداشت. کمترین مقدار TSS/TA (۸/۵۳) نیز مربوط به تیمار شاهد بود، اگرچه بین شاهد و تیمار کلسیم - بر تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱).



شکل (۴-۱): تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار مواد جامد محلول میوه‌های نارنگی



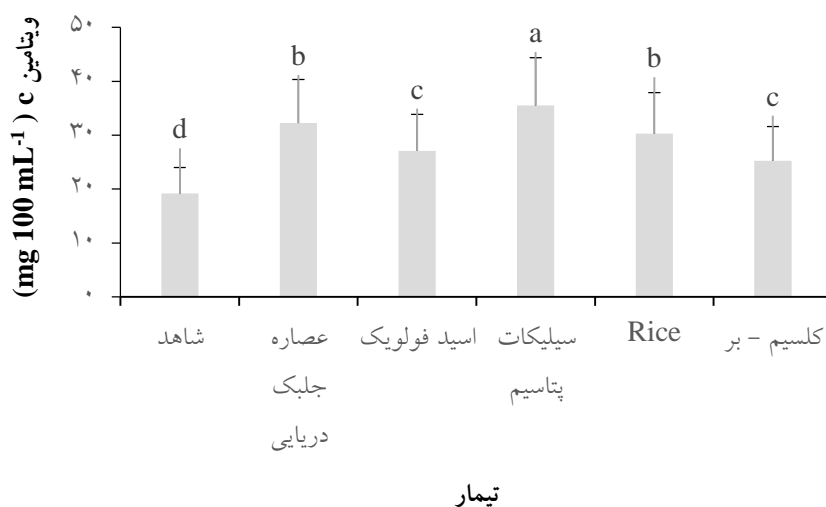
شکل (۲-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار اسید میوه‌های نارنگی



شکل (۳-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر نسبت مواد جامد محلول به اسید میوه‌های نارنگی

۴-۵- ویتامین C

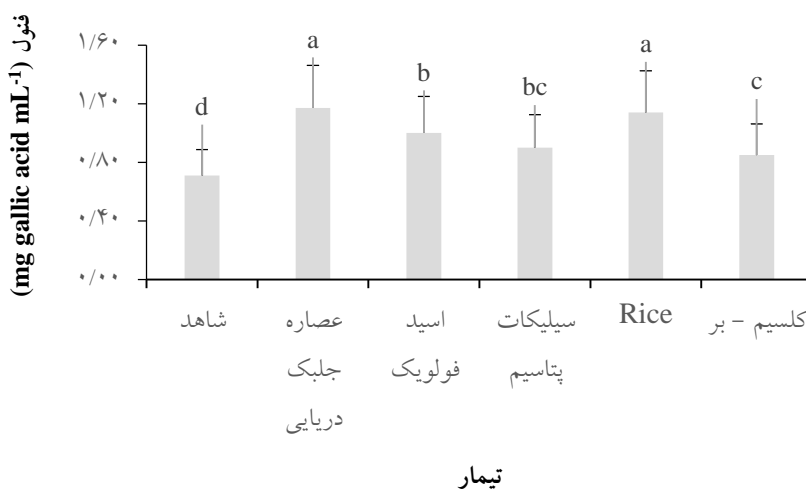
استفاده از عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice و کلسیم- بر به طور قابل توجهی ویتامین C میوه‌های نارنگی را افزایش داد (شکل ۴-۴). بیشترین مقدار ویتامین C (۳۵/۴۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) مربوط به سیلیکات پتاسیم بود که به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. در مقابل، کمترین مقادیر ویتامین C (۱۹/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در میوه‌های تیمار شاهد به ثبت رسید (شکل ۴-۴).



شکل (۴-۴): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار ویتامین C میوه‌های نارنگی

۴-۶- فنول کل

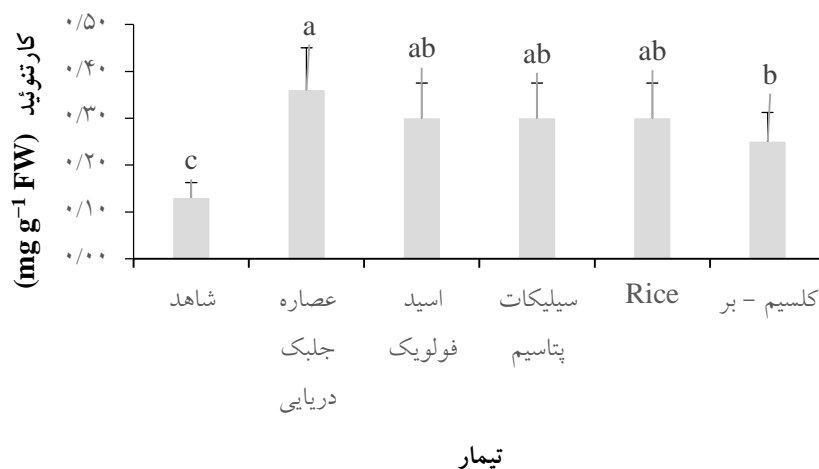
تغذیه برگی به‌طور قابل توجهی محتوای فنول کل میوه‌های نارنگی را افزایش داد (شکل ۴-۵). میوه‌های درختان محلول‌پاشی شده با عصاره جلبک دریایی و Rice بیشترین محتوای فنول کل (۱/۱۴-۱/۱۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر آب میوه) را نشان دادند که از نظر آماری بیشتر از سایر تیمارها بود. برعکس، میوه‌های تیمار شاهد کمترین مقدار فنل کل (۰/۷۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر آب میوه) را داشتند (شکل ۴-۵).



شکل (۴-۵): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار فنول میوه‌های نارنگی

۴-۷- کارتنوئید

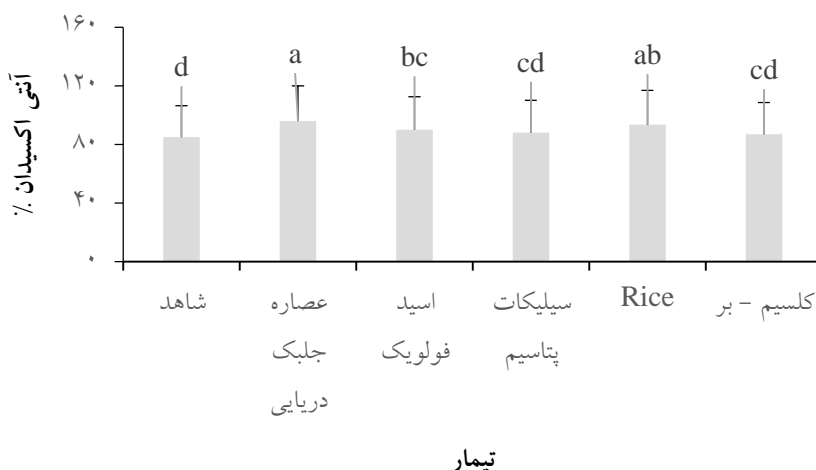
میوه‌های درختانی که با محلول‌های غذایی تیمار شده بودند، دارای محتوای کارتنوئید بیشتری نسبت به میوه‌های تیمار نشده داشتند. بیشترین مقدار کارتنوئید (۰/۳۶ میلی‌گرم بر گرم وزن میوه) مربوط به تیمار عصاره جلبک دریایی بود، اگرچه بین عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم و Rice اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمترین مقدار کارتنوئید (۰/۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن میوه) نیز در تیمار شاهد به ثبت رسید (شکل ۴-۶).



شکل (۴-۶): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر مقدار کارتنوئید میوه‌های نارنگی

۴-۸- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های نارنگی تحت تأثیر تیمار با محلول‌های غذایی قرار گرفت (شکل ۴-۷). میوه‌های درختان محلول‌پاشی شده با عصاره جلبک دریایی بیشترین فعالیت آنتی-اکسیدانی (۹۶/۰۶ درصد) را نشان دادند که از نظر آماری تفاوتی با Rice نداشت. کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۵/۱۰ درصد) مربوط به شاهد بود. با این حال، کنترل، اسید کلسیم-بر و سیلیکات پتاسیم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۴-۷).



شکل (۴-۷): تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های نارنگی

۹-۴- بحث

یکی از مشکلات عمده در مناطق تولید نارنگی ایران، کمبود عناصر غذایی ضروری است. در مقایسه با مقادیر بهینه توصیه شده، برگ درختان شاهد دارای غلظت N, K, Ca, Mg, Zn و Fe کمتری بودند (Menino 2012) که نشان‌دهنده کمبود این عناصر غذایی است. برعکس، غلظت فسفر بیشتر از غلظت‌های بهینه گزارش شده بود، در حالی که غلظت منگنز تا حدودی مشابه مقادیر بهینه توصیه شده بود (Menino 2012). با این حال، محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم، Rice و کلسیم-بر به طور قابل توجهی باعث افزایش غلظت N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn و Fe در برگ درختان نارنگی شد (جدول ۴-۱). مشابه نتایج به دست آمده در این مطالعه، Irani و همکاران (۲۰۲۱) گزارش دادند که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و اسید فولویک غلظت عناصر ماکرو و میکرو را در برگ درختان انگور افزایش می‌دهد. محرک‌های زیستی با بهبود ساختار ریشه، تسهیل جذب و جایجایی مواد معدنی و انتقال بهتر عناصر غذایی از طریق غشای سلولی، محتوای معدنی برگ‌ها را افزایش می‌دهند (Rouphael et al. 2018). علاوه بر این، کاربرد سیلیکات پتاسیم به طور قابل توجهی باعث افزایش غلظت N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn و Fe در برگ‌های پرتقال واشینگتن ناول شد (El-Giousy 2016) که با یافته‌های این تحقیق (جدول ۴-۱) مطابقت دارد. بهبود وضعیت تغذیه‌ای درختان نارنگی با کاربرد سیلیکات پتاسیم ممکن است به دلیل اثرات مثبت سیلیسیم و پتاسیم در افزایش جذب عناصر معدنی باشد (Ennab and Khedr 2021). همچنین یافته‌های

این تحقیق با نتایج منتشر شده توسط Hosseini (۲۰۱۸) و Van Dang و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد که گزارش دادند محلول‌پاشی کودهای حاوی عناصر درشت و ریز مغذی، محتوای مواد معدنی را در برگ مرکبات افزایش می‌دهد. به عنوان یک قاعده کلی، محلول‌پاشی کودها باعث بهبود جذب، حرکت و تجمع عناصر معدنی در گیاهان می‌شود (Norozi et al., 2019). در تحقیق حاضر، تیمار با محلول‌های غذایی به‌ویژه عصاره جلبک دریایی به طور قابل توجهی محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل را بهبود بخشید (جدول ۴-۲). افزایش محتوای کلروفیل با استفاده از محرک‌های زیستی در چندین گیاه از جمله انگور (Irani et al. 2021)، گوجه فرنگی (Goñi et al. 2018) و گندم (Liu et al. 2013) گزارش شده است. افزایش محتوای کلروفیل ممکن است به دلیل نقش محرک‌های زیستی در کاهش تخریب کلروفیل، افزایش بیوستنز کلروفیل و به تاخیر انداختن پیری باشد (Jannin et al. 2013; Irani et al. 2021). علاوه بر این، محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم باعث افزایش محتوای کلروفیل در پرتقال واشنگتن ناول (El-Gioushy 2016) و جو (Mavrič Čermelj et al. 2022) شد که با نتایج مطالعه فعلی مطابقت دارد (جدول ۴-۲). سیلیکون پیری برگ را به تاخیر می‌اندازد و محتوای کلروفیل را افزایش می‌دهد (Bybordi 2015). پتاسیم نیز از تجزیه کلروفیل جلوگیری می‌کند و بیوستنز کلروفیل را افزایش می‌دهد (Alipour 2018). مشابه با نتایج این مطالعه، افزایش محتوای کلروفیل با محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها برای پرتقال (Nandita et al., 2020) و لیمو (Bastakoti et al., 2022) گزارش شده است. افزایش محتوای کلروفیل در نتیجه کاربرد ریز مغذی‌ها به دلیل نقش شناخته شده ریز مغذی‌ها در فعال‌سازی آنزیم‌های دخیل در بیوستنز کلروفیل است (Ilyas et al., 2015; Mohammed et al., 2018; Bastakoti et al., 2022). علاوه بر این، یافته‌های مشابهی در مورد اثرات مثبت درشت مغذی‌ها بر محتوای کلروفیل به دست آمده است (Oivukkamäki et al., 2023). تأثیر مثبت N و Mg بر محتوای کلروفیل می‌تواند به این دلیل باشد که این عناصر برای تشکیل کلروفیل ضروری هستند (Menino, 2012). علاوه بر این، پتاسیم بیوستنز کلروفیل را افزایش داده و از تجزیه کلروفیل جلوگیری می‌کند (Alipour 2018). علت اصلی کاهش محتوای کلروفیل کمبود K است (Ali et al., 2021).

بر اساس نتایج به دست آمده، محلول‌پاشی تیمارهای غذایی، به ویژه عصاره جلبک دریایی، عملکرد و کیفیت میوه نارنگی را به طور قابل توجهی بهبود بخشید (جدول ۴-۳). استفاده از محرک‌های زیستی برای افزایش عملکرد و کیفیت میوه با مطالعات قبلی مطابقت دارد (Salvi

عملکرد و کیفیت میوه را می‌توان به این واقعیت نسبت داد که اکثر آنها حاوی ویتامین‌ها، هورمون‌ها و مواد معدنی مختلفی هستند که ممکن است در جهت‌گیری و انتقال مواد جذب شده از برگ به ساختارهای تولید مثل دخیل باشند (Bulgari et al. 2019). علاوه بر این، یافته‌های مشابهی در مورد اثرات مثبت سیلیکات پتاسیم بر عملکرد و کیفیت میوه برای گیاهان مختلف از جمله پرتقال (El-Gioushy 2016)، نارنگی (Ennab and Khedr 2021) و زردآلو (Heba and Ibrahim 2021) به دست آمده است. تأثیر مثبت پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه را می‌توان به نقش‌های مهم شناخته شده پتاسیم در تنظیم اسمزی، تعادل کاتیون-آنیون، حرکت روزنه، فعال‌سازی آنزیم، سنتز پروتئین، فتوسنتز، انتقال انرژی، انتقال مواد در آوند آبکش و مقاومت در برابر تنش نسبت داد (Marschner 2012). اثر مثبت سیلیکون بر کمیت و کیفیت میوه نیز می‌تواند به دلیل نقش آن به عنوان یک کوفاکتور مهم آنزیم‌های کربوکسیلاسیون باشد که مسئول فرآیند فتوسنتز هستند (Artyszak 2018). علاوه بر این، استفاده از کودهای حاوی درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (Hosseini 2018; Bastakoti et al. 2022; Van Dang et al. 2022). تأثیر مثبت عناصر درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها بر عملکرد و کیفیت میوه را می‌توان به تأثیرات این عناصر بر بهبود وضعیت تغذیه‌ای، کارایی فتوسنتزی و انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن نسبت داد (Reetika et al., 2018; Cavender et al., 2019; Bastakoti et al., 2022).

یافته‌های این تحقیق نشان داد که استفاده از محلول‌های غذایی، به‌ویژه عصاره جلبک دریایی، باعث افزایش TSS و TSS/TA میوه‌های نارنگی شد (شکل ۴-۲). افزایش TSS و TSS/TA میوه‌های نارنگی ممکن است به دلیل وجود آنزیم‌های مختلف در عصاره جلبک دریایی باشد که باعث افزایش سنتز پروتئین‌ها، اسیدها و قندهای مختلف می‌شود (Khan et al., 2012). استفاده از محرک‌های زیستی برای افزایش TSS میوه‌ها مطابق با نتایج سایر محققین است (Irani et al. 2021; Yang et al. 2023). با این حال Mousavi و همکاران (۲۰۲۴) اظهار داشتند که استفاده از عصاره جلبک دریایی هیچ تغییری در TSS میوه‌های سیب ایجاد نمی‌کند که برخلاف یافته‌های مطالعه حاضر است. همچنین بر خلاف یافته‌های این تحقیق، Irani و همکاران (۲۰۲۱) اعلام کردند که استفاده از محرک‌های زیستی باعث کاهش TA میوه‌های انگور می‌شود. علاوه بر این، نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با نتایج El-

Gioushy (۲۰۱۶) و Khedr و Ennab (۲۰۲۱) که بیان کردند استفاده از سیلیکات پتاسیم باعث افزایش TSS و TSS/TA در مرکبات می‌شود، مطابقت دارد. با این حال، Ennab و Khedr (۲۰۲۱) نشان دادند که استفاده از سیلیکات پتاسیم باعث افزایش محتوای TA در میوه‌های نارنگی می‌شود که مغایر با یافته‌های این تحقیق (شکل ۴-۳) است. افزایش TSS میوه‌های نارنگی می‌تواند به دلیل نقش پتاسیم و سیلیکون در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و فعالیت آنزیم‌ها باشد (Quaggio et al. 2011). علاوه بر این، نتایج این تحقیق با نتایج Van Dang و همکاران (۲۰۲۲) که نشان دادند استفاده از کودهای حاوی درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها باعث افزایش TSS در میوه‌های مرکبات می‌شود، همخوانی دارد. افزایش محتوای TSS میوه‌ها در نتیجه محلول‌پاشی با فسفر، پتاسیم، منیزیم و روی می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیم درگیر در سنتز کربوهیدرات باشد (Gerendás and Führs 2013; Jiang et al. 2014; Davarpanah et al. 2016; Zhang et al. 2018). در مقابل، Van Dang و همکاران (۲۰۲۲) مشاهده کردند که استفاده از کودهای حاوی درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها باعث کاهش اسیدیته در میوه‌های مرکبات می‌شود که با نتایج این تحقیق (شکل ۴-۳) همخوانی ندارد. یکی از مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ای در مرکبات میزان ویتامین C است (Zou et al. 2016). در تحقیق حاضر، محتوای ویتامین C میوه‌های نارنگی با استفاده از محلول‌های غذایی به‌ویژه عصاره جلبک دریایی به طور قابل توجهی افزایش یافت (شکل ۴-۴). استفاده از محرک‌های زیستی باعث افزایش قابل توجه در ویتامین C نارنگی کلمانتین (Ziogas et al. 2022)، سیب (Mousavi et al. 2024) و انگور (Abo-Zaid et al. 2019) شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. در مقابل، Soppelsa و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که محرک‌های زیستی هیچ تاثیری بر ویتامین C میوه‌های سیب ندارد. علاوه بر این، یافته‌های مشابهی در مورد اثرات مثبت سیلیکات پتاسیم بر میزان ویتامین C میوه‌های پرتقال (El-Gioushy 201)، انار (Fattahi et al. 2021) و هلو و شلیل (Abidi et al. 2023) به‌دست آمد. افزایش محتوای ویتامین C میوه‌ها به دلیل نقش K در تجمع کربوهیدرات‌های بیشتر در میوه‌ها نسبت داده شده است (Tanari et al. 2019). علاوه بر این، نتایج این تحقیق با نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققین (Maity et al. 2022; Almutairi et al. 2021; Kilic et al. 2021) که اظهار داشتند استفاده از کودهای حاوی عناصر مختلف باعث افزایش محتوای ویتامین C میوه‌ها می‌شود، مطابقت دارد. افزایش محتوای ویتامین C میوه‌ها به نقش فسفر، پتاسیم، منیزیم و روی در

تجمع قندها و فیتوهورمون‌های بیشتر در میوه‌ها نسبت داده شده است (Menino, 2012; Tanari et al., 2019; Maity et al., 2022).

ترکیبات فنولی به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی که دارند به‌عنوان مواد ارتقادهنده سلامت در میوه‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Slavin and Lloyd 2012). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که محلول‌پاشی تیمارهای تغذیه‌ای به طور قابل توجهی محتوای فنول کل میوه‌های نارنگی را افزایش دادند (شکل ۴-۵). یافته‌های ما با یافته‌های به‌دست آمده توسط Mousavi و همکاران (۲۰۲۴) و Graziani و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد، اما با نتایج Tarantino و همکاران (۲۰۲۲) که اظهار داشتند استفاده از محرک‌های زیستی هیچ تغییری در محتوای فنول کل میوه‌های زردآلو ایجاد نمی‌کند، همخوانی ندارد. علاوه بر این، در هلو و شلیل (Abidi et al. 2023) و انار (Fattahi et al. 2021) مشخص شد که محتوای فنول کل میوه‌ها تحت تأثیر کاربرد سیلیکات پتاسیم قرار نمی‌گیرد که بر خلاف یافته‌های به‌دست آمده در این تحقیق است. همچنین Cavender و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که استفاده از کودها باعث افزایش محتوای فنول کل میوه‌های شاه توت می‌شود که با نتایج این تحقیق در یک راستا می‌باشد. بسیاری از مواد معدنی به عنوان کوفاکتورهای بسیاری از آنزیم‌های مسیر ترکیبات فنولی عمل می‌کنند (Treutter, 2010).

کاروتنوئیدها فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان می‌دهند و رادیکال‌های آزاد مضر را از بین می‌برند (Zou et al. 2016). در این مطالعه، تیمارهای غذایی به طور قابل توجهی محتوای کاروتنوئید میوه‌های نارنگی را افزایش دادند (شکل ۴-۶). گزارش‌های بسیار متغیری در مورد تأثیر محرک‌های زیستی بر محتوای کاروتنوئید میوه‌ها وجود دارد. مطابق با نتایج این تحقیق، افزایش محتوای کاروتنوئید میوه‌ها با استفاده از محرک‌های زیستی در سیب (Mousavi et al. 2024) و گوجه‌فرنگی (Liava et al. 2023) گزارش شده است (شکل ۴-۶). در مقابل، Hernández-Herrera و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که محرک‌های زیستی تأثیری بر محتوای کاروتنوئید میوه‌ها ندارند، در حالی که Paul و همکاران (۲۰۱۹) اعلام کردند که کاربرد محرک زیستی باعث کاهش محتوای کاروتنوئید در میوه‌های گوجه‌فرنگی می‌شود که برخلاف یافته‌های این تحقیق است (شکل ۴-۶). به نظر می‌رسد که محرک‌های زیستی با افزایش جذب عناصر معدنی باعث افزایش کاروتنوئیدها می‌شوند (Colla et al. 2017). علاوه بر این، همانند نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، El-Sayed و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که استفاده از سیلیکات پتاسیم باعث افزایش محتوای کاروتنوئید میوه‌های گوجه‌فرنگی می‌شود. Balázs و همکاران

(۲۰۲۳) نیز مشاهده کردند که استفاده از کودهای حاوی عناصر مختلف باعث افزایش محتوای کاروتنوئید در سیب زمینی شیرین می‌شود که با یافته‌های این تحقیق در یک راستا می‌باشد. افزایش محتوای کاروتنوئید میوه‌ها می‌تواند به دلیل نقش عناصر معدنی در فعالیت آنزیم بیوستز کاروتنوئید باشد (Bruulsema et al., 2012).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی به توانایی برخی ترکیبات برای حفظ ساختار و عملکرد سلولی از طریق حذف موثر رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از سایر آسیب‌های اکسیداتیو اشاره دارد (Zou et al. 2016). در این تحقیق، کاربرد محلول‌های غذایی به‌ویژه عصاره جلبک دریایی به‌طور قابل توجهی فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را بهبود بخشید (شکل ۴-۷). مشابه با یافته‌های این تحقیق، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها با استفاده از محرک‌های زیستی در گوجه فرنگی (Soppelsa et al. 2018; Graziani, Mannino et al. 2020; Liava et al. 2023)، سیب (Tarantino et al. 2018) و زردآلو (et al. 2020) گزارش شده است. با این حال، نتایج این مطالعه برخلاف نتایج به‌دست آمده توسط Tarantino و همکاران (۲۰۲۲) و Tarantino و همکاران (۲۰۲۳) است که گزارش کردند استفاده از محرک‌های زیستی هیچ تغییری در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها ایجاد نمی‌کند. علاوه بر این، نتایج این تحقیق با یافته‌های سایر محققین (Fanasca et al., 2006; Cavender et al., 2019) که گزارش دادند استفاده از کودهای حاوی عناصر غذایی باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها می‌شود، مطابقت دارد.

فصل پنجم: نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

۵- نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری

- ۱- برگ‌های درختان محلول‌پاشی شده با تیمارهای تغذیه‌ای غلظت بیشتری N، P، K، Ca، Mg، Zn، Mn و Fe نسبت به نمونه‌های محلول‌پاشی نشده، داشتند.
- ۲- درختان نارنگی تیمار شده با محلول‌های غذایی، به‌ویژه عصاره جلبک دریایی، دارای کلروفیل a و کلروفیل کل بالاتری بودند.
- ۳- کاربرد محلول‌های غذایی به‌ویژه عصاره جلبک دریایی باعث افزایش عملکرد، قطر، آب و سفتی میوه شد، اما باعث کاهش گوشت میوه‌ها شد.
- ۴- میوه‌های درختان نارنگی تیمار شده با محلول‌های غذایی و به‌ویژه عصاره جلبک دریایی مقادیر بیشتری مواد جامد محلول کل (TSS)، مواد جامد محلول کل به اسیدیت قابل تیتراسیون (TSS/TA)، ویتامین C، فنل کل، کاروتنوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان دادند.

۵-۲- پیشنهادات

با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی:

- ۱- تاثیر سایر تیمارها بر روی این نوع نارنگی بررسی شود.
- ۲- پژوهش حاضر بر روی سایر رقم‌های نارنگی بررسی شود و تغییرات به‌دست آمده مقایسه شود.
- ۳- پژوهش حاضر بر روی سایر مرکبات بررسی شود و تغییرات به‌دست آمده مقایسه شود.
- ۴- این پژوهش در باغات شمال کشور انجام شد، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی در جنوب کشور با شرایط متفاوت جوی و خاک آزمایش گردد.

۵- در مطالعات حاضر استفاده از تیمارها در فصل رشد و در بهار صورت گرفت، با توجه به اهمیت رعایت تغذیه بلافاصله پس از برداشت، توصیه می‌شود محلول‌پاشی‌ها بلافاصله پس از برداشت و سایر فصول انجام پذیرد.

منابع

- افراسیابی س، فصیحیان م و برجیان ا (۱۴۰۰). تاثیر سالسیلیک اسید، زمان برداشت و تیمار آب گرم و هوای گرم بر کیفیت و عمر پس از برداشت پرتقال رقم والنسیا، هفتمین کنفرانس بین المللی کشاورزی، محیط زیست، توسعه شهری و روستایی.
- بشکارم، دولتی م، گلپور ا و میغانی ح (۱۴۰۱). تخمین ویژگی‌های بیوشیمیایی پرتقال خونی رقم مورو با بکارگیری فن آوری ماشین بینایی و شبکه‌های عصبی مصنوعی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۹: ۱۵۷-۱۷۰.
- بومدی ف، آران م، میری م و سیدآبادی ا (۱۴۰۱). کاربرد نانو الیاف حاوی اسانس گیاه دارویی مرزه بر عمر پس از برداشت میوه نارنگی انشو، نخستین همایش ملی فناوری تولید و پس از برداشت گیاهان باغی، بیرجند.
- چاکرالحسینی م، بصیرت م، فتوت ا و خراسانی ر. (۱۳۹۵) تعیین اعداد مرجع و محدودیت عناصر غذایی برای پرتقال با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. ۶: ۱۶۱-۱۷۲.
- دادورع، خجسته پور م و صدرنیا ح (۱۳۹۴). بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر برخی پارامترهای کیفی (فیزیکی و مکانیکی) پرتقال رقم والنسیا. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۱: ۱۸۱-۱۹۰.
- دانش س، همتی خ و آتشی ص (۱۴۰۰). بررسی میزان فلاونوئید نارنجین، هسپریدین و برخی مواد ثانویه در برگ و میوه پرتقال رقم تامسون (*Citrus sinensis* Var. *thampson*) تحت تاثیر جهت جغرافیایی تاج درخت در استان گلستان. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۶۴: ۸۵-۷۵.
- زیودار ش، عالم زاده انصاری ن، فریدونی ح، ربانی نسب ح و رزاقی م (۱۴۰۰). بررسی تاثیر شدت اشعه UV-C بر میزان پوسیدگی و خصوصیات کیفی میوه پرتقال رقم تامسون، دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران، رفسنجان.
- شاهسونی ش، محمودی م، قرنچیک ش و گران ملک ص (۱۳۹۴). بررسی اثر مصرف توام کود دامی و کودهای شیمیایی بر برخی خصوصیات کیفی آب میوه پرتقال رقم تامسون ناول. علوم باغبانی. ۲۹: ۳۱۴-۳۲۱.
- عدولی ب، شیری م و شاه نظری س (۱۴۰۱) تاثیر محلول‌پاشی برگی توآمان برخی عناصر غذایی بر صفات مرتبط با ترکیب میوه نارنگی 'پیچ'. فرآیند و کارکرد گیاه. ۱۱: ۱۲۷-۱۱۱.

علی نژاد جهرمی ه، زارعی ع و محمدخانی ع (۱۴۰۱). تاثیر دانه گرده بر تشکیل بذر و میوه در نارنگی کلمانتین و بررسی نقش قرابت ژنتیکی منابع گرده زا در عمل لقاح. علوم باغبانی ایران. ۱: ۱۵۶-۱۴۳.

فتاحی مقدم ج، سیدقاسمی س و نجفی ک (۱۳۹۶). ارزیابی ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی میوه‌ی ارقام جدید نارنگی نوشین و شاهین طی دوره انبارداری. علوم باغبانی. ۳۱: ۷۶۴-۷۵۱.

کاویانی ب، انصاری ر، خیاطی بابایی س، عابدینی آبکسری ح، انصاری م و اخگری ح (۱۴۰۱). اثر محلول‌پاشی توأم کلسیم و پتاسیم بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه‌ی پرتقال رقم تامسون ناول. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۹: ۸۲-۶۳.

گرامی ک، بهفرح، جمشیدی ب و زمردی ش (۱۴۰۲). شناسایی آسیب یخزدگی میوه پرتقال رقم تامسون با استفاده از روشهای طیف سنجی تبدیل فوریه-فروسرخ و تصویربرداری فراطیفی. فناوری‌های جدید در صنعت غذا. ۱۰: ۲۱۴-۲۰۳.

محمدرضاخانی س، صفاری و و پاک کیش ز (۱۳۹۳). اثر تیمارهای پس از برداشت پوتریسین و متیل جاسمونات روی میزان سرمازدگی و برخی از ویژگی‌های انبارمانی میوه پرتقال رقم والنسیا. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۴: ۱۹۶-۱۸۵.

میرزایی س، رسولی صدقیانی م و میران ن (۱۳۹۶). تعیین حد بهینه عناصر غذایی و ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه‌ای باغ‌های لیمو رقم لیسبون و نارنگی رقم پرتقال شهرستان دزفول با استفاده از روش DRIS. آب و خاک. ۳۱: ۵۸۰-۵۷۰.

همدانی م، مرادی ح و قنبری ع (۱۳۹۳). اثر زمان برداشت و عمر انبارمانی بر کیفیت میوه پرتقال خونی رقم «مورو». علوم باغبانی. ۲۸: ۲۵۹-۲۵۲.

Abd El-Rahman M (2022). Effect of using bio-stimulants and foliar spraying of anti-stressors for counteract the negative effects of climate changes on growth and fruiting of Balady mandarin trees. SVU-International Journal of Agricultural Sciences. 4(1):153-167.

Alikhani M, Babakhani B, Golein B, Asadi M and Rahdari P (2020). Foliar application of potassium nitrate and 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid affect some fruit splitting related characteristics and biochemical traits of mandarin cv. 'page'. EurAsian Journal of Biosciences, 14(2). EurAsian Journal of BioSciences. 14:4251-4260

Aly MA, Harhash M, Rehab M, Awad M and El-Kelawy HR (2015). Effect of Foliar Application with Calcium, Potassium and Zinc Treatments on Yield and Fruit Quality of Washington Navel Orange Trees. Middle East Journal of Agriculture Research. 4: 564-568.

Bulgari R, Franzoni G and Ferrante A (2019). Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. Agronomy, 9:306.

- Chen M, Zhang S, Liu L, Wu L and Ding X (2021). Combined organic amendments and mineral fertilizer application increase rice yield by improving soil structure, P availability and root growth in saline-alkaline soil. *Soil and Tillage Research*. 212:105060.
- Chen XX, Liu YM, Zhao QY, Cao WQ, Chen XP and Zou CQ (2020). Health risk assessment associated with heavy metal accumulation in wheat after long-term phosphorus fertilizer application. *Environmental pollution*. 262:114348.
- Chen Y, Li F, Wu Y, Zhou T and Chang Y (2022). Profiles of citrus orchard nutrition and fruit quality in Hunan Province, China. *International Journal of Fruit Science*. 22(1):779–793.
- Costanzo G, Vitale E, Iesce MR, Naviglio D, Amoresano A, Fontanarosa C and Arena C (2022). Antioxidant properties of pulp, peel and seeds of phlegrean mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) at different stages of fruit ripening. *Antioxidants*. 11(2):187.
- Costanzo G, Vitale E, Iesce MR, Spinelli M, Fontanarosa C, Paradiso R and Arena C (2023). Modulation of antioxidant compounds in fruits of *Citrus reticulata* Blanco using postharvest LED irradiation. *Biology*. 12(7):1029.
- Delfani K, Asadi M, Golein B, Babakhani B and Razeghi Jadid R (2023). Foliar application of glycine betaine affects morpho-physiological, biochemical and fruit quality traits of thomson navel orange under deficit irrigation. *Journal of Plant Growth Regulation*. 42(5):2867-2883.
- Drobek M, Fraç M and Cybulska J (2019). Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress—A Review. *Agronomy*. 9(6):335.
- El-Gioushy SF (2016). Productivity, Fruit Quality and Nutritional Status of Washington Navel Orange Trees as Influenced by Foliar Application with Salicylic Acid and Potassium Silicate Combinations. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*. 8(2):98–107.
- El-Gioushy SF, Ding Z, Bahloul AM, Gawish MS, Abou El Ghit HM, Abdelaziz AM and Zewail RM (2021). Foliar application of nano, chelated, and conventional iron forms enhanced growth, nutritional status, fruiting aspects, and fruit quality of Washington navel orange trees (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Plants*. 10(12):2577.
- El-Gioushy SF, Sami R, Al-Mushhin AA, Abou El-Ghit HM, Gawish MS, Ismail KA and Zewail RM (2021). Foliar application of ZnSO₄ and CuSO₄ affects the growth, productivity, and fruit quality of Washington Navel orange trees (*Citrus sinensis* L.) Osbeck. *Horticulturae*. 7(8):233.
- Ennab HA (2023). Impact of Different Fertilization Levels on the Growth, Leaf Mineral Content, Yield and Fruit Quality of Pummelo (*Citrus maxima*) Trees. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*. 61(1):167-176.
- Gallasch PT, Dalton GS and Ziersch J (1984). The use of juice analysis to define fertilizer requirements of citrus. *Proceedings of International Society of Citriculture*. 2:140- 142
- Gattuso G and Barreca D (2012). Juice analysis in citrus: latest development. In (eds): A.K. Srivastava. *Advances in citrus nutrition*. Springer Dordrecht Heidelberg, New York, London. pp. 89.

- Hamzah LM and Hussein HK (2022). Response of sour orange seedlings to spraying with magnesium and seaweed extract kelpak 40B. *Indian Journal of Ecology*. 48(15):1181-1186.
- Hasan AM, Mohamed Ali TJ and Al-Taey DK (2020). Effects of winter foliar fertilizing and plant growth promoters on element and carbohydrate contents on the shoot of navel orange sapling. *International Journal of Fruit Science*. 20(4):682-691.
- He X, Zhang H, Li J, Yang F, Dai W, Xiang C and Zhang M (2022). The positive effects of humic/fulvic acid fertilizers on the quality of lemon fruits. *Agronomy*. 12(8):1919.
- Hota D, Kumar V and Singh IP (2021). Agronomic performance of acid lime in response to microbial fortification of rhizosphere. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 91(1):146-149.
- Ibrahim AM (2020). Response of Valencia Orange Trees to Foliar Application of Chelated Manganese. *Hortscience Journal of Suez Canal University*. 9(1):73-80.
- Jeyabaskaran KJ, Shirgure PS, Pandey V, Srivastava AK and Uma S (2021). Fertigation in horticulture: A guarantee to economized quality production. *Indian Journal of Fertilisers*. 17(4):364-383.
- Kakar K, Xuan TD, Noori Z, Aryan S and Gulab G (2020). Effects of organic and inorganic fertilizer application on growth, yield, and grain quality of rice. *Agriculture*. 10(11):544.
- Kaluwa K, Bertling I, Bower JP and Tesfay SZ (2010). Silicon application effects on 'Hass' avocado fruit physiology. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*. 33:44-47.
- Killiny N, Hijaz F, Gonzalez-Blanco P, Jones SE, Pierre MO and Vincent CI (2020). Effect of adjuvants on oxytetracycline uptake upon foliar application in citrus. *Antibiotics*. 9(10):677.
- Kohli RR, Srivastava AK and Huchche AD (2000). Leaf nutrients limit for optimum yield of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 70(5):328-330.
- Korkmaz N and Aşkın MA (2013). Effects of calcium and boron foliar application on pomgranate (*Punica granatum* L.) fruit quality, yield, and seasonal changes of leaf mineral nutrition. *Acta Horticulturae*. 1089:413-422.
- Kumar D, Ladaniya MS, Gurjar M, Kumar S and Mendke S (2021). Quantification of flavonoids, phenols and antioxidant potential from dropped *Citrus reticulata* Blanco fruits influenced by drying techniques. *Molecules*. 26(14):4159.
- Ladaniya MS (2022). *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*. Elsevier Inc., Atlanta, USA, pp 833.
- Laurent C, Bravin MN, Crouzet O, Pelosi C, Tillard E, Lecomte P and Lamy I (2020). Increased soil pH and dissolved organic matter after a decade of organic fertilizer application mitigates copper and zinc availability despite contamination. *Science of the Total Environment*. 709:135927.
- Li H, Yang Z, Dai M, Diao X, Dai S, Fang T and Dong X (2020). Input of Cd from agriculture phosphate fertilizer application in China during 2006–2016. *Science of the Total Environment*. 698:134149.

- Li S, Mao X, Guo L and Zhou Z (2023). Comparative Analysis of the Impact of Three Drying Methods on the Properties of *Citrus reticulata* Blanco cv. Dahongpao Powder and Solid Drinks. *Foods*. 12(13):2514.
- Liang Y, Sun W, Zhu Y and Christie P (2007). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A Review. *Environmental Pollution*. 147:422–428.
- Lichtenthaler HK (1987). Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. 148:350–382.
- Lin X, Cao S, Sun J, Lu D, Zhong B and Chun J (2021). The chemical compositions, and antibacterial and antioxidant activities of four types of citrus essential oils. *Molecules*. 26(11):3412.
- Liu S, Lou Y, Li Y, Zhang J, Li P, Yang B, Gu Q (2022). Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of *Citrus* L. fruits. *Frontiers in Nutrition*. 18;9:968604.
- Ma R, Zou J, Han Z, Yu K, Wu S, Li Z and Zhu-Barker X (2021). Global soil-derived ammonia emissions from agricultural nitrogen fertilizer application: A refinement based on regional and crop-specific emission factors. *Global Change Biology*. 27(4):855-867.
- Menesatti P, Pallottino F, Antonucci F, Rocuzzo G, Intrigliolo F and Costa C (2012). Non-destructive proximal sensing for early detection of citrus nutrition and water stress. In (eds): A. K. Srivastava. *Advances in citrus nutrition*. Springer Dordrecht Heidelberg, New York, London. pp. 113-124.
- Meng LL, Liang SM, Srivastava AK, Li Y, Liu CY, Zou YN and Wu QS (2021). Easily extractable glomalin-related soil protein as foliar spray improves nutritional qualities of late ripening sweet oranges. *Horticulturae*. 7(8):228.
- Menino R (2012). Leaf analysis in citrus: Interpretation tools. In (eds): A. K. Srivastava. *Advances in Citrus Nutrition*. Springer Dordrecht Heidelberg, New York, London. pp. 88-100.
- Mohamed AKA and Ibrahim RA (2022). Effect of Potassium, Microelements and Seaweed Extract Spraying on Yield and Fruit Quality of Balady Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 53: 92-107.
- Mounika M, Kumar TS, Kumar AK, Joshi V and Sunil N (2021). Studies on the effect of foliar application of calcium, potassium and silicon on quality and shelf life of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) cv. Sathgudi. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 10(1):1711-1713.
- Mukunda Lakshmi L, Venkataramana KT, Shirgure PS, Srivastava AK and Patil P (2019). Integrated water and nutrient management in Sathgudi sweet orange. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 89(11):1932-1936.
- Musara C, Aladejana EB and Mudyiwa SM (2020). Review of the nutritional composition, medicinal, phytochemical and pharmacological properties of *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae). *F1000Research*. 9:1387.
- Nielsen SS (2017). Vitamin C determination by indophenol method. In *Food Analysis Laboratory Manual*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- Niu J, Liu C, Huang M, Liu K and Yan D (2021). Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 21:104-118.

- Oliveira ACS, Fernandes CC, Santos LS, Candido ACBB, Magalhães LG and Miranda MLD (2021). Chemical composition, in vitro larvicidal and antileishmanial activities of the essential oil from *Citrus reticulata* Blanco fruit peel. *Brazilian Journal of Biology*. 83:e247539.
- Sakhidin S (2023). Combination of NPK fertilization and Foliar Application for Increasing the Yield of Citrus Fruit. *Proceedings of the 3rd International Conference on Sustainable Agriculture for Rural Development*.
- Sheikh Ashkevari A, Hoseinzadeh SH and Miransari M (2013). Effects of different nitrogen, phosphorus, potassium rates on the quality and quantity of citrus plants, variety Thomson novel under rainfed and irrigated conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 36:1412–1423.
- Shorbagi M, Fayek NM, Shao P and Farag MA (2022). *Citrus reticulata* Blanco (the common mandarin) fruit: An updated review of its bioactive, extraction types, food quality, therapeutic merits, and bio-waste valorization practices to maximize its economic value. *Food Bioscience*. 47:101699.
- Tarantino A, Lops F, Disciglio G and Lopriore G (2018). of Plant Biostimulants on Fruit Set, Growth, Yield and Fruit Quality Attributes of ‘Orange Rubis®’ Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivar in Two Consecutive Years. *Sci. Hortic*. 239:26–34.
- Vejan P, Khadiran T, Abdullah R and Ahmad N (2021). Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture. *Journal of Controlled Release*. 339:321-334.
- Wang J, Li R, Zhang H, Wei G and Li Z (2020). Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC microbiology*. 20:1-12.
- Wang J, Shi J, Zhu Y, Ma W, Yan H, Shao C and Lin Z (2022). Insights into crucial odourants dominating the characteristic flavour of citrus-white teas prepared from *Citrus reticulata* Blanco ‘Chachiensis’ and *Camellia sinensis* ‘Fudingbai’. *Food Chemistry*. 377:132048.
- Wang Y and Lu Y (2020). Evaluating the potential health and economic effects of nitrogen fertilizer application in grain production systems of China. *Journal of Cleaner Production*. 264:121635.
- Wei B, Yu J, Cao Z, Meng M, Yang L and Chen Q (2020). The availability and accumulation of heavy metals in greenhouse soils associated with intensive fertilizer application. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(15):5359.
- Wu L, Jiang Y, Zhao F, He X, Liu H and Yu K (2020). Increased organic fertilizer application and reduced chemical fertilizer application affect the soil properties and bacterial communities of grape rhizosphere soil. *Scientific Reports*. 10(1):9568.
- Yaseen M and Ahmad M (2010). Nutrition management in citrus: effect of multinutrients foliar feeding on the yield of kinnow at different location. *akistan Journal of Botany*. 42(3):1863-1870.
- Zhang M, Li, X Wang X, Feng J and Zhu S (2023). Potassium fulvic acid alleviates salt stress of citrus by regulating rhizosphere microbial community, osmotic substances and enzyme activities. *Front Plant Sci*. 23:14:1161469.

ABSTRACT

In Iran, 'Page' mandarin is one of the most important citrus cultivars, and its cultivated area is increasing. However, fruit yield and quality of citrus in Iran are low due to different factors, mainly improper nutrition. Therefore, proper nutrition can be one of the strategies to improve fruit yield and quality of citrus. In the present research, the effects of foliar application of seaweed extract, fulvic acid, potassium silicate, Rice (containing macro- and micronutrients), and calcium-boron on fruit yield and quality of mandarin cv. 'Page' were evaluated. Foliar application of nutrient solutions was done on 10-year-old mandarin cv. 'Page' trees cultured in a commercial orchard located at Mazandaran province. Leaves of trees sprayed with nutrient treatments accumulated greater concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, and Fe than those unsprayed. Mandarin trees sprayed with the nutrient solutions, especially seaweed extract, had higher chlorophyll a and total chlorophyll contents. Applying the nutrient solutions, especially seaweed extract, increased yield, fruit diameter, juice, and firmness, but reduced the pulp of fruits. Moreover, fruits of mandarin trees sprayed with the nutrient solutions and especially seaweed extract showed a greater level of total soluble solids (TSS), total soluble solids/titratable acidity (TSS/TA), vitamin C, total phenol, carotenoid, and antioxidant activity. The study findings evidenced that foliar application of seaweed extract, fulvic acid, potassium silicate, Rice, and calcium-boron has a high potential for improving fruit yield and quality of mandarin.

Keywords: Iran, foliar fertilization, fruit yield and quality, biochemical attributes of the fruit



Arak University
Faculty of Agriculture and Natural Resources
Department of Horticultural Science

Title:

The effect of foliar spraying of different
fertilizer treatments on the quantitative,
qualitative, physical and chemical
characteristics of orange variety page

By:

Mohsen Mohammaei

Supervisor:

Dr. Babak Valizadehkaji

Advisor:

Dr. Ahmadreza Abbasifar

Spring 2024

