سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی

پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری

نشریه فنی

# کائولین‌پاشی در مرکبات

نگارندگان:

یحیی تاجور – رضا فیفایی – بابک عدولی

۵۸

۱۴۰۰

**بسمه‌تعالی**

**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم باغبانی**
**پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری**

# نشریه فنی

# کائولین‌پاشی در مرکبات

**نگارندگان:**
**یحیی تاجور – رضا فیفایی – بابک عدولی**

**۱۴۰۰**

## کائولین‌پاشی در مرکبات

**نگارندگان: یحیی تاجور – رضا فیفایی – بابک عدولی**

**ویراستاران: بهروز گلعین – حامد حسن‌زاده خانکهدانی – سمانه راهب**

**ناشر:** موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری

**شمارگان:** محدود

**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۰

**مسئولیت درستی مطالب با نگارنده /نگارندگان است.**

**این نشریه با شماره. ۵۹۹۳۰ .مورخ ۲۷-۰۴-۱۴۰۰از مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.**

**نشانی:** پژوهشکد مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری.

**تلفن:**۰۱۱۵۵۲۲۲۰۸۱ - **دورنگار**.. ۰۱۱۵۵۲۲۳۲۸۲ - **کدپستی**: - صندوق پستی:

icri.areeo.ac.ir

## فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| چکیده | ۱ |
| مقدمه | ۱ |
| دمای بهینه برای رشد مرکبات | ۲ |
| نیاز نوری در پرورش مرکبات | ۲ |
| تنش گرما و آفتاب‌سوختگی در مرکبات | ۲ |
| وقوع تنش ثانویه اکسیداتیو (به دنبال بروز گرما و خشکی) | ۵ |
| راه‌کارهای مقابله با تنش گرما و آفتاب‌سوختگی | ۵ |
| کائولین و جایگاه آن در کشاورزی | ۶ |
| اثرات کائولین بر واکنش‌های فیزیولوژی گیاه | ۶ |
| کائولین و دمای گیاه | ۶ |
| کائولین، تبادل روزنه‌ای، تعرق و وضعیت آب گیاه | ۶ |
| کائولین و فتوسنتز | ۷ |
| کائولین و توزیع نور به درون تاج گیاه | ۷ |
| نکات فنی در کاربرد کائولین | ۷ |
| غلظت مصرفی کائولین | ۷ |
| نحوه مصرف کائولین | ۷ |
| دفعات و زمان مصرف کائولین | ۸ |
| ملاحظات سلامت انسان و محیط زیست در کاربرد کائولین | ۸ |
| انبارداری پودر کائولین | ۹ |
| نتیجه‌گیری | ۱۰ |
| پیام نشریه | ۱۱ |
| منابع | ۱۲ |

## چکیده

رشد و عملکرد مرکبات مانند هر محصول دیگری، تا حد زیادی به دما وابسته است و حد آستانه دمای بهینه برای رشد آن، ۳۰ تا ۳۲ درجه سلسیوس گزارش شد. تنش گرمایی می‌تواند باعث لوله‌ای، زرد و خشک‌شدن برگ، سوختگی میوه‌چه، سرشاخه‌های جوان، ضعف عمومی درختان، کاهش آب، تشدید ترکیدگی میوه و در نتیجه تنزل ارزش اقتصادی محصول شود. از راهکارهای مقابله با تنش گرما و آفتاب‌سوختگی، استفاده از آبیاری بارانی، کاربرد سایبان و محلول‌پاشی کائولین توصیه شده که کائولین‌پاشی، به دلیل سهولت استفاده و هزینه کمتر مورد توجه بوده است. کائولین نوعی رس طبیعی سفید رنگ است که هدف عمده کاربرد آن روی گیاهان، کاهش اثرات منفی تنش گرما، آفتاب‌سوختگی و خشکی (از طریق بازتابش نور) عنوان شد. البته در مورد اثر مثبت کائولین بر کنترل آفات و برخی بیماری‌های درختان میوه نیز، مطالبی انتشار یافته است. میزان مصرف کائولین فرآوری شده برای مرکبات در هر هکتار، ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب (محلول ۴ تا ۵ درصد) به همراه صابون محلول‌پاشی بعد از تشکیل میوه‌چه و پیش از شروع تنش گرما در هر منطقه، توصیه می‌شود.

## مقدمه

انجام فعالیت‌های مختلف باغبانی به شرایط اقلیمی هر منطقه وابسته است. در بین عناصر اقلیمی، دما به عنوان شاخص محیطی مهم معرفی شده که می‌تواند با اثر روی فرایندهای مختلف گیاهی (از زمان گل‌دهی تا برداشت)، در تعیین مکان کاشت و نحوه عملیات کاشت، داشت و برداشت، تاثیرگذار باشد (فلاح‌قالهری و احمدی، ۱۳۹۶).

بر اساس آمارنامه جهاد کشاورزی (۱۳۹۸)، مرکبات جزء سه محصول مهم درختی مثمر کشور محسوب شده (در کنار انگور و سیب) که ۳۰۰۷۴۱ هکتار از سطح کشور، زیر کشت این محصول است. با توجه به موارد ذکرشده این نکته حائز اهمیت است که صنعت مرکبات‌کاری کشور از نظر اقتصاد و میزان تولید محصول، دارای پتانسیل شناخته شده‌ای بوده اما این ظرفیت تولید، در برابر تنش‌های محیطی، آسیب‌پذیر است.

یکی از چالش‌های مهم اقلیمی در صنعت مرکبات‌کاری کشور، وقوع تنش گرما و آفتاب‌سوختگی بوده که بر اساس قرارداد پژوهشی (به شماره ۹۸/۶۲۶۱/ب مورخ ۱۳۹۸/۰۱/۲۸) و یک پروژه خاص، کاربرد محلول‌پاشی کائولین در کاهش تنش ذکرشده مورد تحلیل قرار گرفت که توصیه فنی و کاربردی آن در قالب نشریه‌ای تحت عنوان " کائولین‌پاشی در مرکبات" به قرار ذیل ارائه شده است.

## دمای بهینه برای رشد مرکبات

رشد و عملکرد مرکبات مانند هر محصول دیگری، تا حد زیادی به دما وابسته است (نوحی و همکاران، ۱۳۹۱). صفر فیزیولوژی مرکبات ۱۲/۵ درجه سلسیوس و حد آستانه دمای بهینه برای رشد آن ۳۰ (Mann et al, 2011) تا ۳۲ درجه سلسیوس (نوحی و همکاران، ۱۳۹۱) گزارش شده است.

## نیاز نوری در پرورش مرکبات

مرکبات جزء گیاهان $C_3$ (سه کربنه) بوده که نسبت به تشعشع بالای شارفوتون فتوسنتزی ( Photosynthetic Photon Flux Density) حساس هستند، به طوری که در پژوهش انجام شده روی لمون (*Citrus limon*) گزارش شده است که گیاهان مذکور در تراکم شارفوتون فتوسنتزی ۶۰۰ تا ۸۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه، به حداکثر ظرفیت فتوسنتز رسیدند که این مقدار تراکم شارفوتون، معادل ۳۰ تا ۳۳ درصد نور کامل خورشید گزارش شد. این بدان معنی است که بالاتر از تراکم شارفوتون بیان‌شده به دلیل وقوع پدیده تنش گرما و آفتاب‌سوختگی، احتمال اختلال در فتوسنتز، زردی، نکروزه شدن، کاهش محتوای آب برگ و در نتیجه نقصان در کمیت و کیفیت میوه، وجود دارد ( Pimentel, et al. 2004).

## تنش گرما و آفتاب سوختگی در مرکبات

با توجه به موارد ذکرشده، گرمای بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس می‌تواند باعث لوله‌ای (شکل ۱)، زرد و خشک‌شدن برگ (شکل ۲)، سوختگی میوه‌چه (شکل ۳)، سرشاخه‌های جوان، ضعف عمومی درختان و در نتیجه نکروزه‌شدن (شکل ۴) و کاهش آب و در مواردی تشدید ترکیدگی میوه (شکل ۵) و در نتیجه تنزل ارزش اقتصادی محصول شود (مظفری‌فرد و همکاران، ۱۳۹۶). به طوری که در گزارشی عنوان شده است که در تنش گرما و تشعشع بالای محیط، در برخی از رقم‌های مرکبات تا ۲۰ درصد عملکرد در اثر آسیب آفتاب‌سوختگی از دست می‌رود که در صورت وقوع گرمای شدید، این تلفات بیشتر خواهد بود (Jifon & Syvertsen, 2001 ).

**شکل ۱- لوله‌ای شدن برگ نارنگی پیچ در اثر کمبود آب به دلیل تنش گرمایی - رامسر ۱۳۹۵ (عکس از نگارندگان)**

**شکل ۲- زردی و خشک‌شدن برگ مرکبات در اثر تنش گرما - دزفول ۱۳۹۸ (عکس از شفیعی‌زرگر)**

**شکل ۳- سوختگی و سیاه‌شدن میوه‌چه نارنگی انشو پیش‌رس میاگاوا بر اثر تنش گرما - ساری ۱۳۹٤ (عکس از نگارندگان)**

**شکل ٤- ظهور لکه‌های زرد با نقاط قهوه‌ای سوخته روی میوه نارس و برگ‌های بالغ مرکبات تحت تنش گرما- (عکس از اینترنت)**

**شکل ۵– ترکیدگی میوه نارنگی پیج بعد از افزایش دمای محیط و بروز تنش خشکی– رامسر ۱۳۹۸ (عکس از نگارندگان)**

## وقوع تنش ثانویه اکسیداتیو (به دنبال بروز گرما و خشکی)

گیاهان در پاسخ به تنش گرما و جلوگیری از هدرروی آب، هدایت روزنه‌ای را کاهش می‌دهند. با این کار غلظت دی‌اکسیدکربن درونی و احیاء دی‌اکسیدکربن در چرخه کالوین کم می‌شود. این پاسخ منجر به کاهش $NADP^+$ (پذیرنده نهایی الکترون در فتوسیستم I) شده که به دنبال کاهش $NADP^+$، جریان الکترون به $O_2$ منتقل و تشکیل رادیکال سوپراکسید $O_2$ افزایش می‌یابد. همچنین با کاهش دی‌اکسیدکربن درونی و واکنش‌های چرخه کالوین، تنفس نوری به ویژه در گیاهان $C_3$ ، افزایش یافته که منجر به تولید $H_2O_2$ بیشتر در پراکسی‌زوم، می‌شود. گونه‌های اکسیژن واکنش‌گر (ROS) سبب آسیب‌های شدید غشاء و ملکول‌های مهم مثل DNA و کلروفیل، از طریق به راه انداختن یک‌سری واکنش‌های زنجیره‌ای می‌شوند. در وضعیت پایدار، مولکول‌های ROS توسط مکانیزم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی گیاه، زدوده می‌شوند ولی در تنش‌های محیطی، تعادل میزان ROS و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها تغییر می‌کند که نتیجه‌ی آن آسیب اکسیداتیو رخ می‌دهد (Foyer & Noctor, 2005).

## راه‌کارهای مقابله با تنش گرما و آفتاب‌سوختگی

یکی از راه‌کارهای محافظت میوه و برگ در برابر آفتاب‌سوختگی، استفاده از آبیاری بارانی برای خنک کردن تاج و میوه گزارش شد. این راه‌کار نیازمند دسترسی به منابع کافی آب، نبود مسئله شوری آب و همچنین تامین تأسیسات مناسب است. راه حل پیشنهادی دیگر، استفاده از سایبان ذکر شده است که این توصیه نیز نیازمند هزینه احداث سازه و

تامین پوشش مناسب است. علاوه بر موارد بیان شده، کاربرد محلول‌پاشی کائولین نیز به عنوان راه‌کار پیشنهادی مطرح بوده (مظفری‌فرد و همکاران، ۱۳۹۶) که کاربرد این ماده به دلیل سهولت استفاده و هزینه کمتر مورد توجه بوده است (حسن‌زاده خانکهدانی و همکارن ۱۳۹۵). بر این اساس در ادامه به معرفی کائولین و اثرات آن پرداخته شده است.

## کائولین و جایگاه آن در کشاورزی

کائولین نوعی رس طبیعی سفید رنگ با ساختار آلومینوفیلوسیلیکات ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) است. هدف عمده کاربرد محلول‌پاشی کائولین روی گیاهان، کاهش اثرات منفی تنش گرما و خشکی بر رشد رویشی و زایشی عنوان شده است. البته در مورد اثر مثبت کائولین بر کنترل آفات (Unruh et al. 2000) و برخی بیماری‌های درختان میوه نیز، مطالبی انتشار یافته است (Puterka et al, 2000). علاوه بر نکات مذکور، در خصوص اثر مثبت کائولین بر محافظت درختان در برابر تنش یخبندان نیز، گزارش علمی ارائه شده است (Wisniewski et al, 2002). همان طور که ذکر شد، غالباً کاربرد محلول‌پاشی کائولین به منظور کاهش اثرات منفی تشعشع و دمای بالا بوده است.

## اثرات کائولین بر واکنش‌های فیزیولوژی گیاه

### کائولین و دمای گیاه

یکی از اثرات مهم کائولین روی گیاهان، کاهش دمای برگ و تاج گیاهان، گزارش شده است. بر این اساس در پژوهشی روی گریپ‌فروت "روبی‌رد" تحت تیمار کائولین ۶ درصد (Surround WP)، کاهش دمای ۳ درجه سلسیوس(بین درختان تحت تیمار و شاهد) در وسط روز ثبت شد (Jifon and Syvertsen, 2003). در گزارشی میزان کاهش دمای برگ و تاج در اثر محلول‌پاشی کائولین در دامنه دمایی ۱ تا ۴ درجه سلسیوس ثبت شد که بیشترین اثر کائولین در کاهش دمای تاج گیاه، طی تابش کامل خورشید و در وسط روز گزارش شد (Rosati et al, 2007).

### کائولین، تبادل روزنه‌ای، تعرق و وضعیت آب گیاه

یکی از اثرات دمای بالا و تشعشع زیاد در گیاهان، بسته شدن و کاهش تبادل گازی از طریق روزنه به دلیل وقوع تنش خشکی خواهد بود (Faghih et al, 2019). لذا کائولین می‌تواند با کاهش اثرات منفی تنش گرما و تشعشع زیاد، موجب بهبود تبادل روزنه‌ای برگ در گیاهان شود. به طوری که در پژوهش انجام‌شده روی گریپ‌فروت در شرایط دمایی بیشتر از ۳۵ درجه سلسیوس به همراه تشعشع بالا (۲۰۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه)، میزان تبادل روزنه‌ای برگ در درختان تیمارشده با کائولین و شاهد، به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱ مول بر مترمربع در ثانیه گزارش شد (Jifon and Syvertsen, 2003).

در توجیه نکات بیان شده این گونه استنباط می‌گردد که در وسط روز، پوشش کائولین روی برگ گریپ‌فروت توانسته، از افزایش دمای برگ و متعاقب آن تعرق بیشتر گیاه (از سطح برگ بیرون تاج) پیشگیری نماید. بر این اساس در درختان کائولین‌پاشی شده، میزان تنزل پتانسیل آب برگ کمتر شده که نتیجه این امر، منجر به حفظ بیشتر محتوای نسبی آب برگ (RWC)، در درختان تحت تیمار خواهد بود.

### کائولین و فتوسنتز

کائولین بر میزان فتوسنتز سطح برگ اثر منفی ندارد و در بعضی موارد حتی باعث بهبود آن نیز می‌شود. کائولین با تاثیرگذاری بر انعکاس نور از گیاهان (به میزان ۲۰ تا ۴۰ درصد) می‌تواند باعث کاهش جذب نور آفتاب اضافی و متعاقب آن پیشگیری از افزایش دمای برگ و تاج، در گیاهان شود (Rosati et al. 2007). عموماً اثر مثبت کائولین بر واکنش فتوسنتز، در شرایط آفتاب کامل با تشعشع و دمای بالا در وسط روز، قابل تصور است. در پژوهشی روی نارنگی کلمانتین گزارش شده که کارایی فتوسنتز در درختان کائولین‌پاشی شده نسبت به نمونه‌های شاهد، برتری معنی‌دار داشته است (Gullo et al, 2020).

### کائولین و توزیع نور به درون تاج گیاه

همان طور که ذکر شد مکانیسم اثرگذاری کائولین، در بازتابش نور است (به میزان ۲۰ تا ۴۰ درصد). بنابراین می‌توان این گونه استنباط کرد که بخشی از نور بازتابیده شده می‌تواند به درون تاج درختان نفوذ کرده و منجر به دسترسی بیشتر نور برای برگ‌های درون تاج شود (Rosati et al, 2007).

## نکات فنی در کاربرد کائولین

### غلظت مصرفی کائولین

کائولین تحت شرایط شیمیایی صنعتی و در محدوده pH بین ۳ تا ۹ پایدار است. بنابراین می‌تواند به راحتی به عنوان رنگ‌دانه، پوشش و پرکننده با سایر ترکیبات استفاده شود. میزان مصرف کائولین فرآوری شده در هکتار ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب (محلول ۴ تا ۵ درصد) است (رفیعی‌راد، ۱۳۹۸). استفاده از صابون کشاورزی می‌تواند باعث توزیع و ماندگاری بهتر پودر روی برگ‌های درختان شود. زمان محلول‌پاشی می‌بایست در صبح زود و یا غروب آفتاب صورت گیرد. برای پوشش کامل گیاهان، محلول‌پاشی باید با دقت کامل انجام شود تا پشت و روی برگ‌ها کاملاً با لایه نازکی از کائولین فرآوری شده پوشیده شود.

### نحوه مصرف کائولین

برای محلول‌پاشی کائولین فرآوری شده از هر نوع دستگاه سمپاش که دارای همزن قوی باشد می‌توان استفاده کرد (حسن‌زاده خانکهدانی و همکاران، ۱۳۹۵). سمپاش را تا نیمه از آب پر کرده، سپس پودر کائولین تدریجاً در حالی که همزن سمپاش کار می‌کند، درون مخزن (سمپاش) ریخته می‌شود. لازم به ذکر است همزن دستگاه از زمان شروع تهیه محلول کائولین تا خاتمه محلول‌پاشی باید روشن و فعال باشد. برای پوشش کامل درختان توصیه می‌شود محلول‌پاشی از دو جهت (نیمی از درخت در مسیر رفت و نیمه دیگر در مسیر برگشت) انجام شود. پس از خاتمه عملیات محلول‌پاشی کائولین، حتماً کل سیستم سمپاش با آب کافی شستشو شود تا مانع از انسداد نازل و مجاری سمپاش شود (رفیعی‌راد، ۱۳۹۸).

## دفعات و زمان مصرف کائولین

برگ‌های گیاه پس از محلول‌پاشی کائولین و خشک شدن آن‌ها سفید می‌شوند، برای پوشش کامل، اجرای دو نوبت محلول‌پاشی به فاصله‌ی ۱۰ روز توصیه می‌شود تا پوشش سفید مناسب، برای بازتابش نور اضافی فراهم شد (شکل ۶). زمان قابل توصیه محلول‌پاشی در نواحی جنوب، اول خرداد و در مناطق شمالی، نیمه دوم خرداد توصیه شده است. زمانی که در اثر بارندگی، بادهای شدید، رشد برگ یا میوه‌ها، گیاه رنگ سفید خود را از دست داد، تکرار محلول‌پاشی کائولین قابل توصیه است.

**شکل ٦- سفیدشدن برگ مرکبات با کاربرد پوشش کائولین (عکس از نگارندگان)**

## ملاحظات سلامت انسان و محیط زیست در کاربرد کائولین

تنفس مقدار زیاد ذرات پودر کائولین فرآوری شده هنگام کار، موجب ناراحتی تنفسی کارگران خواهد شد لذا اکیداً توصیه می‌شود هنگام کار با پودر کائولین از ماسک، دستکش و لباس آستین بلند استفاده شود (حسن‌زاده خانکهدانی و همکاران، ۱۳۹۵). پس از خاتمه محلول‌پاشی، دست و صورت با آب و صابون شستشو شود. در مراحل اجرای محلول‌پاشی از کشیدن سیگار، نوشیدن و خوردن پرهیز شود. از ریختن باقیمانده محلول کائولین در آب‌های جاری و منابع تأمین آب، جداً خودداری شود.

## انبارداری پودر کائولین

بسته‌های کائولین در انبارهای سرپوشیده و خشک، دور از دسترس کودکان و مواد غذایی نگهداری شود. در صورت نگهداری پودر کائولین فرآوری شده در بسته‌بندی اصلی و شرایط استاندارد ، می‌توان از آن به مدت طولانی بدون توجه به تاریخ تولید استفاده نمود (رفیعی‌راد، ۱۳۹۸).

## نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌های مهم اقلیمی در صنعت مرکبات‌کاری کشور وقوع تنش گرما و آفتاب‌سوختگی است. در راه‌کارهای مدیریت باغداری برای مبارزه با معضل ذکرشده کاربرد آبیاری بارانی، سایبان و محلول‌پاشی با استفاده از کائولین مورد پیشنهاد بوده که استفاده از کائولین به دلیل سهولت استفاده و هزینه کمتر، مورد توجه قرار گرفته است.

میزان مصرف کائولین فرآوری شده در هکتار ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب (محلول ۴ تا ۵ درصد) توصیه شده است. استفاده از صابون کشاورزی می‌تواند باعث توزیع و ماندگاری بهتر محلول کائولین روی برگ‌های درختان شود. زمان محلول‌پاشی می‌بایست در صبح زود و یا غروب آفتاب صورت گیرد. برای محلول‌پاشی کائولین فرآوری شده از هر نوع دستگاه سمپاش که دارای همزن قوی باشد، می‌توان استفاده کرد. برای پوشش کامل، اجرای دو نوبت محلول‌پاشی به فاصله‌ی ۱۰ روز توصیه می‌شود. زمان قابل توصیه محلول‌پاشی در نواحی جنوب، اول خرداد و در مناطق شمالی نیمه دوم خرداد توصیه شده است.

هنگام کار با پودر و محلول کائولین از ماسک، دستکش و لباس آستین بلند استفاده شود. در مراحل اجرای محلول‌پاشی از کشیدن سیگار، نوشیدن و خوردن پرهیز شود. از ریختن باقیمانده محلول کائولین در آب‌های جاری و منابع تأمین آب، جداً خودداری شود.

**میزان مصرف کائولین فرآوری شده در هکتار ٤٠ تا ٥٠ کیلوگرم در ١٠٠٠ لیتر آب (محلول ٤ تا ٥ درصد) به همراه صابون محلول‌پاشی بوده و زمان قابل توصیه بعد از تشکیل میوه‌چه و پیش از شروع تنش گرما است.**

## منابع


بی‌نام. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی جلد سوم، باغبانی. انتشارات وزارت جهادکشاورزی. ۱۶۳ صفحه.

حسن‌زاده خانکهدانی، ح.، گل‌محمدی، م. و گلعین، ب. ۱۳۹۵. پرشین‌لایم. انتشارات پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری. ۱۶صفحه.

رفیعی‌راد، ز. ۱۳۹۸. تأثیر سایه‌اندازی، مصرف خاکی هیدروژل و برگ‌پاشی اسید سالیسیلیک و کائولین بر شاخص‌های رشدی نارنگی پیج تحت تنش خشکی. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان. ۲۰۳ صفحه.

فلاح‌قالهری، غ.ع. و احمدی. ح. ۱۳۹۶. بررسی روند تغییرات نیازهای سرمایی و طول مراحل فنولوژیک درخت سیب (مطالعه موردی منطقه کرج). نشریه هواشناسی کشاورزی، ۵(۱): ۷۰-۵۷.

مظفری‌فرد، م.، راحمی، م. و اصل‌مشتاقی، ا. ۱۳۹۶. اثر کائولین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و آفتاب‌سوختگی پرتقال رقم واشنگتن‌ناول. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۸(۱): ۸۰ – ۶۷.

نوحی، ک.، فتاحی، ا. و فاتح، ش. ۱۳۹۱. تأثیر تنش گرمایی بر محصول مرکبات در جنوب ایران. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. ۳(۹): ۲۲-۱۳.

Faghih, S., Zamani, Z., Fatahi, R. et al. 2019.Effects of deficit irrigation and kaolin application on vegetative growth and fruit traits of two early ripening apple cultivars. Biological Research. 52(43): 1-12.

Foyer, C.H., Noctor, G. 2005. Redox homeostasis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological response. The Plant Cell. 17: 1866-1875.

Gullo, G., Dattola, A., Vonella, V. & Zappia, R. 2020 The Improvement of Productive Performances of Clementine Trees (Citrus Clementina Hort. Ex Tan.) Sprayed with Reflective Material, International Journal of Fruit Science. 20(53): 51681-51695.

Jifon, J. Syvertsen, J. 2001. Effects of moderate shade on citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. Proceeding of Florida State Horticultural Society. 114: 177-181.

Jifon, J.L., Syvertsen, J.P. 2003. Kaolin particle film application can increase photosynthesis and water use efficiency of Ruby-Red grapefruit leaves. Journal of American Society for Horticulture Science. 128: 107-112.

Mann, K.K., Schumann, A.W., Spann, T.M. 2011. Response of citrus to exogenously applied salicylate compounds during abiotic and biotic stress. Proc. Fla. State. S Proceeding of Florida State Horticultural Society. 124: 101-110.

Pimentel, C., Ribeiro, R.V., Santos, M.G., Oliveira, R. F., Machado, E.C. 2004. Effects of changes in the photosynthetic photon flux density on net gas exchange of *Citrus limon* and *Nicotiana tabacum*. Brazilian Journal of Plant Physiology. 16(2): 77-82.

Puterka, G.J., Glenn, D.M., Sekutowski, D.G., Unruh, T.R., Jones, S.K. 2000. Progress toward liquid formations of particle films for insect and disease control in pear. Environmental Entomology. 29: 329-339.

Rosati, A., Metcaif, S.G., Buchner. R.P., Fulton, A.E., Lampinen, B.D. 2007. Effects of Kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. Annals of Botany. 99: 255-263.

Unruh, T.R.M., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J. 2000. Particle films for suppression of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. Journal of Economic Entomology. 99: 737-747.

Wisniewski, M.D., Glenn, D.M., Fuller, M.P. 2002 Use of a hydrophobic particle film as a barrier to extrinsic ice nucleation in tomato plants. Journal American Society Horticultural Science. 127: 358-364.

**پژوهشکده مرکبات**
**و میوه‌های نیمه گرمسیری**
رامسر : خیابان استاد مطهری
تلفن: ۵۵۲۲۲۰۸۱-۰۱۱
دورنگار: ۵۵۲۲۳۲۸۲-۰۱۱
کدپستی: ۴۶۹۱۷۳۳۱۱۳
صندوق پستی: ۳۳۵-۴۶۹۱۵
www.icri.areeo.ac.ir

انتشارات
موسسه تحقیقات
علوم باغبانی
۱۳۹۷