نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۱۳۵تا ۱۵۲

بررسی اثر ریزگردهای بیابانی بر صفات رویشی و عملکرد انگور عسکری در شیراز

برومند صلاحی،[1] استاد اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
محمود بهروزی، دکترای اقلیم شناسی، گروه علوم محیطی، پژوهشکده انگور و کشمش ، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۸/۰۸/۰۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۱۱/۲۰

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی اثر ریزگردها بر انگور عسکری، آزمایشی در قالب بلوک های کامل تصادفی بر روی ۳۶ بوته در تاکستان شهر شیراز با تیمارهای ریزگرد شبیه سازی شده، شستشو و شاهد انجام شد. پس از اعمال تیمارها، کلروفیل a و b، طول شاخه، محتوای آب نسبی برگ، وزن خشک و سطح برگ به‌عنوان صفات رویشی و بیوشیمیایی، تشکیل میوه، تعداد حبه در خوشه، وزن خوشه، درصد قند محلول در حبه و عملکرد به عنوان صفات زایشی انگور اندازه گیری شد. آنالیز داده ها با تجزیه واریانس و مقایسه بین میانگین ها با آزمون توکی انجام شد. نتایج نشان داد ریزگرد بیابانی منجر به کاهش صفات رویشی و زایشی انگور عسکری شد که کلروفیل های a و b به ترتیب ۱۳/۶ و ۳۴/۵ در صد نسبت به شاهد کاهش یافت. طول شاخه و محتوای آب نسبی برگ تحت تنش ریزگرد تغییری نکرد، اما وزن خشک و سطح برگ به ترتیب ۶۱/۶٪ و ۳۴/۴٪ نسبت به شاهد کاهش یافت و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج در صد معنی دار بود. شستن برگ ها باعث حذف اثر ریزگردها بر رشد رویشی بوته ها شد و اختلافی بین تیمار شستشو و شاهد مشاهده نشد. تشکیل میوه مهم ترین مرحله فنولوژی درختان باغی است که ریزگرد باعث کاهش تلقیح و تشکیل حبه در انگور عسکری شد و اختلاف آن با شاهد معنی دار بود. کاهش تشکیل حبه باعث کاهش وزن خوشه و درنهایت کاهش سه برابری عملکرد بوته شد و اختلاف آن با تیمار شستشو و شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. شستن بوته پس از پاشیدن ریزگرد باعث حذف آن از روی برگ و گل های بازشده انگور شد و عملکرد بوته را افزایش داد و با شاهد در یک طبقه قرار گرفت. وقوع پدیده ریزگرد در مرحله گرده افشانی و تلقیح می تواند تشکیل میوه و عملکرد را کاهش دهد.

واژه های کلیدی: ریزگرد، کلروفیل، تشکیل میوه، قند حبه، شیراز.

[1] .نویسنده مسئول: Email: bromand٤١٦@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

مقدمه

پدیده ریزگرد یکی از مخاطرات محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که اغلب در نیمه گرم سال اتفاق می‌افتد (Modarres and Sadeghi, ۲۰۱۸) و جامعه انسانی (Khan and Strand, ۲۰۱۸) و گیاهی (Drack and Vázquez, ۲۰۱۸) در مناطق نزدیک به کانون را تحت تأثیر قرار می‌دهد. توربولانس شدید باد و عبور آن از سطح بیابان‌ها، ذرات خاک سطحی در دوره کم‌بارش را از روی بیابان‌ها روبیده و با نشر آن به اتمسفر، به‌صورت توده عظیم ریزگرد بیابانی به مسافت‌های طولانی از منشأ آن انتقال می‌دهد (Zoljoodi et al., ۲۰۱۳) که متعاقب آن، دید افقی به کمتر از ۱۰۰۰ متر کاهش می‌یابد (Cao et al., ۲۰۱۵). این پدیده همچون کمربند غبار از بیابان صحرا در آفریقا شروع شده و با عبور از بیابان ربع‌الخالی در شبه‌جزیره عربستان، بیابان‌های مرکزی ایران و بیابان قره قوم در آسیای مرکزی به بیابان گبی در چین می‌رسد (Dimitriou and Kassomenos, ۲۰۱۸). چشمه‌های نوظهوری از ریزگرد بیابانی به دلیل کاهش بارندگی و خشک‌سالی‌های اخیر که باعث گسسته شدن بافت نرم و سیلتی رسوبات آبرفتی در عراق (Mashat and Awad, ۲۰۱۰) و سیستان (Hickey and Goudie, ۲۰۰۷) شده است، به وجود آمده و به‌عنوان کانون ریزگرد شناخته می‌شوند (Labban, ۲۰۱۵).

ریزگردهای بیابانی پس از طی مسافتی با کاهش سرعت باد، رسوب کرده و محیطِ میزبان به‌خصوص موجودات زنده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. انسان و گیاه در معرضِ ریزگردها قرار دارند که ورود آن به دستگاهِ تنفسی، مشکلات حادی بر سلامت آن‌ها وارد می‌سازد. تجمع ذرات خاک در ریه انسان، منجر به بروز بیماری‌های تنفسی (آسم، برونشیت) و بیماری‌های قلبی و عروقی می‌شود (Geng et al., ۲۰۰۶) و تجمع آن بر روی برگِ گیاهان، سیستم فتوسنتزی را دچار اختلال کرده و بر فیزیولوژی گیاه اثر می‌گذارد (Leghari et al., ۲۰۱۸; Raina et al., ۲۰۰۸).

واکنشِ گونه‌های گیاهی به ریزگردها متفاوت است؛ در گیاهان پهن‌برگ که ریزگرد بر سطح برگ رسوب می‌کند و به‌نوعی به تله می‌افتد و یا گیاهانی که میوه آن‌ها در معرضِ ریزگرد قرار دارد، مطمئناً بیش‌ترین آسیب را از این پدیده جوی می‌بینند؛ اما گیاهان نازک برگ به دلیل سطحِ برگ کم‌تر، تراکم ذرات روی برگ کم‌تر است (Prajapati and Tripathi, ۲۰۰۸). اکثر درختان باغی جزء گونه‌های پهن‌برگ بوده و اندام هوایی آن‌ها در معرضِ پدیده‌های جوی از قبیل ریزگرد بیابانی قرار دارند که رسوب آن بر سطح برگ‌ها منجر به آسیب‌های فیزیولوژیکی می‌شود (Wijayratne et al., ۲۰۰۹; Bao et al., ۲۰۱۶). درخت انگور نیز جز درختان پهن‌برگ بوده که پتانسیل آسیب‌پذیری در مقابل پدیده‌های جوی را دارد (حکمتی و تفضلی، ۱۳۹۱).

اثرات ریزگرد بر روی تعداد محدودی از محصولات زراعی بررسی شده است که نتایج بیانگر تأثیر مستقیم و غیرمستقیم ریزگرد بیابانی بر محصولات کشاورزی است (Farmer, ۱۹۹۳). در تأثیر مستقیم، فعالیت‌های حیاتی گیاه مانند فتوسنتز (Maletsika et al., ۲۰۱۵)، تبخیر و تعرق و هدایت روزنه‌ای (Zia khan et al., ۲۰۱۴)، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی برگ (Abu-Romman and Alzubi, ۲۰۱۵)، دمای برگ و تنفس (Zia-Khan et al., ۲۰۱۴)، تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در تأثیر غیرمستقیم، ریزگرد بر بازارپسندی، کیفیت و درآمدِ نهائیِ محصول تأثیر می‌گذارد (آروین و همکاران، ۱۳۹۲). تراکم ریزگردها روی برگ منجر به کاهش نور دریافتی توسط کلروفیل‌ها شده که با اختلال در چرخه الکترون، نرخ فتوسنتز را کاهش می‌دهد (Pavlik et al., ۲۰۱۲). کاهش هدایت روزنه‌ای و تبادل CO_2 به همراه اکسیژن بین محیط و برگ یکی دیگر از اثرات ریزگرد بر گیاه است (Pallas, ۱۹۸۰). ریزگردهای بیابانی بر بیوماس درختان آسیب می‌زند

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

(Seyyednejad and Koochak, ۲۰۱۳) و با کاهش تشکیل رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، تولید مواد غذایی در گیاه را کاهش می‌دهد (Wagh et al., ۲۰۰۶).

تشکیل میوه یکی از مهم‌ترین مراحل فنولوژی گیاهان است و پس از گرده‌افشانی و تلقیح، میوه تشکیل می‌شود که تنش‌های محیطی از قبیل ریزگرد منجر به کاهش گرده‌افشانی و تشکیل میوه در گیاه می‌شود (تراهی و ارزانی، ۱۳۹۶). کاهش تشکیل میوه به‌واسطه ریزگردها در گیلاس (Anderson, ۱۹۱۴) و لیموترش (Rao, ۱۹۷۱) گزارش شده است که منجر به کاهش عملکرد شده است. کاهش صفات فیزیولوژیکی و تشکیل میوه در گیاه به دلیل رسوب ریزگردها بر اندام هوایی گیاهان، درنهایت بر رشد رویشی و عملکرد تأثیر می‌گذارد (Jia, ۲۰۱۱; Li et al., ۲۰۱۰; XU et al., ۲۰۱۶)؛ به‌طوری‌که ریزگردها با اختلال در چرخه فتوسنتز باعث کاهش ۲۸ درصدی عملکرد پنبه نسبت به شاهد شد (Zia khan et al., ۲۰۱۴). همچنین ریزگردها با بالا بردن دمای برگ نخود، عملکرد گیاه را ۳۸ درصد کاهش دادند (Hatami et al., ۲۰۱۸) (پوردیهیمی و بینا، ۱۳۹۳). خسارت‌های اقتصادی بر گیاهان در مناطقِ اطراف کانون ریزگرد و حتی محیط‌های دوردست نیز کاوش شده است؛ به‌طوری‌که طوفان ریزگرد در سال ۱۳۸۸ باعث کاهش ۷۲۶ هزار تن محصولات کشاورزی (معادل ۳۴۱/۵ میلیارد تومان) در استان کرمانشاه شد (خالدی، ۱۳۹۲). اثرات ریزگرد بر محصولات باغی کشور ایران در سال ۱۳۸۸ بین هفت تا ۱۷ میلیون تن برآورد شد (سرابیان و نیک‌پور، ۱۳۸۹). انگور گیاهی دولپه‌ای از راستهٔ رامنالس (ویتالس[۱]) و از خانواده ویتاسه[۲] است (Hellman, ۲۰۰۳). مهم‌ترین جنس این خانواده از لحاظ خوراکی و اقتصادی ویتیس وینیفرا[۳] نام دارد که در نواحی معتدل گسترش یافته است و در ۹۰ کشور برای مصارف مختلف کشت می‌شود (نجاتیان، ۱۳۹۲).

در استان فارس حدود ۴۰۳۱۳۸ هکتار از اراضی زیر کشت باغات است که تاکستان‌های آن با سیستم پاچراغی و آبیاری سنتی و قطره‌ای، حدود ۷۴۱۳۷ هکتار از زمین‌های کشاورزی را به خود اختصاص داده و با عملکرد ۱۳/۵ تن در هکتار، ۱۶ درصد از محصولات باغی استان فارس و ۱۴/۶ درصد از میزان تولید انگور در کشور را شامل می‌شود (آمارنامه باغبانی، ۱۳۹۶). انگور عسکری از گونه وینیفرا و رقم بی‌دانه و پهن‌برگ با میوه‌های در معرض پدیده‌های جوی از قبیل سرما، موج گرما، تگرگ و ریزگرد است که می‌تواند تأثیر منفی بر میزان رشد و عملکرد آن داشته باشد؛ بنابراین هدف از انجام این پژوهش، شناسایی اثر ریزگرد بیابانی بر صفات رویشی و زایشی انگور عسکری است که در تاکستان آزمایشی شیراز انجام شد.

داده‌ها و روش کار

این پژوهش به‌منظور اثر ریزگردها بر انگور انجام شد که برای دست‌یابی به این رهیافت، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در تاکستان آزمایشی شیراز در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ بر روی بوته‌های انگور عسکری با سیستم پاچراغی و آبیاری قطره‌ای انجام شد. برای کاهش خطای ناشی آزمایش، سعی شد از بوته‌های انگور عسکری با سن یکسان (هشت‌ساله) و عاری از آفات و بیماری‌های گیاهی استفاده شود و در زمان اجرای طرح، تنش خشکی، سرمازدگی و آفات در تاکستان آزمایشی اتفاق نیفتاد.

۱ - Vitales
۲ - Vitaceae
۳ - Vitis Viniferea L.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

جامعه آزمایش شامل ۳۶ بوته انگور رقم عسکری و تیمارهای ۱) ریزگرد شبیه‌سازی‌شده، ۲) شستشو و ۳) شاهد بود که تیمارها در سه تکرار (بلوک) اعمال شد. در هر کرت آزمایشی چهار تاک بود. به‌منظور شبیه‌سازی ریزگرد بیابانی، نمونه‌برداری از خاک دشت آزادگان در استان خوزستان به‌عنوان یکی از کانون‌های داخلی ریزگرد انجام شد و خاک‌های نمونه پس از مراحل آماده‌سازی و الک کردن، ویژگی‌های فیزیکی آن با دستگاه پراش اشعه ایکس (xrd- xmd-۳۰۰ Unisantis Germany)، ترکیبات و غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی به روش شعله با دستگاه HR-CS AAS ساخت شرکت analytikjena AG در آزمایشگاه انجام شد.

پس از آماده شدن نمونه‌ها، برای پاشیدن ریزگرد بر روی تاک‌های آزمایش، از یک دستگاه مکانیکی که با استفاده از فن تهویه هوا و لوله ۵۰ سانتی‌متری ساخته‌شده بود، استفاده شد. چارچوبی نیز با ابعاد ۲*۲*۱/۵ متر با اسکلت چوبی و نایلون پوششی به‌صورت مکعب ساخته شد و در زمان پاشیدن ریزگرد، بر روی بوته گذاشته شد. پاشیدن ریزگرد به مدت بیست دقیقه با استفاده از دستگاه و چارچوب مکعبی بر روی بوته‌های تیمار مربوطه انجام شد.

ریزگردها بر روی ۲۴ بوته اعمال شد؛ اما ۱۲ بوته پس از ۲۴ ساعت از پاشیدن ریزگرد، شسته و این ۱۲ بوته به‌عنوان تیمار شستشو در نظر گرفته شد. درنهایت، برای مقایسه بین تیمارها و بررسی اثرات ریزگرد و شستشوی بوته‌ها بر انگور عسکری، ۱۲ بوته نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و ریزگرد بر روی این بوته‌ها پاشیده نشد. در طول دوره آزمایش، ۱۱ طوفان ریزگرد در دوره رشد تاک‌ها از فروردین تا مردادماه اتفاق افتاد که ایستگاه هواشناسی شیراز کدهای ۰۵، ۰۶ و ۰۷ را گزارش نمود؛ در این زمان، ریزگرد از روی برگ حذف شد تا خطایی در آزمایش صورت نگیرد.

تیمارها در چهار مرحله فنولوژی گیاه شامل ۱) مرحله پنج تا شش برگی بودن بوته، ۳) مرحله اوایل گل‌دهی، ۳) مرحله تشکیل میوه و ۴) مرحله حبه کوچک بر روی بوته‌ها اعمال شد و ۱۰ روز پس از اعمال تیمارها، صفات رویشی و زایشی تحت تأثیر تیمارها اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری کلروفیل‌ها از روش آرنون استفاده شد (Arnon, ۱۹۷۵)؛ به‌این‌ترتیب که ابتدا ۰/۱ وزن تر برگ با ۵ میلی‌لیتر استن ۸۰٪ سائیده شد تا محلول یکنواختی حاصل شود. سپس بر روی کاغذ واتمن شماره یک صاف و حجم عصاره به‌دست‌آمده را با استون به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و در ادامه، محلول صاف‌شده برای سنجش با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل JENUS UV-۱۲۰۰ آماده شد. پس از واسنجیِ دستگاه، شدّت جذب نوری عصاره در طول‌موج‌های ۶۶۳/۲ (A) و ۶۴۶/۸ (B) نانومتر به روش اسپکتروفتومتری خوانده شد. برای تنظیم دستگاه از استون ۸۰٪ به‌عنوان شاهد استفاده شد. غلظت این کلروفیل‌ها با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد.

$$Chla = (۱۲,۷ \times A) - (۲,۹۶ \times B) \times ۱۰/۱۰۰ \quad (۱)$$

$$Chlb = (۲۲,۹ \times B) - (٤,٦٨ \times A) \times ۱۰/۱۰۰ \quad (۲)$$

در روابط فوق، Chla کلروفیل a، Chlb کلروفیل b است.

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC[1])، پس از آن‌که برگ‌های تازه وزن شدند، آن‌ها را در دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی‌گراد و زیر نور چراغ با شدت روشنایی ۶۰۰ تا ۷۰۰ لوکس در داخل آب قرار داده شدند تا برگ به‌اندازه نیاز آب جذب نماید و پس از ۴ تا ۶ ساعت به حالت آماس درآید. سپس برگ‌های آماس‌شده را برداشته و با کاغذ صافی خشک نموده و وزن آماس‌شده برگ اندازه‌گیری شد. پس از توزین، برگ‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون به

۱ - Relative Water Content

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. وزن برگ‌ها پس از خشک شدن نیز اندازه‌گیری و مقدار محتوای نسبی آب برگ از رابطه‌ی ۳ به دست آمد.

$$RWC = \frac{\text{وزن برگ خشک شده} - \text{وزن برگ تازه}}{\text{وزن برگ خشک شده} - \text{وزن برگ آماس شده}} \times ۱۰۰ \qquad (۳)$$

سطح برگ با استفاده از دستگاه برگ سنج[1]، مدل winarea-ut-۱۰ انجام شد. به‌منظور محاسبه درصد تشکیل میوه، ابتدا تعداد گل‌های پنج خوشه از هر تیمار در مرحله اوایل گل‌دهی شمرده و پس از ۱۸ روز تعداد گل‌هایی که به حبه تبدیل شده بودند نیز شمرده و درصد تشکیل میوه محاسبه شد.

در فصل برداشت، خوشه‌هایی که تشکیل میوه در آن اندازه‌گیری و اتیکت گذاری شده بود را چیده و در کیسه پلاستیکی به آزمایشگاه انتقال و فاکتورهای کمی و کیفی میوه اندازه‌گیری شد. از دستگاه رفرکتومتر مدل center BME برای سنجش درصد قند محلول در حبه انگور (بریکس) استفاده شد که برای اندازه‌گیری آن، با قراردهی یک قطره از آب میوه بر روی صفحه مخصوص دستگاه مذکور، عدد مربوط به میزان کل مواد جامد محلول در هر تیمار قرائت شد (کاووسی و همکاران، ۱۳۸۸). متوسط وزن خوشه بر اساس اندازه‌گیری میانگین وزن کل ۵ خوشه، محاسبه شد (Woodman, ۱۹۳۸). متوسط عملکرد در هر تیمار در واحد بوته محاسبه شد. داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار آماری MINITAB مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون توکی و رسم نمودارها با نرم‌افزار GraphPad Prism۶ انجام شد.

شرح و تفسیر نتایج

میانگین اندازه فیزیکی ریزگردها ۱۰/۶ میکرون و اکسید غالب آن سیلیس و سولفات سدیم بود. نتایج آنالیز عناصر محلول و فلزات سنگین ریزگرد بیابانی نشان داد در بین عناصر محلول، کلسیم و در بین فلزات سنگین، منگنز عنصر غالب در ذرات ریزگرد بود (جدول ۱).

جدول ۱: مقادیر عناصر محلول و فلزات سنگین (mg/kg) در نمونه‌های ریزگرد

اکسیدهای غالب	منگنز	کادمیوم	مس	روی	منیزیوم	کلسیم	پتاسیم	سدیم	اندازه ذرات
سیلیس- سولفات سدیم	۴۷۴	۱/۲۲	۲۷/۱	۲۴۷	۳/۵	۲۳/۹	۱۰/۷	۶/۱	۱۰/۶

- **رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی**

کلروفیل a در چهار مرحله از دوره فنولوژی انگور عسکری تحت تأثیر تیمارها اندازه‌گیری شد و اختلاف بین تیمارها در دو مرحله ۵ تا ۶ برگی و مرحله حبه کوچک معنی‌دار بود (جدول ۲). ریزگردها در این دو مرحله منجر به کاهش این رنگ‌دانه نسبت به شاهد و شستشو شد و اختلاف آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. شستشوی بوته پس از پاشیدن ریزگرد باعث افزایش کلروفیل a شد و اختلاف آن با تیمار ریزگرد معنی‌دار بود و محتوای این رنگ‌دانه در تیمار شستشو به شاهد نزدیک شد و در یک طبقه قرار گرفتند. بیشترین میزان کلروفیل a در شاهد و کمترین آن در تیمار ریزگرد بود که ۱۳/۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۴).

۱ - Leaf Area Meter

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر میزان کلروفیل a در مراحل مختلف فنولوژی انگور عسکری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		۵ تا ۶ برگی	اوایل گل‌دهی	تشکیل میوه	حبه کوچک
تکرار	۲	۰/ ۰۱۰ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۰۸ ns
تیمار	۲	۰/۰۴۶*	۰/۰۵۲ ns	۰/۰۸۰ ns	۰/۱۳۲**
اشتباه آزمایشی	۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۷/۸۳	۸/۸۹	۱۱/۱۴	۱۱/۹۳

ns،* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون توکی

کلروفیل b نیز شبیه به کلروفیل a در چهار مرحله اندازه‌گیری شد، اما با این تفاوت که در همه مراحل، اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و کمترین میزان کلروفیل b در تیمار ریزگرد مشاهده شد که به‌طور میانگین ۳۴/۵ درصد نسبت به شاهد و ۳۱/۳ درصد نسبت به شستشو کاهش یافت؛ بنابراین رسوب ریزگردها بر روی برگ انگور عسکری باعث کاهش کلروفیل‌ها در سلول کلروپلاست شد که شستشوی اندام هوایی بوته پس از وقوع ریزگرد منجر به حذف ریزگردها از روی برگ شده و محتوای رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی را به حالت طبیعی رساند (جدول ۴).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر میزان کلروفیل b در مراحل مختلف فنولوژی انگور عسکری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		۵ تا ۶ برگی	اوایل گل‌دهی	تشکیل میوه	حبه کوچک
تکرار	۲	۰/۰۱۵ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۰ ns
تیمار	۲	۰/۰۷۶ **	۰/۱۳۶ **	۰/۱۱۱ **	۰/۱۱۱*
اشتباه آزمایشی	۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۵۳	۲۵/۸۰	۲۴/۱۱	۲۴/۵۶

ns ،* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون توکی

جدول ۴: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی انگور عسکری

تیمارها	کلروفیل a				کلروفیل b			
	۵ تا ۶ برگی	اوایل گل‌دهی	تشکیل میوه	حبه کوچک	۵ تا ۶ برگی	اوایل گل-دهی	تشکیل میوه	حبه کوچک
ریزگرد	۱/۴۵۵ b	۱/۴۷۳ a	۱/۳۴۵ a	۱/۳۶۰ b	۰/۶۶۶ b	۰/۴۹۵ b	۰/۴۹۶ b	۰/۵۰۷ b
شستشو	۱/۶۶۱ a	۱/۶۹۶ a	۱/۶۲۱ a	۱/۶۹۸ a	۰/۹۲۲ a	۰/۸۰۴ a	۰/۷۹۶ a	۰/۸۲۴ a
شاهد	۱/۶۸۳ a	۱/۷۰۹ a	۱/۶۳۷ a	۱/۷۴۶ a	۰/۹۵۸ a	۰/۹۰۴ a	۰/۸۵۷ a	۰/۸۵۶ a

*میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

توسعه و رشد گیاهان با عوامل زیست‌محیطی همچون آب، خاک و هوا کنترل می‌شود که رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی برگ ممکن است تحت تأثیر این عوامل تغییر کند (Katiyar and Dubey, ۲۰۰۰). اندازه‌گیری کلروفیل‌ها که از مهم‌ترین رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی هستند، یکی از مهم‌ترین پارامترها در ارزیابی اثر آلودگی هوا بر گیاهان است، چون نقش حیاتی در متابولیسم گیاه دارند (Wagh et al., ۲۰۰۶). در اکثر مطالعات نتایج حاکی از آسیب ریزگرد بر رنگ‌دانه‌های برگ است؛ به‌طوری‌که ریزگرد با ورود به بافت برگ موجب نارسایی کلروپلاست شده و با آسیب دیدن سلول کلروپلاست، کلروفیل نیز کاهش می‌یابد (Singh and Rao, ۱۹۸۱)؛ همچنین رسوب ریزگرد بر سطح برگ موجب کاهش نور و سایه‌اندازی آن بر روی برگ شده که باعث کاهش فتوسنتز شده و درنهایت منجر به کاهش کلروفیل در برگ می‌شود و یا به دلیل همراهی اثر سایه و آسیب بر غشای سلولی و افزایش لیپید پرو کسید در سلول باشد که باعث کاهش کلروفیل می‌شود (Abu-Romman and Alzubi, ۲۰۱۵). در پژوهش حاضر نیز مشابه مطالعات صورت گرفته ریزگرد با نشست بر سطح برگ باعث کاهش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی برگ انگور عسکری نسبت به شاهد شد و شستشوی بوته‌ها موجب افزایش محتوای کلروفیل‌ها شد. نتایج Sharma and Tripathi, ۲۰۰۹ نیز همسان این پژوهش بود که نشان داد ریزگرد موجب کاهش کلروفیل‌ها می‌شود. نتایج تحقیقی که Giri et al., ۲۰۱۳ در هند انجام دادند نشان دادند که ریزگرد باعث شد رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در گیاه چریش (۵۲/۴٪)، در گیاه خرزهره (۴۱/۷٪)، درخت جک (۳۸/۳٪) و درخت انبه (۲۶/۵٪) کاهش یابد. ریزگرد با نشست بر روی برگ موجب کاهش کلروفیل b در برگ‌های درخت تلخ‌بیان شد (Bao et al., ۲۰۱۶). علوی و کریمی (۱۳۹۴) کاهش در محتوای کلروفیل را به قلیایی بودن ذرات خاک نسبت دادند که موجب نکروزه شدن برگ و درنهایت کاهش کلروفیل می‌شود. یکی از راهکارهای مورداستفاده برای کاهش اثر ریزگرد بر گیاه، شستشوی برگ گیاه است که در مطالعه حاضر، شستشوی برگ منجر به حذف اثر ریزگرد شد و با نتایج آروین و همکاران، ۱۳۹۲ همسو بود که نشان دادند همواره میزان کلروفیل در برگ‌های شسته شده نیشکر بیشتر از برگ‌های تحت تنش ریزگرد جوی بود. جایگزینی سرب‌های موجود در ذرات خاک زابل با یون‌های منیزیوم در ساختار کلروفیل گندم که نقش اساسی در فعالیت آنزیم‌های گیاه دارد، موجب کاهش بیوسنتز کلروفیل شد، اما شستشوی برگ‌ها با ترکیب آب و محلول Hoagland باعث حذف ذرات خاک از روی برگ شده و موجب افزایش محتوای کلروفیل شد (Danyali et al., ۲۰۱۴) که با نتایج پژوهش حاضر همسو بود.

- **صفات رویشی و بیوشیمیایی**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد صفات رویشی انگور عسکری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش تغییر کرد و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). ریزگردها با رسوب بر روی برگ انگور باعث کاهش وزن خشک برگ یا بیوماس و سطح برگ نسبت به تیمار شستشو و شاهد شد و اختلاف آن‌ها در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که در تیمار ریزگرد، وزن خشک و سطح برگ به ترتیب ۶۱/۶٪ و ۳۴/۴٪ نسبت به شاهد کاهش یافت؛ اما با نتایج Younis et al., ۲۰۱۳ که نشان داد ریزگرد موجب افزایش وزن تر و خشک برگ گیاه انجیر می‌شود، متفاوت بود. همچنین ریزگرد باعث افزایش وزن تر و خشک برگ‌های زیتون می‌شود که احتمالاً به دلیل وجود ذرات خاک روی برگ بعد از پاک کردن آن بوده است (Nanos and Ilias, ۲۰۰۷). Seyyednejad and Koochak, ۲۰۱۳ نیز نشان دادند که رسوب ریزگرد روی برگ باعث افزایش وزن خشک برگ درخت کهور می‌شود. Maletsika et al.,

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

۲۰۱۵ نیز نشان دادند ریزگرد باعث افزایش وزن خشک برگ هلو می‌شود؛ اما Saini et al., ۲۰۱۱ نشان دادند ریزگرد جوی باعث کاهش وزن خشک برگ درخت چریش، انجیر و گل کاغذی می‌شود؛ که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

ریزگردها بر رشد شاخه‌ها و ارتفاع بوته انگور تأثیر منفی نداشت و شاخه‌های آن با شاخه‌های بوته شاهد به یک اندازه بود که با نتایج (Chaurasia, ۲۰۱۳) که گزارش کردند رسوب ریزگردها در مناطق هم‌جوار کارخانه‌های سیمان باعث کاهش ارتفاع بوته گندم می‌شود و نتایج (Gordon et al., ۲۰۱۳) که ارتفاع گیاه لوبیا چشم‌بلبلی در اثر وقوع ریزگردهای حاصل از کارخانه سیمان در جنوب شرقی کشور غنا کاهش می‌یابد، متفاوت بود که دلیل آن را می‌توان پر رشد بودن بوته انگور دانست که رشد شاخه‌های آن تحت تنش‌های محیطی به رشد خود ادامه می‌دهد (دولتی بانه، ۱۳۹۵). ارتفاع گیاه نخود تحت تأثیر تنش محیطی ریزگرد نسبت به شاهد کاهش یافت (Sharma and Kumar, ۲۰۱۵)؛ بنابراین نتایج این مطالعه با گزارش‌های دیگر محققین مطابقت نداشت که دلیل آن نیز پر رشد بودن بوته انگور و رشد سریع‌تر آن نسبت به گیاهان علفی و بقولات است. ریزگردهای بیابانی باعث کاهش محتوای آب نسبی برگ نسبت به شستشو شد، اما اختلاف آن با شاهد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۶)؛

در میان اندام‌های گیاهی، برگ‌ها در مقابل استرس‌های محیطی حساس‌تر می‌باشند، اما درعین‌حال از انعطاف‌پذیری بیشتری برای سازگاری با شرایط محیطی نیز برخوردارند. ذرات معلق اطراف برگ با ورود به آن به دلیل آسیب به بافت‌های داخلی برگ (Abdel-Rahman and Ibrahim, ۲۰۱۲) موجب کاهش اندازه برگ در گیاهان می‌شوند (Agbaire and Esiefarienrhe, ۲۰۰۹). به همین دلیل ساختار برگ برای به حداقل رساندن تخریب سلول‌ها و بافت‌ها کاهش می‌یابد (Sarkar et al., ۱۹۸۶). در بیشتر مطالعات انجام‌شده، نشست ریزگرد بر روی برگ گیاه موجب کاهش هدایت روزنه‌ای می‌شود و با کاهش جذب تابش، نرخ فتوسنتز را نیز کاهش می‌دهد که بر رشد و سطح برگ تأثیر منفی می‌گذارد (Tiwari et al., ۲۰۰۶)؛ بر اساس مطالعات صورت گرفته، دلیل اصلی کاهش سطح برگ در ارتباط با کاهش نرخ فتوسنتز در گیاهانی است که در معرض آلودگی هوا قرار دارند (Steubing and Fangmeier, ۱۹۸۷;Wagh et al., ۲۰۰۶; Seyyednejad and Koochak, ۲۰۱۳)؛ نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد ریزگرد بر سطح برگ بوته انگور تأثیر منفی گذاشت و اختلاف آن با شاهد معنی‌دار بود و همسان با نتایج (Younis et al., ۲۰۱۳) بود که نشان دادند ریزگرد بر سطح برگ انجیر اثر منفی دارد و همچنین همسان با نتایج (۲۰۰۴) Dineva که آلودگی هوا منجر به کاهش سطح برگ درخت چنار می‌شود.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات رویشی و بیوشیمیایی انگور عسکری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک	محتوای آب نسبی	سطح برگ	طول شاخه
تکرار	۲	۰/۰۰۴ ns	۳۵/۱۱ ns	۸۲/۴ ns	۷۴۱ ns
تیمار	۲	۱/۱۶ **	۴۲۰/۱۱ **	۱۷۲۲ *	۳۱۷۶ ns
اشتباه آزمایشی	۴	۰/۰۱	۱۷/۲۸	۱۰۵/۵	۶۲۵
ضریب تغییرات (٪)		۳۹/۷۰	۲۱/۱۸	۱۹/۷۲	۱۹/۷۸

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون توکی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

جدول ۶: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر صفات رویشی و بیوشیمیایی انگور عسکری

تیمارها	وزن خشک	محتوای آب نسبی	سطح برگ	طول شاخه
ریزگرد	۰/۶۵ b	۴۰ b	۸۶ b	۱۴۵ a
شستشو	۱/۷۷ a	۶۴ a	۱۲۳ a	۱۹۰ a
شاهد	۱/۶۹ a	۵۴ ab	۱۳۱ a	۲۰۹ a

***میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند.**

بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

- **صفات زایشی**

در بین صفات زایشی، تشکیل میوه، تعداد حبه در خوشه، وزن خوشه، درصد قند محلول در حبه (بریکس) و عملکرد در اندازه‌گیری شد و آنالیز آن با تجزیه واریانس (جدول ۷) و اختلاف تیمارهای آزمایش برای هر صفت با آزمون توکی مقایسه شد.

جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات زایشی انگور عسکری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تشکیل میوه	قند حبه	وزن خوشه	تعداد حبه در خوشه	عملکرد
تکرار	۲	۲ ns	۳/۱۲۴ ns	۴۷/۴ ns	۲/۷۸ ns	۱/۸۹ **
تیمار	۲	۲۳/۴۸ *	۲۳/۸۹ *	۲۸۷۰ **	۱۳۱۸ **	۱۷۵/۶ **
اشتباه آزمایشی	۴	۱/۵۹	۱/۹۱	۴۵/۸	۴/۱۱	۰/۰۹۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۲۶	۱۳/۱	۲۰/۲۵	۲۴/۸	۴۰/۳

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در آزمون توکی

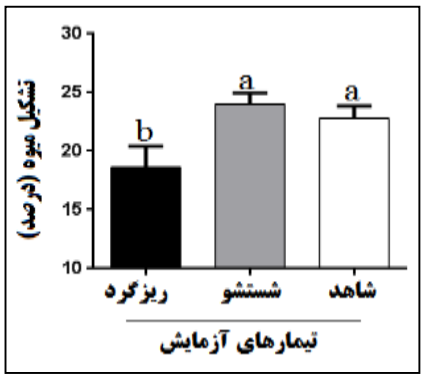
مهم‌ترین مرحله از فنولوژی گیاه، تشکیل میوه است که پس از گرده‌افشانی و تلقیح، گل‌ها به حبه تبدیل شده و پس از گذشت چندین ماه به میوه قابل‌برداشت تبدیل می‌شود. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷) نشان داد ریزگرد بر میزان تشکیل میوه تأثیر گذاشت و منجر به کاهش آن نسبت به بوته‌های شاهد شد و اختلاف آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. در تیمار ریزگرد ۱۸٪ و در بوته‌های شاهد، ۲۳٪ ازگل‌ها به میوه تبدیل شد. بیشترین میزان تشکیل میوه در تیمار شستشو بود که ۲۴٪ گل‌ها به میوه تبدیل شد؛ بنابراین ریزگرد بر تشکیل میوه در انگور تأثیر منفی گذاشت که در صورت وقوع پدیده ریزگرد در زمان گل‌دهی و گرده‌افشانی باید در یک مقطع کوتاه زمانی نیمروز بوته‌ها شسته شود تا اثر ریزگرد بر عمل لقاح و تشکیل میوه از بین برود.

اثر تیمارهای آزمایش بر درصد قند محلول در حبه‌های انگور عسکری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. آنالیز آماری نشان داد اختلاف تیمار ریزگرد با شاهد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود؛ بنابراین ریزگرد باعث کاهش مواد قندی در حبه شد، اما شستن اندام هوایی بوته اثر ریزگرد را از بین برد و میزان قند را از ۱۸/۱ درصد در تیمار ریزگرد به ۲۲/۷ درصد رساند و با شاهد اختلافی نداشت. رسوب ریزگردها بر روی برگ باعث کاهش نور دریافتی توسط کلروفیل‌ها در سلول کلروپلاست می‌شود که این شرایط باعث کاهش انتقال الکترون شده و در مرکز واکنش فتوسیستم II الکترون کمتری دریافت شده و این شرایط سایه در روی برگ درنهایت باعث اخلال در چرخه فتوسنتزی در گیاه

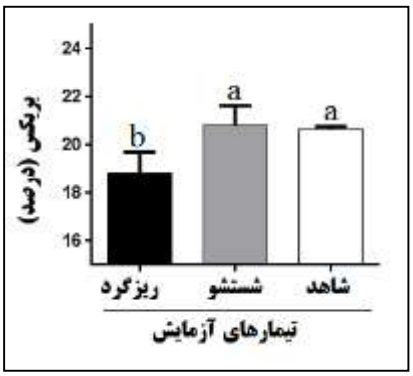
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

می‌شود (Jia et al., ۲۰۱۱; Hirano et al., ۱۹۹۵). کاهش فتوسنتز منجر به کاهش تولید مواد غذایی به‌ویژه کربوهیدرات‌ها شده که این شرایط بر تولید بیوماس و عملکرد گیاه می‌شود (Hatami et al., ۲۰۱۸; Li et al., ۲۰۱۰; XU et al., ۲۰۱۶)؛ بنابراین ریزگردها به‌عنوان تنش غیرزنده محیطی بر عملکرد انگور عسکری اثر منفی گذاشت که دلیل عمده آن کاهش تشکیل میوه و کاهش تولید کربوهیدرات‌ها به‌واسطه اخلال در چرخه فتوسنتز است.



شکل ۱: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر تشکیل میوه در انگور عسکری



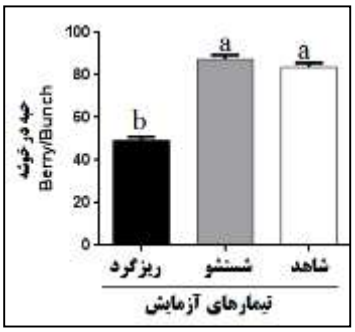
شکل ۲: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر درصد قند محلول در حبه‌های انگور عسکری

در فصل برداشت که خوشه‌ها به‌طور تصادفی از بوته انتخاب و آزمایش شد، نتایج تجزیه واریانس نشان داد تعداد حبه در خوشه تغییر کرد و اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که کمترین تعداد حبه در خوشه‌های تیمار ریزگرد (۴۹ حبه در خوشه) بود که اختلاف آن با تیمار شستشو و شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تعداد حبه در خوشه‌های تیمار شستشو و شاهد به ترتیب ۸۷ و ۸۳ حبه بود و اختلاف آن‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۳)؛ بنابراین ریزگردها با اختلال در گرده‌افشانی و تلقیح منجر به کاهش تشکیل میوه شد که درنهایت باعث کاهش ۴۱ درصدی تعداد حبه نسبت به شاهد شد.

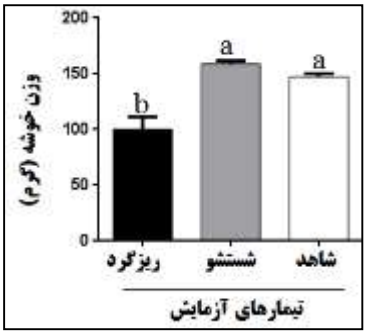
وزن خوشه‌های انگور عسکری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش تغییر کرد و اختلاف آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. کم‌ترین وزن خوشه در تیمار ریزگرد بود (۱۰۰ گرم) که نسبت به شاهد (۱۴۷/۳) و شستشو (۱۵۸/۷) به ترتیب حدود ۳۲/۲٪ و ۳۶/۸٪ کاهش یافت و اختلاف آن‌ها معنی‌دار بود. شستن بوته به همراه خوشه‌های انگور عسکری پس از ریزگرد باعث افزایش وزن خوشه‌ها شد و با شاهد در یک طبقه قرار گرفت (شکل ۴). فعله کری و همکاران، ۱۳۹۶ نیز عنوان کردند ریزگرد باعث کاهش وزن دانه نخود می‌شود. ریزگرد ناشی از کارخانه سیمان بر وزن میوه تربچه و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

گوجه‌فرنگی تأثیر منفی دارد که دلیل عمده آن کاهش ظرفیت آب در خاک و وجود فلزات سمی در ذرات ریزگرد بود که باعث کاهش عملکرد آن‌ها شد (Magray, ۲۰۱۶).



شکل ۳: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر تعداد حبه در خوشه‌های انگور عسکری

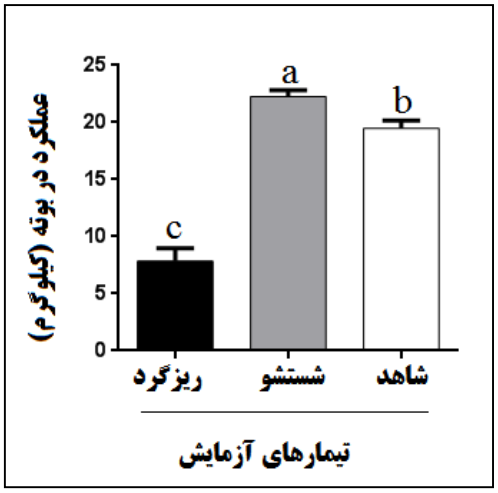


شکل ۴: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر وزن خوشه‌های انگور عسکری

پس از بررسی صفات رویشی و زایشی، درنهایت عملکرد بوته‌ها اندازه‌گیری شد. یکی از مهم‌ترین اهداف این آزمایش، اثر ریزگرد بر عملکرد بوته‌های انگور عسکری بود که درنهایت نتایج نشان داد (شکل ۵) ریزگرد بر عملکرد بوته تأثیر منفی داشت و اختلاف آن با شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و کمترین میزان عملکرد در تیمار ریزگرد (۷/۹ کیلوگرم در بوته) بود، اما عملکرد بوته‌های شاهد حدود ۱۹/۵ کیلوگرم در بوته بود. بهترین عملکرد در تیمار شستشو (۲۲/۲ کیلوگرم) بود که اختلاف آن با شاهد و ریزگرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. می‌توان نتیجه گرفت که تمام صفات بررسی شده دلیلی براثر ریزگرد بیابانی بر کاهش عملکرد بوته‌های انگور عسکری بود. بنابراین کاهش تشکیل میوه و وزن خوشه‌های انگور تحت تنش ریزگرد، درنهایت باعث کاهش سه برابری عملکرد بوته نسبت به شاهد شد. عملکرد پنبه نیز تحت تأثیر ریزگرد جوی نسبت به شاهد ۲۸٪ کاهش یافت (Zia-Khan et al., ۲۰۱۴). در تحقیقاتی که چن (Chen et al., ۲۰۱۵) و آروین و همکاران، ۱۳۹۲ انجام گرفته، مشخص‌شده که وجود ذرات ریزگرد بر سطح برگ گیاهان ذرت و نیشکر، باعث کاهش عملکرد این گیاهان شده است. آن‌ها این کاهش عملکرد را به‌وسیله مانند کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و دمای برگ نسبت داده‌اند. عبدالرحمان و ابراهیم (Abdel-Rahman and Ibrahim, ۲۰۱۲) نیز نشان داد اثرات سمی فلزات موجود در ریزگرد سیمان باعث شد عملکرد انجیر حدود ۵۰ درصد کاهش یابد. چاهان و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

جوشی (Chauhan an Joshi, ۲۰۱۰) تأثیر منفی ریزگرد بر عملکرد گندم و خردل را نشان دادند. ریزگرد باعث کاهش عملکرد برنج (Sharma and Kumar, ۲۰۱۶) و نخود (Sharma and Kumar, ۲۰۱۵) نیز می‌شود.



شکل ۵: نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر عملکرد بوته‌های انگور عسکری

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد ریزگرد جوی بر صفات رویشی و زایشی انگور عسکری خسارت زده و باعث کاهش سه برابری عملکرد آن نسبت به شاهد شد. به‌طورکلی، ریزگرد به دو صورت بر انگور آسیب می‌زند: ۱) رسوب ریزگردها بر روی برگ باعث کاهش نور دریافتی توسط کلروفیل‌ها در سلول کلروپلاست شده و چرخه انتقال الکترون در مرکز واکنش فتوسیستم را مختل کرده و فتوسنتز را کاهش می‌دهد. با کاهش فتوسنتز، کربوهیدرات کمتری در برگ تولید شد و این شرایط بر وزن خشک و اندازه برگ تأثیر منفی گذاشت. ۲) رسوب ریزگرد بر روی سطح چسبناک و مرطوب کلاله، از جوانه‌زنی گرده روی کلاله جلوگیری کرده و باعث کاهش تلقیح در گل‌های بازشده انگور عسکری شد و این شرایط درنهایت بر تشکیل حبه و عملکرد آسیب زد. شستشوی بوته پس از اعمال ریزگرد باعث حذف ذرات از روی برگ و گل‌های انگور شده و جلوی خسارت‌های ناشی از ریزگرد بر رشد رویشی و تشکیل میوه را گرفت؛ به‌طوری‌که نتایج حاصل از شستن اندام هوایی تاک با شاهد تقریباً به یک اندازه بود؛ بنابراین ریزگرد بر صفات رویشی و زایشی انگور عسکری آسیب می‌رساند که شستن بوته راهکاری برای حذف اثرات ریزگرد است که در سطح تاکستان قابل‌اجرا است. نتایج پژوهش حاضر بیانگر این است که نشست ریزگرد بر روی گل‌های بازشده انگور عسکری، مرحله تبدیل گل به میوه را دچار اختلال کرد که با نتایج (تراهی و ارزانی، ۱۳۹۶؛ Anderson and Barrett, ۱۹۸۶؛ Rao, ۱۹۷۱؛ Farmer, ۱۹۹۳؛ Anderson, ۱۹۱۴) مطابقت داشت؛ اما ریزگرد با نشست بر روی گل‌های میوه لیچی (سرخالو میوه تابستانی در شبه‌قاره هند) تأثیری بر گرده‌افشانی آن‌ها ندارد (Mandal et al., ۲۰۱۶) و با نتایج این پژوهش مطابقت نداشت. منابع مختلف نشان می‌دهند که گل‌های بوته انگور خودگرده‌افشان است، بدین معنی که برای عمل لقاح و تشکیل میوه، نیازی به گردهٔ دیگر بوته‌ها ندارد. در انگور، دانه گرده با نشست بر روی سطح چسبناک و مرطوب کلاله، جوانه زده و با رسیدن به تخمک، باعث تشکیل میوه می‌شود (عبادی و حدادی نژاد، ۱۳۹۳). هم‌چنین در زمان عمل لقاح و تشکیل میوه شرایط محیطی نقش بسزایی دارند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

ریزگردها با رسوب بر روی کلاله سبب اختلال در استقرار و جوانه‌زنی گرده شده و دچار اختلال در تلقیح و تشکیل حبه می‌شود. همان‌طور که Anderson, ۱۹۱۴ نشان داد غبار پاشی سطح کلاله گیلاس، تولید میوه را کاملاً متوقف می‌کند و محلول حاصل از غبار از جوانه‌زنی گرده جلوگیری می‌نماید؛ همچنین غبار زغال باعث جلوگیری از جوانه‌زنی دانه گرده بر سطح کلاله درختان انبه و لیموترش گشته و درنتیجه باعث کاهش میوه نشینی می‌شود (Rao, ۱۹۷۱)؛ حتی ریزگرد جوی باعث کاهش شش برابری گرده‌افشانی در درختان نیز می‌شود (Waser et al., ۲۰۱۷). در میوه‌های خرما به دلیل عدم پوشش گل توسط گلبرگ‌ها، رسوب غبار بر سطح کلاله و درنتیجه بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده تأثیر می‌گذارد (تراهی و ارزانی، ۱۳۹۶). اخلال در جوانه‌زنی گرده با جذب رطوبت سطح کلاله توسط ریزگرد و کاهش چسبندگی آن، تشدید شد؛ بنابراین تشکیل لایه‌ای از غبار بر روی گل و کلاله، اغلب گرده انگور را از دسترسی به سطح کلاله بازداشت. این فرآیند، عمل تشکیل میوه انگور را با مشکل مواجه کرده و باعث کاهش تشکیل حبه در خوشه‌های انگور عسکری شد.

منابع

آروین، عباسعلی؛ صدیقه چراغی و شهرام چراغی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر گردوغبار بر روند کمی و کیفی رشد نیشکر واریته CP۵۷-۶۱۴. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۴۵**: ۹۵-۱۰۶.

آمارنامه کشاورزی- باغی. ۱۳۹۶. تهران: وزارت جهاد کشاورزی.

پوردیهیمی، شهرامو محسن بینا. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر جهت ساختمان بر کاهش آلودگی ناشی از ریزگردها در مجموعه های ساختمانی (مورد مطالعاتی: بناهای شهر دزفول). *مطالعات معماری ایران*، **۶**: ۴۱-۶۳.

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(۲)**: ۶۳-۷۴.

حکمتی، عنایت الله و جمشید تفضلی. ۱۳۹۱. *باغبانی علمی و عملی انگور*. تهران: علم کشاورزی ایران.

خالدی، کوهسار. ۱۳۹۲. زیان‌های اقتصادی طوفان گردوغبار بر استان‌های غربی ایران (مطالعه موردی: ایلام، خوزستان و کرمانشاه). *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، **۷(۳)**: ۱۰۵-۱۲۵.

دولتی بانه، حامد. ۱۳۹۵. *انگور (مدیریت جامع کشت، پرورش، تولید و فرآوری)*. سنندج: انتشارات دانشگاه کردستان.

سرابیان، لیلا و علی نیک پور. ۱۳۸۹. چالش‌ها و برآورد خسارات ناشی از پدیده گردوغبار در بخش کشاورزی. *دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار*. دانشگاه یزد، ایران.

عبادی، علی و مهدی حدادی نژاد. ۱۳۹۳. *فیزیولوژی، اصلاح و تولید انگور*. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

علوی، مهران و ناصر کریمی. ۱۳۹۴. اثر گردوغبار شبیه‌سازی‌شده بر روی فلورسانس کلروفیل a، محتوای کلروفیل، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی در آویشن. *نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۴(۱۳): ۱۷-۲۳.

کاووسی، بیژن؛ سعید عشقی و عنایت‌اله تفضلی بندری. ۱۳۸۸. تأثیر تنک خوشه و سطوح مختلف سربرداری شاخه‌های بارور بر عملکرد متعادل و بهبود کیفیت میوه انگور عسکری. *علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)*، **۴۸**: ۲۵-۱۵.

نجاتیان، محمدعلی. ۱۳۹۲. *راهنمای جامع تولید و فرآوری انگور*. تهران: انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.

Abdel-Rahman, A.M.; and M.M. Ibrahim. 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)**: ۱-۱۱

Abu-Romman, S.; and J. Alzubi. ۲۰۱۵. Effects of cement dust on the physiological activities of Arabidopsis thaliana. *American Journal of Agricultural and Biological Science*. **۱۰(۴)**: ۱۵۷-۱۶۴.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

Agbaire, P.; and E. Esiefarienrhe. ۲۰۰۹. Air Pollution tolerance indices (apti) of some plants around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. **۱۳(۱)**: ۱۱-۱۴.

Anderson, P.J. ۱۹۱۴. The effect of dust from cement mills on the setting of fruit. *The Plant World*. **۱۷(۳)**: ۵۷-۶۸.

Anderson, J.; and S. Barrett. ۱۹۸۶. Pollen tube growth in tristylous Pontederia cordata (Pontederiaceae). *Canadian Journal of Botany*. **۶۴(۱۱)**: ۲۶۰۲-۲۶۰۷.

Arnon, D.I. ۱۹۷۵. Physiological principles of dry land crop production. In: Gupta .U.S. (Eds.), *Physiological Aspects of Dry Land Farming*. Oxford, pp: ۳-۱۴.

Bao, L.; Qu, L.; Ma, K.; and Lin, K. ۲۰۱۶. Effects of road dust on the growth characteristics of Sophora japonica L. seedlings. *Journal of Environmental Sciences*. **۴۶**: ۱۴۷-۱۵۵

Cao, H.; J. Liu, G. Wang, G. Yang, and L. Luo. ۲۰۱۵. Identification of sand and dust storm source areas in Iran. *Journal of Arid Land*. **۷(۵)**: ۵۶۷-۵۷۸.

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. J.* **۳(۲):** ۵۲-۶۰.

Chaurasia, S. ۲۰۱۳. Effect of cement industry pollution on chlorophyll content of some crops at Kodinar, Gujarat, *India. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. **۳(۴)**: ۲۸۸-۲۹۵.

Chen, X.; Zhou, ZH.; Teng, M.; Wang, P.; and Zhou, L. ۲۰۱۵. Accumulation of three different sizes of particulate matter on plant leaf surfaces: effect on leaf traits. *Archives of Biological Sciences*. **۶۷(۴)**: ۱۲۵۷-۱۲۶۷.

Danyali, N.; Salimi, A.; Ezzati, R.; and Nasiri, A. ۲۰۱۴. Study of dust solutions effects of on chlorophyll and Mg content and ascorbate proxidase activity in Triticum turgidum L. var. durum. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. **۷(۸)**: ۵۰۸.

Dimitriou, K.; and P. Kassomenos. ۲۰۱۸. Day by day evolution of a vigorous two wave Saharan dust storm - Thermal and air quality impacts. *Atmósfera*. **۳۱(۲)**: ۱۰۵-۱۲۴.

Dineva, S.B. ۲۰۰۴. Comparative studies of the leaf morphology and structure of white ash Fraxinus Americana L. and London plane tree Platanus acerifolia Willd growing in polluted area. *Dendrobiology*. **۵۲**: ۳-۸.

Drack, J.M.E.; and D.P. Vázquez. ۲۰۱۸. Morphological response of a cactus to cement dust pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **۱۴۸**: ۵۷۱-۵۷۷.

Farmer, A.M. ۱۹۹۳. The effects of dust on vegetation—a review. *Environmental Pollution*. **۷۹(۱)**: ۶۳-۷۵.

Geng, H.; Meng, Z.; and Zhang, Q. ۲۰۰۶. In vitro responses of rat alveolar macrophages to particle suspensions and water-soluble components of dust storm PM۲,۵.

Giri, S.; Shrivastava, D.; Deshmukh, K.; and Dubey, P. ۲۰۱۳. Effect of air pollution on chlorophyll content of leaves. *Current Agriculture Research Journal*. **۱(۲)**: ۹۳-۹۸.

Gordon, C.; Darco, E.; and Nyarko, B.J.B. ۲۰۱۳. Contamination of soils and loss of productivity of Cowpea (Vigna unguiculata L.) caused by cement dust pollution.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

Hatami, Z.; P. Rezvani moghaddam, A.R. Rashki, M. Nasiri mahallati, B. Habibi khaniani. ۲۰۱۸. Effects of desert dust on yield and yield components of cowpea (Vigna unguiculata L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*. **۶۴(۱۰)**: ۱۴۴۶-۱۴۵۸.

Hickey, B.; and A. Goudie. ۲۰۰۷. The use of TOMS and MODIS to identify dust storm source areas: the Tokar delta (Sudan) and the Seistan basin (south west Asia). Geomorphological variations: ۳۷-۵۷.

Hirano, T.; M. Kyota and I. Aiga. ۱۹۹۵. Physical effects of dust on leaf physiology of cucumber and kidney bean plants. *Environmental Pollution*. **۸۹(۳)**: ۲۵۵-۲۶۱.

Jia, S.F.; Dong, S. T.; and Zhang, J. W. ۲۰۱۱. Effects of shading at different stages after anthesis on maize grain weight and quality at cytology level. *Agricultural Sciences in China*. **۱۰(۱)**: ۵۸-۶۹.

Katiyar, V.; and P. Dubey. ۲۰۰۰. Growth behaviour of two cultivars of maize in response to SO~ ۲ and NO~ ۲. *Journal of Environmental Biology*. **۲۱(۴)**: ۳۱۷-۳۲۴

Khan, R.K.; and Strand, M.A. ۲۰۱۸. Road dust and its effect on human health: a literature review. *Epidemiology and health*. **۴۰**.

Labban, A. ۲۰۱۵. Dust storms over Saudi Arabia: temporal and spatial characteristics, climatology and synoptic case studies.

Leghari, S.K.; M.A. Zaidi, M.F. Siddiqui, A.M. Sarangzai, and G.R. Shawani. ۲۰۱۸. Stone crushing dust affects the yield and quality of apricot fruit. *Pakistan Journal Of Agricultural Sciences*. **۵۵(۲)**, ۴۴۱-۴۴۷. doi:۱۰,۲۱۱۶۲/PAKJAS/۱۸,۴۱۳۸.

Li, H. ۲۰۱۰. Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*. **۳۳(۴)**: ۲۶۷-۲۷۵.

Magray, R.A. ۲۰۱۶. Studies on the Impact of Cement Dust Pollution on Selected Vegetable Crops.

Maletsika, P.A.; G.D, Nanos, and G.G. Stavroulakis. ۲۰۱۵. Peach leaf responses to soil and cement dust pollution. *Environmental Science and Pollution Research*. **۲۲(۲۰)**: ۱۵۹۵۲-۱۵۹۶۰.

Mandal, B.K.; A.G. Galib, N. Sultana, and A. Das. ۲۰۱۶. Relationship of urban dust precipitation on pollination and fruit falling of Mangifera indica and Litchi chinensis in Dhaka District, Bangladesh. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. **۴(۴)**: ۱۱۸۵-۱۱۹۱.

Mashat, A.; and A. Awad. ۲۰۱۰. The classification of the dusty areas over the Middle-East. *Bull Fac Sci Cairo Univ*. **۷۸(A)**: ۱-۱۹.

Modarres, R.; and S. Sadeghi. ۲۰۱۸. Spatial and temporal trends of dust storms across desert regions of Iran. *Natural Hazards*. **۹۰(۱)**: ۱۰۱-۱۱۴.

Nanos, G.D.; and I.F. Ilias. ۲۰۰۷. Effects of inert dust on olive (Olea europaea L.) leaf physiological parameters. *Environmental Science and Pollution Research-International*. **۱۴(۳)**: ۲۱۲-۲۱۴.

Pallas, J.E. ۱۹۸۰. An apparent anomaly in peanut leaf conductance. *Plant Physiol.* ۶۵, ۸۴۸–۸۵۱.

Pavlík, M.; D. Pavlíková, V. Zemanová, F. Hnilička, V. Urbanová, and J. Száková. ۲۰۱۲ Trace elements present in airborne particulate matterstressors of plant metabolism. *Ecotoxicol Environ Saf*. **۷۹**:۱۰۱–۱۰۷.

Prajapati, S.K.; and B. Tripathi. ۲۰۰۸. Seasonal variation of leaf dust accumulation and pigment content in plant species exposed to urban particulates pollution. *Journal of environmental quality*. **۳۷(۳)**: ۸۶۵-۸۷۰.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

Raina, A. K.; Rathore, V.; and Sharma, A. ۲۰۰۸. Effect of stone crusher dust on leaves of Melia azedarach Linn and Dalbergia sissoo Roxb in Jammu (JandK). *Nature Environment and Pollution Technology*. ۷(۲): ۲۷۹.

Rao, D. ۱۹۷۱. Study of the air pollution problem due to coal unloading in Varanasi, India. *International Clean Air Congress. Proceedings*.

Saini, Y.; Bhardwaj, N.; and Gautam, R. ۲۰۱۱. Effect of marble dust on plants around Vishwakarma Industrial Area (VKIA) in Jaipur, India. *Journal of Environmental Biology*. **۳۲(۲)**: ۲۰۹-۲۱۲.

Sarkar, R.K.; Banerjee, A.; and S. Mukherji. ۱۹۸۶. Acceleration of peroxidase and catalase activities in leaves of wild dicotyledonous plants, as an indication of automobile exhaust pollution. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*. **۴۲(۴)**: ۲۸۹-۲۹۵.

Seyyednejad, S.M.; and H. Koochak. ۲۰۱۳. Some morphological and biochemical responses due to industrial air pollution in Prosopis juliflora (Swartz) DC plant. *African Journal of Agricultural Research*. **۸(۱۸)**: ۱۹۶۸-۱۹۷۴.

Sharma, S.B.; and B. Kumar. ۲۰۱۵. 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*. **۴**: ۹۷۱-۹۷۹.

Sharma, S.B.; and B. Kumar. ۲۰۱۶. Effects of stone crusher dust pollution on growth performance and yield status of rice (Oryza sativa. L). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. **۵(۵)**: ۷۹۶-۸۰۶.

Sharma, A.P.; and B. Tripathi. ۲۰۰۹. Biochemical responses in tree foliage exposed to coal-fired power plant emission in seasonally dry tropical environment. *Environmental monitoring and assessment*. **۱۵۸(۱-۴)**: ۱۹۷-۲۱۲.

Singh, S.; and D. Rao. ۱۹۸۱. Certain responses of wheat plants to cement dust pollution. Environmental Pollution Series A, *Ecological and Biological*. **۲۴(۱)**: ۷۵-۸۱.

Steubing, L.; and A. Fangmeier. ۱۹۸۷. SO۲-sensitivity of plant communities in a beech forest. *Environmental Pollution*. **۴۴(۴)**: ۲۹۷-۳۰۶.

Tiwari, S.; Agrawal, M.; and Marshall, F.M. ۲۰۰۶. Evaluation of ambient air pollution impact on carrot plants at a sub urban site using open top chambers. *Environmental monitoring and assessment*. **۱۱۹(۱-۳)**: ۱۵-۳۰.

Wagh, N.D.; P.V. Shukla, S.B. Tambe, and S.T. Ingle. ۲۰۰۶. Biological monitoring of roadside plants exposed to vehicular pollution in Jalgaon city. *Journal of Environmental Biology*. **۳۷(۲)**: ۴۱۹-۴۲۱.

Waser, N.M.; M.V. Price, G. Casco, M. Diaz, A.L. Morales, and J. Solverson. ۲۰۱۷. Effects of Road Dust on the Pollination and Reproduction of Wildflowers. *International Journal of Plant Sciences*. **۱۷۸(۲)**: ۸۵-۹۳.

Wijayratne, U. C.; Scoles-Sciulla, S.J.; and Defalco, L.A. ۲۰۰۹. Dust deposition effects on growth and physiology of the endangered Astragalus jaegerianus (Fabaceae). *Madroño*. **۵۶(۲)**: ۸۱-۸۸.

Woodman, A.G. ۱۹۳۸. The Chemical analysis of foods and food products. *Journal of the American Chemical Society*. **۶۰(۹)**, ۲۲۸۱-۲۲۸۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

Xu, C.L.; H.B. Tao, P. Wang, and ZH.L. Wang. ۲۰۱۶. Slight shading after anthesis increases photosynthetic productivity and grain yield of winter wheat (Triticum aestivum L.) due to the delaying of leaf senescence. *Journal of Integrative Agriculture*. **۱۵(۱)**: ۶۳-۷۵.

Younis, U.; T.Z. Bokhari, M.H. Rezashah, S. Mahmood, and S.A. Malik. ۲۰۱۳. Dust interception capacity and alteration of various biometric and biochemical attributes in cultivated population of Ficus carica L. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. **۶(۴)**: ۳۵-۴۲.

Zia-Khan, S.; W. Spreer, Y. Pengnian, X. Zhao, H. Othmanli, X. He, and J. Muller. ۲۰۱۴. Effect of dust deposition on stomatal conductance and leaf temperature of cotton in northwest China. *Water*. **۷(۱)**: ۱۱۶-۱۳۱.

Zoljoodi, M.; Didevarasl, A.; and Ranjbar Saadatabadi, A, M. ۲۰۱۳. Dust events in the western parts of Iran and the relationship with drought expansion over the dust-source areas in Iraq and Syria. *Atmospheric and Climate Sciences*. **۳(۰۳)**: ۳۲۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.10]