نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲

صفحات ۴۱ - ۵۶

ارزیابی و بررسی اثر ریزگردهای بیابانی بر عملکرد کمی و کیفی پرتقال تامسون

حسن جمس؛ گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

سامان ملکی؛ گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

ابوذر نصیری[1]؛ گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، مرکز آموزش عالی فیروزآباد، فیروزآباد، ایران.

ثریا دریکوند؛ گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۱/۱۱/۲۳ پذیرش نهایی:۱۴۰۲/۰۳/۳۰

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر ریزگردهای بیابانی بر عملکرد کمی و کیفی میوه پرتقال، رقم تامسون، آزمایشی مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در دزفول اجرا گردید. تیمارها شامل ۱) گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی، ۲) ریزگردهای بیابانی، ۳) شستشو پس از وقوع ریزگرد و ۴) شاهد به‌دور از ریزگرد بودند. خصوصیات شیمیایی و عملکردی درختان پس از اعمال تیمارها اندازه‌گیری شد که شامل کلروفیل‌های *a* و *b*، محتوای آب نسبی برگ، تعداد میوه، قطر و وزن میوه، مواد جامد محلول میوه و عملکرد نهایی درخت بودند. نتایج نشان داد که در تیمارهای گردوخاک جاده‌ای و تیمار ریزگرد بیابانی کلروفیل *a* به ترتیب ۲۱ و ۱۱ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین کلروفیل *b* نیز به همین مقدار نسبت به شاهد کاهش یافت. قطر میوه نیز در تیمار ریزگرد بیابانی نسبت به شاهد ۲۰ درصد کاهش یافت. تعداد میوه در درخت نیز در تیمارهای گردوخاک و ریزگرد بیابانی نسبت به شاهد ۲۲ و ۲۰ درصد کاهش یافت. در عملکرد محصول هر درخت نیز در تیمارهای گردوخاک جاده‌ای همراه با ریزگرد بیابانی و تیمار دوم که فقط ریزگرد بیابانی بود، نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۲ و ۱۷ درصد کاهش یافت. مقایسه میانگین توکی نشان داد که اختلاف همه‌ی خصوصیات کمی و کیفی بین تیمارها معنی‌دار بود و ریزگردها بر عملکرد درختان پرتقال تامسون اثر منفی و کاهشی می‌گذارد؛ اما شستشوی درختان پس از وقوع ریزگردها باعث حذف اثرات ریزگرد بر عملکرد درختان شده و حتی نسبت به شاهد نیز افزایش یافت؛ به‌طوری‌که شستشو باعث شد تا عملکرد محصول پرتقال نسبت به تیمارهای اول و دوم گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد و همچنین شاهد به‌ترتیب ۴۰، ۳۵ و ۱۲ درصد افزایش یابد. می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه ریزگردهای بیابانی و گردوخاک جاده‌ای موجب کاهش عملکرد میوه پرتقال تامسون می‌شود، اما شستشوی آن باعث جبران خسارت شده و ازلحاظ اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه خواهد بود.

واژه های کلیدی: **مرکبات، رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد میوه، ریزگرد، دزفول.**

[1]. نویسنده مسئول: Email: abuzarnasiri@gmail.com

مقدمه

ریزگردهای بیابانی یکی از جلوه‌های خشن محیطی بوده که به‌واسطه‌ی وقوع خشکسالی‌های اخیر، تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی، فعالیت‌های انسانی همچون چرای بی‌رویه دام، مصرف بیش‌از حد آب در بخش کشاورزی، احداث سد و آب‌بند بر روی رودخانه‌ها و خشک‌شدن دشت‌های پایین‌دست، وقوع جنگ و نزاع‌های اخیر در نواحی بیابانی عراق و سوریه، خاکبرداری و حذف مراتع باعث شده تا فراوانی وقوع آن در نواحی خشک و نیمه‌خشک سیر صعودی داشته باشد (Han *et al*., ۲۰۲۱). در فرآیند تشکیل طوفان‌های گردوخاکی در نواحی بیابانی، ناپایداری هوای سطحی موجب برداشت ذرات لُس و ماسه‌های کمتر از ۱۰۰ میکرون از سطح بیابان شده و این ذرات خاک به‌صورت معلق وارد اتمسفر شده و در مسیر جریان طوفان حرکت می‌نماید (Grainger, ۲۰۱۳). پس از طی مسافتی که بستگی به قدرت دینامیکی طوفان و توده هوای ناپایدار دارد، سرعت باد کاهش یافته و ذرات معلق با بیشترین قطر و جرم که به‌عنوان ماسه شناخته می‌شوند، بر شناوری حاصل از سرعت باد غلبه کرده و بر محیط میزبان رسوب می‌نماید (Soleimani *et al*.,۲۰۲۰). هر چه قطر و جرم ذرات معلق کمتر باشد، مسافتی بیشتری نسبت به ذرات بزرگتر طی می‌کند و در نهایت با پایداری هوا و به‌حداقل رسیدن جریان باد، بیش از ۸۵ درصد بار معلق رسوب می‌کند (Amini, ۲۰۲۰). ریزگردهای بیابانی که به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های ذرات معلق و آلودگی هوا بوده، یک مخاطره محیطی محسوب می‌شود، چون‌که ورود این ذرات معلق به سیستم تنفسی موجودات زنده به‌ویژه انسان، موجب شیوع بیماری‌های ریوی، چشمی، قلبی و عروقی می‌شود (Goudie and Middleton, ۲۰۰۶). در زمان وقوع طوفان‌های گردوخاکی که به‌عنوان ریزگرد بیابانی معرفی می‌شود، سرعت باد بیش‌از ۱۵ متر در ثانیه بوده و دید افقی به کمتر از هزار متر کاهش می‌یابد که در جاده‌های پُرترافیک شبیه به مه زمینی عمل نموده و باعث عدم دید رانندگان و وقوع تصادفات جاده‌ای می‌شود (Goudie, ۲۰۱۴). ریزگردهای بیابانی که آغشته به فلزات سنگین می‌باشند، رسوب آنها بر سطح خاک مراتع، نواحی جنگلی و مزارع کشاورزی می‌تواند موجب بروز آلودگی محیط‌زیستی شود، کما این‌که در نواحی جنگ‌زده‌ی عراق و سوریه به‌دلیل استفاده از سلاح‌های شیمیایی و گرم، ذرات خاک بیابان‌های این نواحی حاوی فلزات سنگین شده که ورود آن به کشور ایران، موجب آلودگی خاک مرتعی و زراعی استان خوزستان شده است (صلاحی و بهروزی، ۱۳۹۹). بیشترین خسارت وارده از ریزگردهای بیابانی بر اقتصاد کشاورزی است که در بخش‌های مختلف و کشت‌های گوناگون منطقه خاورمیانه اعم‌از محصولات باغی و زراعی، ریزگردها باعث ایجاد تنش محیطی به گیاه شده و بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکردی کشاورزی تأثیر مخربی می‌گذارد (Sivakumar, ۲۰۰۵). به‌منظور تدوین راهبردهای مدیریتی و کنترل خسارت-های ناشی از ریزگردهای بیابانی بر محصولات کشاورزی، اولین گام در پیشبرد این اهداف، شناسایی و ارزیابی میزان تأثیر ریزگردها بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه است که درصورت تأثیر مشهود و معنی‌دار آن بر گیاه، اقدامات کنترلی در راستای کاهش اثرات منفی صورت گیرد.

واکنش گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به تنش ریزگرد بر مبنای اندازه‌ی قطر ذرات، محتوای ریزگردها، شرایط آناتومی گیاه و برگ، مشخصات کانوپی گیاه و دوره‌ی فنولوژیکی گیاه متفاوت است. هرچه قطر و جرم ریزگردها بزرگتر باشد، میزان ترسیب آن‌ها در توده هوایی بیشتر بوده و این ذرات درشت که اغلب بزرگتر از ۲۰ میکرون هستند، بر سطح برگ و میوه‌ی

گیاه پایدار نبوده و سریعاً بر سطح خاک رسوب می‌کند (Zhu *et al*., ۲۰۱۹)؛ اما ذرات ریز با قطر کمتر از ۱۰ میکرون در کانوپی گیاه از زمان پایداری بیشتری برخوردار بوده و میزان اثرات آن نسبت به ذرات درشت‌تر بیشتر است که این ویژگی در گیاهان باغی و درختی بیشتر از گیاهان زراعی قابل مشاهده می‌باشد (Zia-Khan *et al*., ۲۰۱۵). همچنین ذرات کمتر از ۱۰ میکرون توانایی ورود به سیستم فتوسنتزی گیاه و همچنین فعل‌وانفعالات فتوشیمیایی برگ را دارد. این ذرات با نشستن بر روی گل‌های میوه، عمل لقاح و جوانه‌زنی تخمدان را با اختلال مواجه می‌سازد که در بوته‌های تاک در دشت ملایر میزان تشکیل میوه تحت تأثیر گردوخاک حدود ۲۸ درصد کاهش یافت (بهروزی و همکاران، ۱۳۹۸). آناتومی برگ گیاهان موجب تغییر در اثرگذاری ریزگرد بر فرآیند فتوسنتز می‌شود، به‌گونه‌ای که درختان پهن‌برگ با سطح بیشتر نسبت به گیاهان نازک‌برگ، توانایی بیشتری در جذب و به دام‌افتادگی ریزگردها دارند (Wang *et al*., ۲۰۲۰). برگ‌های کرک‌دار نسبت به برگ‌های صاف و روغنی در ترسیب و جذب ریزگرد نقش بیشتری دارند (Solgi *et al*., ۲۰۲۰). اگرچه سلول‌های روزنه‌ای در زیر برگ بیشتر از سطح برگ است، اما تأثیر ریزگرد در فعل‌وانفعالات و واکنش برگ عمدتاً مربوط به سایه‌اندازی و کاهش دریافت نور توسط رنگیزه‌های اتمسفری سطح برگ است (Smith, ۱۹۷۷)؛ به‌گونه‌ای که رسوب ریزگردها بر سطح برگ گیاه، موجب کاهش دریافت نور خورشید شده و فرآیندهای فتوشیمیایی برگ با مشکل تاریکی مواجه می‌شود (Gupta *et al*., ۲۰۱۶). پژوهشگران اثر سایه‌اندازی را بر فرآیند فتوسنتز بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که ریزگردها با عمل سایه‌اندازی و کاهش نور دریافتی توسط رنگیزه‌های فتوسنتزی همچون کلروفیل‌ها، موجب کاهش فتوسنتز می‌شوند (Shah *et al*., ۲۰۱۸). نحوه‌ی واکنش گیاه در برابر ریزگردها طی مراحل فنولوژیکی خود شامل رشد رویشی، گرده‌افشانی، گل‌دهی و تشکیل میوه نیز متفاوت است. در دوره‌ی رشد رویشی گیاه، سایه‌اندازی و کاهش دریافت نور بر فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌های برگ اثر منفی گذاشته که این کاهش تغذیه بر رشد شاخه‌ها اثر منفی می‌گذارد. در روزهای گرم در نواحی خشک، ریزگردهای ترسیب شده بر سطح برگ، با دریافت نور بیشتر نسبت به سطح اتکای خود (برگ)، موجب سوختگی نقطه‌ای بر روی برگ گیاه می‌شود. در زمان گرده‌افشانی و تشکیل میوه نیز نشست ریزگردها بر سطح کلاله، از رشد خامه و جوانه‌زنی جلوگیری نموده و میزان تشکیل میوه را به‌شدت کاهش می‌دهد (بهروزی و همکاران، ۱۳۹۶؛ تراهی و ارزانی، ۱۳۹۶). در زمان رسیدن میوه نیز رسوب ریزگردها بر سطح میوه، موجب تغییر رنگ نقطه‌ای و کاهش بازارپسندی میوه می‌شود. ریزگردها در کانوپی درخت و به‌ویژه در اطراف میوه باعث رشد آفت‌ها و به‌ویژه کپک در اطراف میوه می‌شود (Chaturvedi *et al*., ۲۰۱۳). مطالعات متعددی در زمینه‌ی اثر ریزگردهای بیابانی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان و واکنش آنها به تنش محیطی ریزگرد پرداخته شده است. گردوغبار آلکالین ناشی از شرکت سیمان در اسکاندیناوی و شمال دریای بالتیک در اروپا بر ارتفاع درختان و شاخه‌های سبز درختان سوزنی‌برگ اثرات منفی دارد (Mandre *et al*., ۲۰۰۰). درخت چریش که بومی مناطق گرمسیری است و تحت تأثیر ریزگردهای جوی بوده که در شهر آریالار در جنوب هندوستان، غبارهای کارخانه سیمان بر صفات مورفولوژیکی آن اثر گذاشته، به‌گونه‌ای که با اثر سایه‌اندازی بر روی سطح برگ، میزان فتوسنتز، تولید کربوهیدرات و رشد رویشی را با مشکل مواجه می‌سازد (Ramanathan *et al*., ۲۰۰۶). ذرات غبار جاده‌ای نیز بر رشد گیاهان اثر داشته که در بزرگراه‌های کشور پاکستان، برگ درختچه‌های مثمر شامل زردآلو، پرتقال، کیوی و غیرمثمر شامل کرت، کهور و

اکالیپتوس توسط ریزگردها پوشانده شده و موجب کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی آن به‌ویژه کلروفیل‌ها می‌شود و با فاصله از بزرگراه، میزان اثرگذاری نیز کاهش می‌یابد (Durrani *et al*., ۲۰۰۶). ریزگردهای صنعتی ناشی از معدن سنگ‌آهک در ایالت پنجاب و شهر مولتان در هندوستان، موجب بسته‌شدن روزنه‌های برگ انجیر و گواوا (زیتون محلی) شده و نرخ فتوسنتز به میزان ۱۷ درصد کاهش یافت (Younis, ۲۰۱۳). ریزگردها با رسوب بر سطح برگ منجر به کاهش محتوای آب نسبی برگ، کلروفیل کل و PH برگ درختان جک فروت، شاه‌پسند، انبه، گل کاغذی و لول در شمال شرقی هندوستان می‌شود (Rai and Panda, ۲۰۱۴). افزایش تراکم ذرات غبار ناشی از طوفان شنِ زرد در چین باعث کاهش ۵ تا ۳۰ درصد بازدهی محصولات در حال رشد کشاورزی می‌شود (Ai and Polenske, ۲۰۰۸). ریزگردها با انباشت بر روی برگ و کاهش نرخ فتوسنتز باعث افت شدید عملکرد نخود در ایستگاه‌های دزفول و مشهد شد (Hatami *et al*., ۲۰۱۸). ریزگردهای بیابانی منجر به کاهش ۳۸۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد گندم (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۵) و کاهش ۲۷ درصدی عملکرد نخود در کرمانشاه شد (فعله کری و همکاران، ۱۳۹۶). اثر منفی ریزگرد بر گرده‌افشانی و تشکیل میوه خرما منجر به کاهش عملکرد در خوزستان می‌شود (تراهی و ارزانی، ۱۳۹۶). همچنین ریزگردها با رسوب بر روی گل‌های انگور، تشکیل میوه را کاهش داده و موجب کاهش ۳۰ درصدی عملکرد رقم بی‌دانه سفید در ملایر (بهروزی و همکاران، ۱۳۹۸) و ۲۵ درصدی رقم عسکری در شیراز شد (صلاحی و بهروزی، ۱۳۹۹). ریزگردهای جاده‌های شوسه و خاکی به‌همراه آلودگی خروجی از اگزوز خودروها بر گل‌دهی و تشکیل میوه گیاه Ipomopsis aggregate اثر منفی گذاشته و موجب کاهش تولید بذر در گیاه می‌شود (۲۰۲۱ ,Price *et al*.). طول و وزن برگ گیاه دارویی بارهنگ که در اکثر نقاط ایران می‌روید نسبت به نشست ریزگردها بر روی برگ‌ها حساس بوده و موجب کاهش ۲۸ درصدی آن نسبت به گیاه شاهد شد (Alavi *et al*., ۲۰۱۴). اندازه‌ی ریزگردها نیز می‌تواند اثرات متفاوتی بر شاخص‌های مورفولوژیکی گیاهان داشته باشد؛ به‌طوری‌که در تحقیقی Chen و همکاران (۲۰۱۵) ریزگردها با سه اندازه‌ی مختلف ($PM_{۱۱-۲,۵-۰,۲}$) بر روی سطح برگ بیش از ۲۵ گونه درختی در چین بررسی شد و همبستگی بین نوع ذرات و اندازه‌ی سطح برگ نشان داد که سطح برگ بیش‌ترین همبستگی (۰/۴۰) با ذرات $PM_{۱۱}$ داشت. وزن تر و خشک چندین گونه درختی نیز در کشور مالاوی در شرق آفریقا تحت تأثیر ذرات غبار ناشی از معدن سنگ کاهش یافت (۲۰۱۵ ,Missanjo *et al*.). ریزگردهای ناشی از آلودگی شهری بر کوتیکول و اپیدرم برگ درختان توت و هلیل در دهلی هندوستان اثرات منفی داشته که ناشی از رسوب ریزگرد بر سطح برگ و بسته شدن روزنه‌ها بوده که درنهایت فتوسنتز گیاه را نیز تحت تأثیر قرار داد (Gupta *et al*., ۲۰۱۶).

در مطالعاتی که اثر ریزگردها بر مرکبات بررسی شده باشد، بسیار اندک بوده و حتی گیاهان باغی به‌صورت موردی و محدود انجام شده است. مرکبات و به‌ویژه پرتقال یکی از محصولات باغی مهم و اقتصادی در کشور ایران است که در نواحی گرمسیری با زمستان‌های معتدل و سرد کشت می‌شود. جلگه خوزستان به‌ویژه دزفول یکی از قطب‌های کشت مرکبات و پرتقال است؛ اما در خوزستان تحت تأثیر تنش‌های محیطی متعددی قرار دارد که می‌توان به تنش خشکی و آلودگی هوای منطقه اشاره نمود. سیر صعودی وقوع پدیده ریزگردهای بیابانی در سال‌های اخیر به‌عنوان یک مخاطره جلوه نموده و اثر آن بر سلامت محیط‌زیست و اقتصاد منطقه بسیار شدید است که بیشترین خسارت آن بر بخش کشاورزی گزارش شده است.

اگرچه خسارت ریزگردها بر بخش کشاورزی به‌صورت رقم اقتصادی بیان می‌شود، اما نحوه‌ی اثرگذاری بر گیاهان به‌ویژه مرکبات ناشناخته مانده است. اگرچه پژوهشگران اثر ریزگرد بر نیشکر، انگور، بقولات، شلیل و هلو را در ایران و کشورهای هند و پاکستان انجام داده‌اند، اما نحوه‌ی اثرگذاری ریزگرد بر صفات رویشی و میوه پرتقال در خوزستان بررسی نشده است. با توجه به این‌که اولین گام در کنترل تأثیر آلودگی هوا بر گیاهان و محصولات باغی- زراعی، شناخت نحوه‌ی اثرگذاری آن بر گیاه می‌باشد، بر این مبنا، هدف اصلی پژوهش حاضر، آشکارسازی و ارزیابی نحوه‌ی اثرگذاری ریزگردهای بیابانی بر صفات رویشی و زایشی پرتقال تامسون در دزفول است.

داده ها و روش کار

محدوده موردمطالعه با موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی در باغات اطراف شهر دزفول در شمال استان خوزستان و جنوب‌غربی ایران قرار دارد. محدوده در ارتفاع ۸۱ متری از سطح دریا قرار گرفته که میانگین دمای سالانه آن ۲۳ درجه سانتی‌گراد، بارش سالانه ۵۹۰ میلی‌متر و رطوبت نسبی آن ۴۵ درصد می‌باشد.

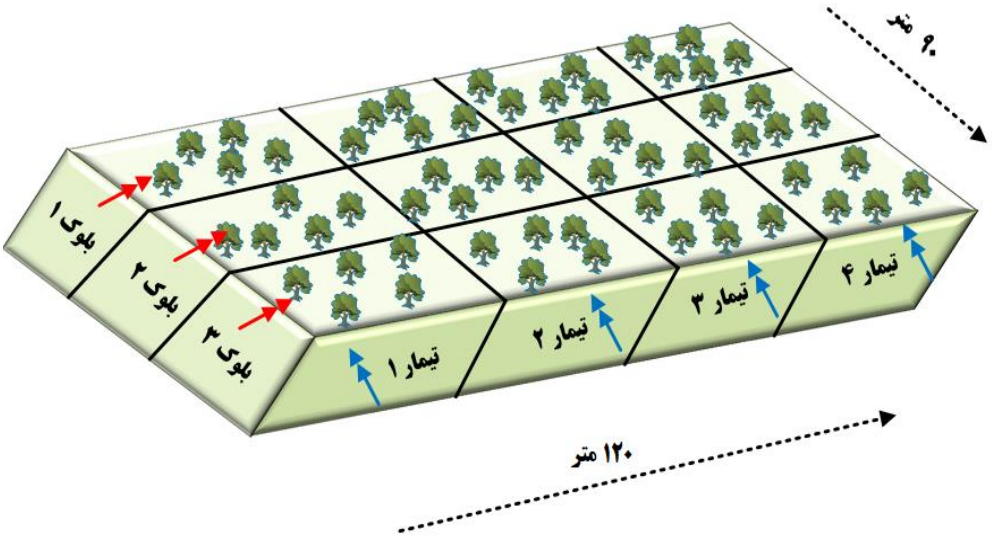
این پژوهش در راستای شناسایی اثر ریزگردهای بیابانی بر برخی از صفات رویشی و زایشی پرتقال رقم تامسون انجام شد که در مسیر دستیابی به این رهیافت، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در باغات مرکبات شهر دزفول در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ بر روی درختان پرتقال تامسون انجام شد. به‌منظور به‌حداقل رساندن خطاهای ناشی از آزمایش و اندازه‌گیری صفات، از درختان پرتقال با سن یکسان (۱۲ ساله) و عاری از آفات و بیماری استفاده شد و همچنین نوع آبیاری، خاک و نوع هرس آنها نیز همسان بود. جامعه آزمایش مشتمل بر ۶۰ درخت پرتقال بود و تیمارهای آزمایش شامل ۱) رسوب ریزگرد بیابانی و گردوخاک جاده‌ای بر روی درختان در کنار جاده و رو به مسیر طوفان، ۲) رسوب ریزگرد بیابانی بر روی درخت به‌دور از گردوخاک جاده‌ای، ۳) شستشوی درخت پس از وقوع طوفان و ۴) شاهد که به‌دور از ریزگرد و بدون شستشو بود و تیمارها در سه تکرار (بلوک) اعمال شد. در هر کرت آزمایشی نیز ۵ درخت در نظر گرفته شد. در سال زراعی از دوره آزمایش، سازمان هواشناسی کشور ۱۳ وقوع طوفان گردوخاکی گزارش نمود که در ماه‌های اسفند، اردیبهشت، خرداد، تیر، آبان و بهمن‌ماه اتفاق افتاد. ۲۴ ساعت پس از وقوع طوفان، درختان در تیمار شستشو که ۱۲ درخت می‌باشد، با آب شسته شد تا ریزگردها از روی درخت و برگ شسته شوند (شکل). به‌طورکلی، تیمارهای ازمایش به سرح زیر می‌باشند:

۱) تیمار اول (۱۲ درخت) شامل درختانی بود که بادپناه بوده و در معرض ریزگردهای بیابانی و گردوخاک جاده‌ای قرار داشتند.

۲) تیمار دوم (۱۲ درخت) از گردوخاک جاده‌ای دور بوده، اما در زمان وقوع طوفان، ریزگردهای بیابانی بر سطح آن رسوب نموده است.

۳) تیمار سوم (۱۲ درخت) نیز در معرض ریزگردهای بیابانی بوده، اما پس از وقوع طوفان این درختان با آب شسته شد.

۴) تیمار چهارم (۱۲ درخت) شاهد بوده که به دور از ریزگردهای بیابانی و گردوخاک جاده‌ای می‌باشد.



شکل ۱. طرح شماتیک از مزرعه و جامعه آزمایش در باغ مرکبات، پرتقال تامسون

- **اندازه‌گیری صفات**

پس از اعمال تیمارها بر روی درختان، صفات رویشی و زایشی شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a و b)، محتوای آب نسبی برگ، تعداد میوه، وزن و قطر میوه، مواد جامد محلول میوه و عملکرد اندازه‌گیری شد.

- **رنگیزه‌های فتوسنتزی**

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی از روش آرنون استفاده شد؛ به‌گونه‌ای که ابتدا یک‌دهم وزن برگ تازه با ۵ میلی‌متر استن ۸۰ درصد سائیده شد و محلول یکنواختی تهیه گردید. بر روی کاغذ واتمن شماره ۱، صاف شده و حجم عصاره به‌دست آمده با استن به ۱۰ میلی‌لیتر رسید. سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر شدت جذب نوری عصاره در طول موج‌های ۶۶۳/۲ و ۶۴۶/۸ نانومتر قرائت شد (Arnon, ۱۹۷۵). استن ۸۰ درصد نیز به عنوان شاهد در کالیبره‌نمودن دستگاه استفاده گردید. درنهایت، غلظت کلروفیل‌ها با جانمایی در روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید.

(۱) رابطه $chl\ a = (۱۲.۷ \times A) - (۲.۹۶ \times B) \times ۱۰/۱۰۰$

(۲) رابطه $chl\ b = (۲۲.۹ \times B) - (۴.۶۸ \times A) \times ۱۰/۱۰۰$

- **محتوی آب نسبی برگ**

برای اندازه‌گیری محتوی آب نسبی برگ، برگ‌های تازه (۵ برگ برای هر درخت) وزن شده و در دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی‌گراد زیر نور چراغ با روشنایی ۶۵۰ لوکس در آب غوطه‌ور شد و با جذب آب پس از ۶ ساعت به حالت آماس در آمد. سپس برگ‌ها با کاغذ صافی خشک شده و وزن برگ اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون

به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. وزن برگ خشک شده نیز اندازه‌گیری شده و مقدار آب نسبی برگ از طریق رابطه (۳) به‌دست آمد.

رابطه (۳) محتوای آب نسبی برگ = وزن برگ تازه – وزن برگ خشک شده / وزن برگ آماس شده – وزن برگ خشک شده × ۱۰۰

- **صفات زایشی**

در فصل برداشت میوه، تعداد ۱۰ میوه از هر درخت (۱۵۰ میوه برای هر تیمار) نمونه‌برداری شده و اتیکت‌گذاری شد. در باغ غلظت مواد جامد محلول با دستگاه رفرکتومتر اندازه‌گیری شد. همچنین وزن و قطر میوه، تعداد میوه و عملکرد هر درخت نیز در زمان برداشت محاسبه گردید. پس از اندازه‌گیری صفات، تجزیه‌وتحلیل آماری تیمارها با تحلیل واریانس انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی از نرم‌افزار MINITAB استفاده گردید.

شرح و تفسیرها نتایج

نتایج حاصل‌از تجزیه واریانس در بررسی اثرگذاری تیمارهای آزمایش بر برخی صفات بیوشیمیایی و زایشی پرتقال تامسون در جدول (۱) ارائه شده است. میانگین مربعات تجزیه واریانس بیان‌گر این است که اختلاف بین تیمارها در سطح ۰/۰۱ درصد معنی‌دار است؛ اما اختلاف بین بلوک‌ها (تکرارها) معنی‌دار نیست.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده پرتقال تامسون

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	آب نسبی برگ	قطر میوه	وزن میوه	تعداد میوه	عملکرد درخت	مواد جامد محلول
عرض از مبدأ	۱	۱۶۷.۹۶**	۱۹.۴۱**	۱۳۹۲۷۸**	۲۲۲۹۴۲**	۳۰۸۷۲۰۱**	۲۲۰۱۴۸۴**	۱۱۵۴۷۶**	۷۲۷۰**
تیمار	۳	۰.۶۳۱**	۰.۱۱۲**	۲۷۸۹**	۷۲۸**	۷۲۰۹**	۱۱۶۴۲**	۱۶۴۴**	۳.۵۸**
بلوک	۲	۰.۰۰۹	۰.۰۱۵**	۱۰.۰۴	۷.۵	۱۰۷	۹.۹۵	۵.۴۸	۰.۰۰۴
خطا	۵۴	۰.۰۰۳	۰.۰۰۱	۶.۳۰	۵.۱۸	۴۳.۵	۱۹۵.۶	۹.۸۴	۰.۰۱۴

در جدول (۲)، مقایسه میانگین عملکرد صفات کمی و کیفی میوه پرتقال تامسون در تیمارهای آزمایش با آزمون توکی ارائه شده است و اختلاف میانگین‌ها با اندیس‌های a، b، c و d نشان داده شده است. همچنین در اشکال ۲ و ۳، نمودار ستونی بر هر صفت تهیه شده و در آن اثر تیمارهای آزمایش بر صفات پرتقال تامسون بررسی شده است.

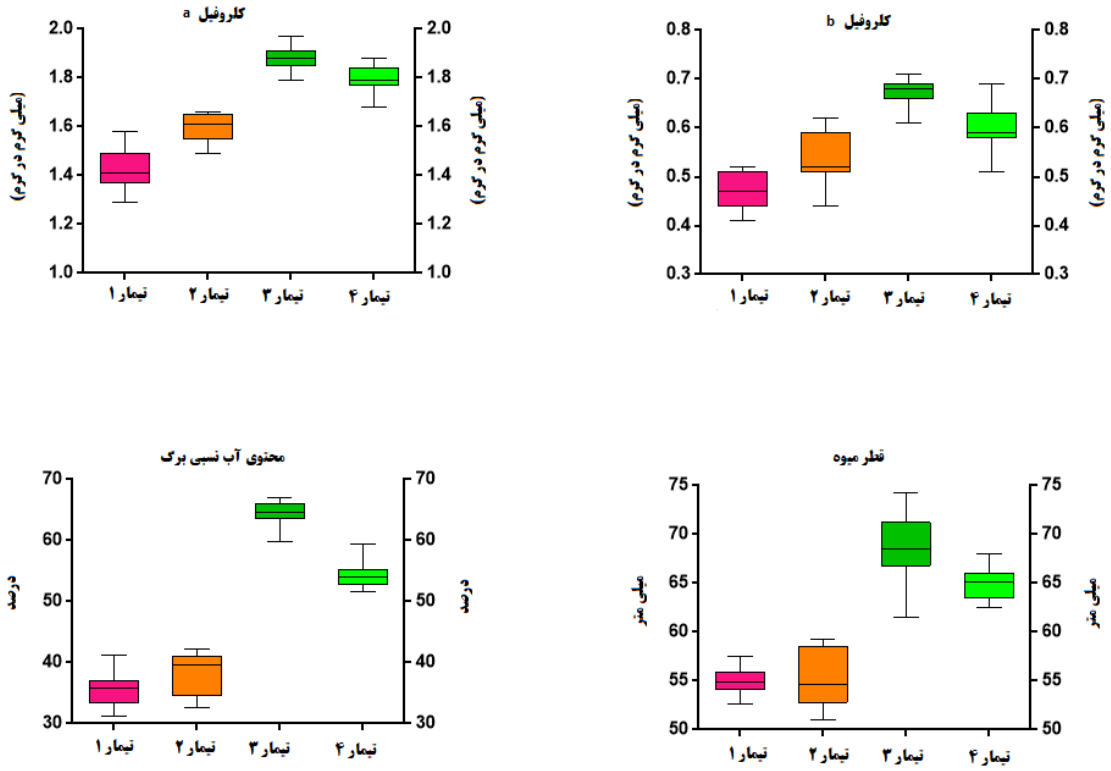
کلروفیل‌های a و b نقش مهمی در سنتز رنگدانه‌ها و فتوسنتز گیاه دارند که تنش‌های محیطی بر سیکل و چرخه‌ی عملکرد آنها اثر می‌گذارد. ریزگردهای بیابانی نیز به عنوان یکی از تنش‌های محیطی توانایی اخلال در سیستم فتونستز را دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که در بین تیمارهای آزمایش، رسوب گردوخاک کنار جاده‌ای و ریزگردهای بیابانی بر کانوپی و برگ‌های درختان پرتقال، موجب کاهش حجم کلروفیل‌ها شده است؛ به‌گونه‌ای که غلظت کلروفیل a در شاهد ۱/۷۹

میلی‌گرم در گرم بوده، اما رسوب گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی باعث کاهش ۲۱ درصدی آن شده است. در تیمار دوم که درختان از گردوخاک جاده‌ای دور مانده، اما ریزگردهای بیابانی بر سطح آن رسوب نموده‌اند، غلظت کلروفیل a از ۱/۷۹ میلی‌گرم در گرم (شاهد) به ۱/۵۹ میلی‌گرم در گرم رسیده است که حدود ۱۱ درصد کاهش یافته است. در ضمن درختانی که تحت تأثیر ریزگرد بوده نسبت به تیمار اول که گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد به‌صورت ترکیبی بر روی درخت رسوب نموده‌اند، کلروفیل a حدود ۱۲ درصد افزایش داشته است. شستشوی درختان با آب باعث حذف ریزگردها از درختان شده و از طرفی آب در اختیار گیاه نیز قرار گرفته است. این شرایط باعث شده تا تیمار شستشو بیشترین غلظت کلروفیل a را داشته باشد که نسبت به تیمار گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی، تیمار ریزگرد و شاهد به‌ترتیب ۲۵/۵، ۱۶ و ۵ درصد افزایش یافته است (شکل ۲). آزمون مقایسه میانگین توکی نیز نشان می‌دهد که بین هر چهار تیمار اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تیمار شستشو بیشترین غلظت کلروفیل a را دارد (جدول ۲).

کلروفیل b نیز یکی دیگر از رنگیزه‌های فتوسنتزی است که در متابولیسم گیاه و فعل‌وانفعالات بیوشیمیایی نقش مهمی دارد که کاهش آن می‌تواند بر سلامت گیاه آسیب بزند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که این رنگیزه فتوسنتزی نیز تحت تأثیر رسوب ریزگردها در گیاه کاهش می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که در تیمار گردوخاک جاده‌ای همراه با ریزگرد بیابانی غلظت کلروفیل b نسبت به شاهد حدود ۲۱ درصد کاهش یافت. در تیمار رسوب ریزگردها نیز غلظت این رنگیزه نسبت به شاهد ۱۱ درصد کاهش یافت. از طرفی نیز شستشوی گیاه پس از وقوع طوفان ریزگرد باعث افزایش غلظت کلروفیل b شده است (شکل ۲). همسان با کلروفیل a، اختلاف میانگین کلروفیل b نیز در بین همه‌ی تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

محتوای آب نسبی برگ نیز تحت تأثیر تنش محیطی ریزگرد بیابانی تغییر یافته و اختلاف تیمارهای اول و دوم که رسوب گردوخاک جاده‌ای و ریزگردهای بیابانی بر روی درخت بوده است، نسبت به تیمارهای شاهد و شستشو کاهش معنی‌داری داشت؛ اما اختلاف بین تیمارهای اول و دوم معنی‌دار نیست و بدین معنی است که در درختانی که گردوخاک جاده‌ای و ریزگردبیابانی رسوب نموده است، اختلاف و تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

پس از برداشت میوه، صفات عملکردی محصول نیز اندازه‌گیری شد. قطر پرتقال‌هایی که برداشت شده بود، بین تیمارهای آزمایش تفاوت داشت و در آن بیشترین قطر میوه مربوط به تیمار شستشو بود و اختلاف آن با دیگر تیمارها نیز معنی‌دار بود. قطر میوه در تیمارهای اول و دوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما تیمارهای ریزگرد با شاهد و شستشو تفاوت داشت. گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی باعث شد تا قطر میوه نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۱ و ۲۰ درصد کاهش یافت (شکل ۲).

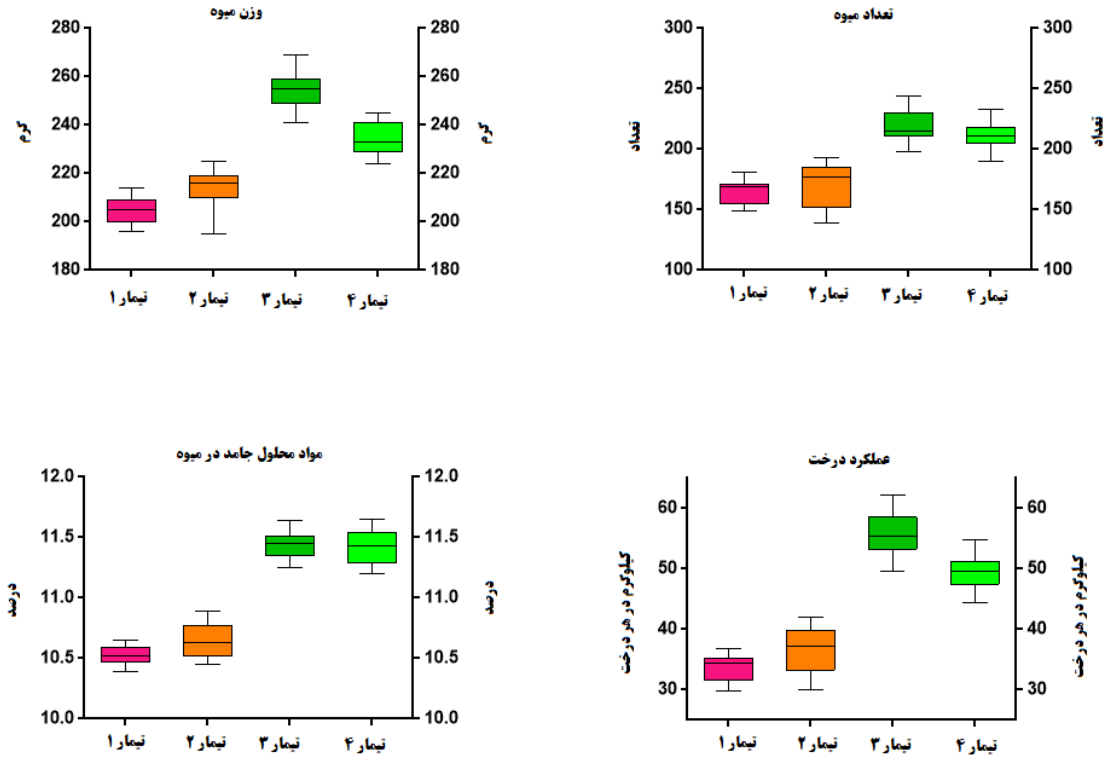


شکل ۲. نمودار جعبه‌ای اثر تیمارهای آزمایش بر صفات رویشی پرتقال تامسون

وزن میوه نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف تفاوت داشت و بین همه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین وزن میوه مربوط به تیمار شستشو بود که نسبت به تیمار گردوخاک جاده‌ای همراه ریزگردهای بیابانی ۲۰ درصد افزایش یافت و با شاهد نیز اختلاف معنی‌داری داشت. تیمار اول و دوم که مربوط به تنش محیطی گردوخاک و ریزگرد می‌باشد نیز اختلاف داشته است (شکل ۳).

تعداد میوه در هر درخت به‌طور میانگین در شاهد ۲۱۱/۴ عدد پرتقال می‌باشد، اما ریزگردهای بیابانی و گردوخاک جاده‌ای موجب کاهش ۲۲ درصدی آن شده است و اختلاف آنها معنی‌دار است. شاهد و شستشو در یک طبقه و تیمارهای گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی (تیمارهای اول و دوم) در طبقه‌ی دیگر قرار گرفتند (جدول ۲). مواد جامد محلول نیز همسان با تعداد میوه بوده و ریزگردها و گردوخاک جاده‌ای موجب کاهش ۸ درصدی آن شده است.

درنهایت، عملکرد هر درخت نیز اندازه‌گیری شد که برای محاسبه آن تعداد میوه‌های هر درخت وزن شده و به عنوان عملکرد درخت در نظر گرفته شد. مهمترین صفت یک درخت مثمر، عملکرد و برداشت میوه آن است که تنش محیطی گردوخاک جاده‌ای و ریزگردهای بیابانی موجب کاهش عملکرد درختان پرتقال شده و نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۲ و ۱۷ درصد عملکرد کاهش یافت. شستشوی درخت موجب افزایش عملکرد درختان شده و نسبت به تیمارهای اول و دوم که مربوط به گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی است و همچنین شاهد به‌ترتیب ۴۰، ۳۵ و ۱۲ درصد افزایش یافت (شکل ۳).



شکل ۳. نمودار جعبه‌ای اثر تیمارهای آزمایش بر صفات عملکردی پرتقال تامسون

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات پرتقال تامسون با آزمون توکی

صفت	تیمار			
	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
	گردوخاک جاده و ریزگرد	ریزگرد بیابانی	شستشو	شاهد
کلروفیل ***a*** (میلی‌گرم در گرم)	۱.۴۲^{d}	۱.۵۹^{c}	۱.۸۸^{a}	۱.۷۹^{b}
کلروفیل ***b*** (میلی‌گرم در گرم)	۰.۴۷^{d}	۰.۵۳^{c}	۰.۶۷^{a}	۰.۵۹^{b}
محتوی آب نسبی برگ (درصد)	۳۵.۸^{c}	۳۸.۱^{c}	۶۴.۵^{a}	۵۴.۲^{b}
قطر میوه (میلی‌متر)	۵۴.۹۶^{c}	۵۵.۱۸^{c}	۶۸.۷۲^{a}	۶۴.۹۶^{b}
وزن میوه (گرم)	۲۰۴.۵^{d}	۲۱۴.۶^{c}	۲۵۴.۱^{a}	۲۳۴^{b}
تعداد میوه	۱۶۵^{b}	۱۷۰.۳^{b}	۲۱۹.۴^{a}	۲۱۱.۴^{a}
مواد جامد محلول میوه (درصد)	۱۰.۵۲^{b}	۱۰.۶۴^{b}	۱۱.۴۳^{a}	۱۱.۴۲^{a}
عملکرد (کیلوگرم در درخت)	۳۳.۷۳^{c}	۳۶.۵۳^{c}	۵۵.۷۶^{a}	۴۹.۴۴^{b}

چرخه‌ی رشد گیاه و فعل‌وانفعالات بیوشیمیایی گیاهان تحت تأثیر تنش‌های محیطی، واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهند. نتایج مطالعات قبلی بیان‌گر این بود که ریزگردها و طوفان‌های گردوخاکی به‌عنوان یک تنش محیطی برای گیاه شناسایی

شده است که بر انگور، گیاهان داروئی، نیشکر، شلیل، هلو و بقولات اثر منفی می‌گذارد. نحوه‌ی اثرگذاری ریزگرد بر گیاه را می‌تواند در چندین خصوصیت و دوره‌های فنولوژی گیاه بررسی نمود. در مرحله‌ی اول رسوب ریزگردهای بیابانی بر روی برگ‌های گیاه موجب سایه‌اندازی و کاهش نور دریافتی توسط رنگدانه‌های برگ می‌شود (Giri *et al.*, ۲۰۱۳; ۲۰۱۴ Leghari *et al.*,). اثر سایه‌اندازی و کاهش نور موجب اختلال در فعل‌وانفعالات بیوشیمیایی و فتوسنتزی برگ شده و میزان کربوهیدرات تولیدی در برگ کاهش می‌یابد (Shah *et al.*, ۲۰۱۸). نتایج پژوهشگران در گیاهان پهن‌برگ همچون انگور نشان داد که غلظت کلروفیل‌ها تحت تنش ریزگرد بیابانی کاهش می‌یابد (بهروزی و همکاران، ۱۳۹۶). کاهش غلظت رنگدانه-های برگ موجب کاهش فتوسنتز و رشد فیزیولوژیکی گیاه می‌شود. در گیاه نیشکر، ریزگردها با کاهش کلروفیل‌ها و فتوسنتز موجب به‌حداقل رسیدن قند شده و کیفیت محصولات را به‌شدت پایین می‌آورد (آروین و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش حاضر، گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی موجب کاهش کلروفیل a به میزان ۱۱ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت که در هند نیز گیاهان چریش، خرزهره، جک و درخت انبه تحت تنش ریزگردها نسبت به شاهد به‌ترتیب ۵۲/۴، ۴۱/۷، ۳۸/۳ و ۲۶/۵ درصد کاهش یافت (Giri *et al.*, ۲۰۱۳).

تشکیل میوه، مهم‌ترین دوره‌ی فنولوژیکی گیاه است که وقوع تنش محیطی می‌تواند عملکرد و محصولات گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. پژوهش حاضر نشان داد که تعداد میوه در درختان پرتقال به ریزگردهای بیابانی حساسیت نشان داده و نشست ذرات خاک بر روی گل‌های پرتقال، میزان تشکیل میوه را کاهش داده و درنهایت تعداد میوه‌های سالم و رسیده در درختان تیمار گردوخاک جاده‌ای و ریزگرد بیابانی نسبت به شاهد کاهش یافت. درنهایت عملکرد درختان پرتقال شاهد نیز نسبت به ریزگردهای بیابانی و تیمار گردوخاک جاده‌ای همراه با ریزگرد بیابانی به‌ترتیب ۱۷ و ۲۲ درصد کاهش یافت. عملکرد بوته‌های پنبه در چین نسبت به ریزگردها حدود ۲۸ درصد کاهش یافت (Zia-Khan et al., ۲۰۱۵). ریزگردهای ناشی از صنعت سیمان در مصر موجب کاهش ۵۰ درصدی عملکرد انجیر شد (Abdel-۲۰۱۲ Rahman and Ibrahim,). همچنین برنج (Sharma and Kumar, ۲۰۱۵)، نخود (Sharma and Kumar, ۲۰۱۶)، گندم و خردل (Chauhan and Joshi, ۲۰۱۰) نیز نسبت به ریزگردهای بیابانی حساس بوده و عملکرد آنها نسبت به شاهد کاهش چشمگیری داشته است. در درختان مثمر و گل‌دار، همچون هلو، انگور، انبه و لیمو ترش و پرتقال شرایط به‌گونه‌ای است که دانه گرده با نشست بر سطح چسبناک و مرطوب کلاله، جوانه زده و درنهایت موجب تشکیل میوه می‌شود (تراهی و ارزانی، ۱۳۹۶)؛ اما در شرایط تنش محیطی ریزگرد، ذرات غبار بر سطح چسبنده‌ی کلاله رسوب نموه و از جوانه‌زنی گرده جلوگیری می‌نماید. این شرایط موجب کاهش تشکیل میوه می‌گردد که نتایج پژوهشگران قبلی نیز بیان‌گر صحت این موضوع است. به‌دلیل حجم بالای گل‌های درخت پرتقال تامسون و ریزش دوره‌ای آن در چرخه‌ی فنولوژی یک‌ساله‌ی گیاه، در پژوهش حاضر از تعداد میوه در درخت برای بررسی اثر ریزگرد بر میوه‌دهی استفاده نمود که نتایج آن بیان‌گر تأثیر ریزگرد بر تعداد میوه در درخت است که با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت داشت.

نتیجه گیری

مطالعه‌ی حاضر که در باغ مرکبات اطراف دزفول انجام شد، اثر چهار تیمار که دارای تنش‌های محیطی گردوغبار بود، بر روی خصوصیات کمی و کیفی پرتقال تامسون ارزیابی شد. در بررسی رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a و b و همچنین محتوای آب نسبی برگ درختان، گردوخاک جاده‌ای همراه با ریزگرد بیابانی که ناشی وقوع طوفان گردوغباری می‌باشد، بیشترین

خسارت را بر رنگیزه‌ها وارد نمود. پس از آن تیمار ریزگردهای بیابانی اثر منفی بر فعل‌وانفعال شیمیایی کلروفیل‌ها وارد نمود و موجب کاهش غلظت کلروفیل‌ها نسبت به درختان شاهد شد؛ اما شستشوی درختان و برگ‌ها باعث بهبود غلظت کلروفیل‌ها شد و حتی بیشتر از غلظت آن در درختان شاهد بود. ریزگردهای بیابانی و گردوخاک جاده‌ای بر صفات کمی میوه پرتقال تامسون نیز اثر گذاشت و موجب کاهش تعداد میوه در درخت، قطر میوه و همچنین عملکرد نهایی درختان شد و باعث خسارت بر درختان پرتقال گردید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ریزگردهای بیابانی بر عملکرد درختان پرتقال تامسون خسارت زده و ۱۷ درصد کاهش می‌یابد. درختان کنار جاده‌ای علاوه‌بر ریزگردهای بیابانی، تحت تأثیر گردوخاک جاده‌ای نیز بوده و تجمع گردوخاک جاده و ریزگرد بیابانی باعث کاهش ۲۲ درصدی عملکرد درختان نسبت به شاهد می‌شود. اگرچه شستشوی درختان با آب باعث حذف اثرات ریزگرد بر درختان میوه می‌شود. اگرچه با توجه به بحران آب و تنش‌های خشکی که از طریق کمبود آب شیرین و قابل استحصال در استان خوزستان و دیگر نقاط خشک و نیمه‌خشک ایران بر درختان میوه وارد می‌شود، شستشوی گیاه به سختی انجام می‌شود، اما با توجه به افزایش ۳۵ تا ۴۰ درصدی عملکرد درختان در تیمار شستشو نسبت به ریزگردهای بیابانی، شستن درختان مقرون به صرفه خواهد بود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که در زمان وقوع ریزگردهای بیابانی در باغات کشور، درختان تا حد امکان با آب شسته شده و از خسارت‌های ریزگرد به‌ویژه در زمان قبل از گل‌دهی و بعد از گل‌دهی جلوگیری نمود.

منابع

آروین، عباسعلی؛ صدیقه چراغی و شهرام چراغی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر گردوغبار بر روند کمی و کیفی رشد نیشکر واریته CP۵۷-٦١٤. *مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۴۵**: ۹۵-۱۰۶.

بهروزی، محمود؛ سعید بازگیر، حمید نوری، محمدعلی نجاتیان و داود اخضری. ۱۳۹۸. شناسایی کانون‌های گردوغبار و بررسی اثرهای آن بر برخی صفات رویشی و زایشی انگور در دشت ملایر. *نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان*، **۸**: ۷۲-۵۹.

بهروزی، محمود؛ سعید بازگیر، حمید نوری، محمدعلی نجاتیان و داود اخضری. ۱۳۹۶. کاهش اثر گردوخاک بر خصوصیات کمی و کیفی انگور رقم بی‌دانه سفید در اثر شستشو با دی‌اکتیل، *نشریه تولیدات گیاهی*، **۴۰**: ۱۲۵-۱۱۳.

تراهی، عزیز و کاظم ارزانی. ۱۳۹۶. مطالعه اثرات گردوغبار بر گرده‌افشانی و میوه نشینی نخل خرما (Phoenix dactylifera L.). *مجله تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)*، **۴۰**: ۶۳-۷۴.

شهبازی، طیبه؛ محسن سعیدی، هنرمند سعید جلالی و ایرج نصرتی. ۱۳۹۵. بررسی اثر ریزگردها بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد ارقام مختلف گندم. *فرایند و کارکرد گیاهی*، **۵**: ۱۹۵-۲۰۳.

صلاحی، برومند و محمود بهروزی. ۱۳۹۹. بررسی اثر ریزگردهای بیابانی بر صفات رویشی و عملکرد انگور عسکری در شیراز. نشریه *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۷**: ۱۵۲-۱۳۵.

فعله کری، حمزه؛ محمد اقبال قبادی، مختار قبادی، سعید جلالی هنرمند، و محسن سعیدی. ۱۳۹۶. تأثیر رسوب ریزگردها بر عملکرد و اجزاء مختلف نخود در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم کرمانشاه. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*، **۹**: ۵۳۵-۵۴۴.

Abdel-Rahman, A.; M,. Ibrahim, M. M. ۲۰۱۲. Effect of cement dust deposition on physiological behaviors of some halophytes in the salt marshes of Red Sea. *Academic Journal Biology Science*, ۳:۱-۱۱.

Ai, N. and K. R. Polenske. ۲۰۰۸. Socioeconomic impact analysis of yellow-dust storms: An approach and case study for Beijing. *Economic Systems Research*. ۲۰:۱۸۷-۲۰۳.

Alavi, M., Sharifi, M., Karimi, N. ۲۰۱٤. Response of chlorophyll a fluorescence, chlorophyll content, and biomass to dust accumulation stress in the medicinal plant, Plantago lanceolata L. *Iran. J. Plant Physiol*. ٤:۱۰۵۵-۱۰٦.

Amini, A. ۲۰۲۰. The role of climate parameters variation in the intensification of dust phenomenon. *Natural Hazards*. ۱۰۲:٤٤٥-٤٦٨.

Arnon, D.I. ۱۹۷۵. Physiological principles of dry land crop production. In: Gupta .U.S. (Eds.), Physiological Aspects of Dry Land Farming, Oxford, pp: ۳-۱٤.

Chaturvedi, R. K., Prasad, S., Rana, S., Obaidullah, S. M., Pandey, V., & Singh, H. ۲۰۱۳. Effect of dust load on the leaf attributes of the tree species growing along the roadside. *Environmental Monitoring and Assessment*, ۱۸۵:۳۸۳-۳۹۱.

Chauhan, A. and P. Joshi. ۲۰۱۰. Effect of ambient air pollutants on wheat and mustard crops growing in the vicinity of urban and industrial areas. *New York Sci. 3:52-60.*

Chen, X., Zhou, Z., Teng, M., Wang, P., Zhou, L. ۲۰۱۵. Accumulation of three different sizes of particulate matter on plant leaf surfaces: effect on leaf traits. *Archives of Biological Sciences.* ٦٧:۱۲٥٧-۱۲٦٧.

Durrani, G., Hassan, M., Baloch, M. K., Hameed, G. ۲۰۰٤. Effect of traffic pollution on plant photosynthesis. Journal-Cemical Society of Pakistan. ۲٦: ۱۷٦-۱۷۹.

Giri, S., Shrivastava, D., Deshmukh, K., & Dubey, P. ۲۰۱۳. Effect of air pollution on chlorophyll content of leaves. *Current Agriculture Research Journal*, ۱:۹۳-۹۸.

Goudie, A. S. ۲۰۱٤. Desert dust and human health disorders. *Environment international*, ٦۳:۱۰۱-۱۱۳.

Goudie, A. S., & Middleton, N. J. ۲۰۰٦. *Desert dust in the global system*. Springer Science & Business Media.

Grainger, A. ۲۰۱۳. *The threatening desert: controlling desertification*. Routledge.

Gupta, G. P., Kumar, B., Singh, S., Kulshrestha, U. C. ۲۰۱٦. Deposition and Impact of Urban Atmospheric Dust on Two Medicinal Plants during Different Seasons in NCR Delhi. *Aerosol and Air Quality Research*. ۱٦:۲۹۲۰-۲۹۳۲.

Han, J., Dai, H., & Gu, Z. ۲۰۲۱. Sandstorms and desertification in Mongolia, an example of future climate events: a review. *Environmental Chemistry Letters*, ۱-۱۱.

Hatami, Z., Rezvani Moghaddam, P., Rashki, A., Mahallati, M. N., & Habibi Khaniani, B. ۲۰۱۸. Effects of desert dust on yield and yield components of cowpea (Vigna unguiculata L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*. ٦٤:۱٤٤٦-۱٤٥٨.

Leghari, S. K., Zaid, M. A., Sarangzai, A. M., Faheem, M., & Shawani, G. R. ۲۰۱٤. Effect of road side dust pollution on the growth and total chlorophyll contents in Vitis vinifera L.(grape). *African Journal of Biotechnology*. ۱۳:۱۱.

Mandre, M., J. Klõšeiko and K. Ots. ۲۰۰۰. The effect of cement dust on the growth, content of nutrients and carbohydrates in various organs of five conifer species. *Baltic For*. ٦:۱٦-۲۳.

Missanjo, E., Ndalama, E., Sikelo, D., Kamanga-Thole, G ۲۰۱٥. Quarry dust emission effects on tree species diversity in Chongoni forest Reserve and vegetation characteristics in adjacent villages, Dedza, Malawi. *International Journal of Information and Review.* ۲:٥۱۱-٥۱٥.

Price, M. V., Waser, N. M., Lopez, D. A., Ramírez, V. D., & Rosas, C. E. ۲۰۲۱. Predispersal seed predation obscures the detrimental effect of dust on wildflower reproduction. *International Journal of Plant Sciences*, ۱۸۲:۲۷۷-۲۸٥.

Rai, P. K. and L. L. Panda. ۲۰۱٤. Leaf dust deposition and its impact on biochemical aspect of some roadside plants of Aizawl, Mizoram, North East India. *International Research Journal of Environment Sciences*. ۳:۱٤-۱۹.

Ramanathan, R., Jeyakavitha, T., Jeganathan, M ۲۰۰٦. Impact of cement dust on Azadirachta in Dica leaves-A measure of air pollution in and around ARIYALUR. *Journal of Industrial Pollution Control*. ۲۲, ۲:۲۸٥-۲۸۸.

Shah, K., ul Amin, N., Ahmad, I., & Ara, G. ۲۰۱۸. Impact assessment of leaf pigments in selected landscape plants exposed to roadside dust. *Environmental Science and Pollution Research*, ۲٥:۲۳۰٥٥-۲۳۰۷۳.

Sharma, S. B. and B. Kumar. ۲۰۱٥. Effects of stone crusher dust pollution on growth performance and yield status of gram (Cicer arietinum L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. ٤:۹۷۱-۹۷۹.

Sharma, S. B. and B. Kumar. ۲۰۱٦. Effects of stone crusher dust pollution on growth performance and yield status of rice (Oryza sativa. L). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* ٥:۷۹٦-۸۰٦.

Sivakumar, M. V. ۲۰۰٥. Impacts of sand storms/dust storms on agriculture. In *Natural disasters and extreme events in agriculture*. ۱٥۹-۱۷۷.

Smith, W. H. ۱۹۷۷. Removal of atmospheric particulates by urban vegetation: implications for human and vegetative health. *The Yale journal of biology and medicine*, ٥۰:۲,۱۸٥.

Soleimani, Z., Teymouri, P., Boloorani, A. D., Mesdaghinia, A., Middleton, N., & Griffin, D. W. ۲۰۲۰. An overview of bioaerosol load and health impacts associated with dust storms: A focus on the Middle East. *Atmospheric Environment*, ۲۲۳:۱۱۷-۱۸۷.

Solgi, E., Keramaty, M., & Solgi, M. ۲۰۲۰. Biomonitoring of airborne Cu, Pb, and Zn in an urban area employing a broad leaved and a conifer tree species. *Journal of Geochemical Exploration*, ۲۰۸:۱۰٦-۱۲٦.

Wang, Q., Feng, J., Huang, Y., Wang, P., Xie, M., Wan, H., ... & Yu, L. ۲۰۲۰. Dust-retention capability and leaf surface micromorphology of ۱٥ broad-leaved tree species in Wuhan. *Acta Ecologica Sinica*, ٤۰:۲۱۳-۲۲۲.

Younis, U. ۲۰۱۳. Dust interception capacity and alteration of various biometric and biochemical attributes in cultivated population of Ficus carica L. J. Pharm. Biol. Sci.(IOSR-JPBS), ٦:۳٥-٤۲.

Zhu, J., Yu, Q., Zhu, H., He, W., Xu, C., Liao, J., ... & Su, K. ۲۰۱۹. Response of dust particle pollution and construction of a leaf dust deposition prediction model based on leaf reflection spectrum characteristics. *Environmental Science and Pollution Research*, ۲٦:۳٦۷٦٤-۳٦۷۷٥.

Zia-Khan, S., Spreer, W., Pengnian, Y., Zhao, X., Othmanli, H., He, X., & Müller, J. ۲۰۱۵. Effect of dust deposition on stomatal conductance and leaf temperature of cotton in northwest China. *Water*, ۷:۱۱٦-۱۳۱.