نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هشتم، شماره سوم، ۱۴۰۰
۲۰۵-۲۲۰
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/JOPP.2021.18782.2768

مقاله کامل علمی- پژوهشی

مطالعه اثرات ریزگردها بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خیار، گوجه‌فرنگی و لوبیا

فیروزه شریفی کالیانی[۱]، سیروان بابائی*[۲] و یاسین ظفر سهراب‌پور[۳]

[۱]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران،
[۲]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران،
[۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر پدیده ریزگردها و گرد و غبار ناشی از گرم شدن هوا و کم آب شدن یا خشک شدن منابع آبی، تولید محصولات کشاورزی و هم‌چنین محیط زیست سالم را با چالشی جدی روبرو نموده است. ریزگردها یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی و بلایای طبیعی محسوب می‌شود که جزء تغییرات اقلیمی نیز به‌شمار می‌رود و در سال‌های اخیر از سیر طبیعی خود خارج گشته و در مناطق غرب و جنوب غرب ایران در تعداد روزهای بیش‌تری به وقوع می‌پیوندد. از آثار مخرب ریزگردها می‌توان به کاهش نور رسیده به گیاه، کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، کاهش حاصلخیزی خاک، اخلال در سیستم‌های مکانیکی و ارتباطات و بروز مشکلات تنفسی اشاره کرد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات ریزگردها بر خصوصیات فیزیولوژیکی و ریخت شناسی گیاهان زراعی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ مزرعه در تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان واقع در دهگلان انجام شده است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل عامل ریزگردها در ۲ سطح (با اعمال ریزگردها و بدون اعمال ریزگردها) و عامل گیاه زراعی در ۳ سطح (خیار، گوجه‌فرنگی و لوبیا) بودند. پس از هر بار عبور سامانه گردوغبار از استان ریزگردها با استفاده از روش‌های گزارش شده جمع‌آوری شدند. پاشش ریزگردها بر سطح گیاهان زراعی (لوبیا، گوجه‌فرنگی و خیار) در اواسط دوره رشد و اوایل مرحله گلدهی صورت گرفت. سپس ۱۰ روز پس از اعمال ریزگردها، صفات فیزیولوژیکی مانند محتوی کلروفیل برگ، غلظت پروتئین محلول در برگ، میزان پرولین برگ و کربوهیدرات‌های محلول در برگ و هم‌چنین صفات مورفولوژیکی شامل وزن برگ، وزن ساقه و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تأثیر ریزگردها بر محتوی کلروفیل کل و کلروفیل a، پرولین، پروتئین و قند محلول در آب معنی‌دار بود، این در حالی بود که ریزگردها اثر معنی‌داری بر محتوی کلروفیل b و قند محلول در الکل نداشتند. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده نشان داد که ریزگردها بر وزن برگ، وزن ساقه و ارتفاع خیار، گوجه‌فرنگی و لوبیا دارای تأثیر معنی‌دار بوده است. هم‌چنین گیاهان مختلف از نظر وزن برگ و ارتفاع تفاوت معنی‌داری داشتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده

* مسئول مکاتبه: s.babaei@uok.ac.ir

به‌طورکلی گیاه گوجه‌فرنگی بیش‌تر از لوبیا و خیار تحت‌تأثیر ریزگردها و کاهش صفات مورد مطالعه قرار گرفت که بـه احتمـال زیاد به‌دلیل داشتن کرک‌های بیش‌تر در سطح برگ می‌باشد، هر چند در برخی صفات این نتیجه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در واقع ریزگردها از طریق کاهش محتوی کلروفیل، محتوی پروتئین محلول و قندهای محلول در برگ و افـزایش محتـوی پـرولین منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ و ساقه در خیار، گوجه‌فرنگی و لوبیا و هم‌چنین کاهش معنی‌دار ارتفاع در خیار و لوبیا شده است که این خسارت‌ها ممکن است به‌دلیل کاهش فتوسنتز در گیاهان زراعی باشد. تجزیـه خوشـه‌ای صـفات و تیمارهـای مختلف نیز نشان داد که صفات فیزیولوژیکی کربوهیدرات‌های محلول در آب و الکل همبستگی بیش‌تری با یکدیگر داشـته و بـا صفت ارتفاع گیاه در یک خوشه قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: کاهش عملکرد محصولات در سال‌های اخیر که توسط کشاورزان گاهاً گزارش می‌شود، ممکن است به‌دلیـل وجـود ریزگردها و هم‌چنین ممانعت این پدیده از جذب ریزمغذی‌ها از طریق محلول‌پاشی باشد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در زمانی کـه سامانه‌های گردوغبار از منطقه عبور می‌نمایند، در صورت امکان از آبیاری بارانی جهت جلوگیری از خسارت ریزگردهـا اسـتفاده شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، غرب ایران، قند، کلروفیل، لوبیا

مقدمه

ریزگردها به ذرات بسیار کوچک، سـبک، سـیلتی، رسـی و یـا ماسـه‌ای کـه در اثـر فرسـایش بـادی و بیابان‌زائی، توسط باد تا مسـافت‌هـای طـولانی منتقـل می‌شوند، گفته می‌گردد (۲۵). وجود ذرات گردوغبـار در هوا بیانگر یک مجموعه‌ی مواد آلـی و غیرآلـی در اندازه‌های مختلف می‌باشد و اغلب، ذرات دارای قطـر کم‌تر از ۲/۵ میکرون بیش‌ترین فعالیـت و تـأثیر را بـر محیط زیست دارند (۳۶). در اکثـر مـوارد، ریزگردهـا پیامـد وزش بادهـای مـتلاطم و شـدیدی هسـتند کـه مقادیر زیادی گرد و خاک را از سـطح بیابـان‌هـا بلنـد کرده و باعث کـاهش میـدان دیـد بـه کـم‌تـر از یـک کیلـومتر مـی‌شـوند (۱۸، ۳۲). ریزگردهـا یکـی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی و بلایای طبیعـی محسـوب می‌شود که جزء تغییرات اقلیمی نیز به‌شمار مـی‌رود و در سال‌های اخیر از سیر طبیعـی خـود خـارج گشـته و در منـاطق غـرب و جنـوب‌غـرب ایـران در تعـداد روزهای بیش‌تری بـه وقـوع مـی‌پیوندنـد (۴۲). منبـع اصلی تشکیل ریزگردهای غرب و جنوب غربی ایران، منطقه بین‌النهرین است (۳۰، ۳۱). کارشناسـان محـیط زیست و هواشناسی گزارش کرده‌انـد کـه بـا گـرم‌تـر شدن هوا، ریزگردها از شبه جزیره عربسـتان و عـراق به‌سمت ایران منتقل می‌شوند (۲۹). بـا رونـد افـزایش دمای کره زمین علاوه بر مناطق جنوبی ایـران، منـاطق غربی نیز تحت‌تأثیر قـرار خواهنـد گرفـت و موجـب اخـلال در فعالیـت‌هـای حمـل و نقـل، کشـاورزی و انسانی می‌شوند (۴۲). در غرب کشور، استان کردستان به‌عنوان یکی از استان‌هـای مـرزی بـه‌دلیـل موقعیـت جغرافیایی و نزدیکی به بیابان‌های کشورهای مجاور از جمله عربستان، عراق و سوریه در معرض طوفان‌هـای گرد و خاک قرار دارد این در حالی اسـت کـه اغلـب سـامانه‌هـای جـوی نیـز از شـمال غـرب، غـرب و جنوب‌غربی وارد کشور می‌شوند (۱۶). ذرات ریزگرد با قطر کم‌تر از ۵ میکرومتر بیش‌ترین اثر را در مسدود کردن روزنه‌ها و کاهش فعالیت‌هـای فتوسـنتزی گیـاه دارند (۴۳). از آثـار مخـرب ریزگردهـا مـی‌تـوان بـه کاهش نور رسیده به گیاه، کاهش عملکرد محصـولات کشـاورزی، کـاهش حاصـلخیزی خـاک، اخـلال در

سامانه‌های مکانیکی و ارتباطات و بروز مشکلات تنفسی اشاره کرد (۳). نتایج مطالعه آمبراست (۱۹۸٦) با هدف بررسی اثر ریزگردها بر فعالیت‌های تنفسی و فتوسنتزی گیاه کتان نشان داد که ریزگردها از طریق افزایش سرعت فتوسنتز و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی منجر به کاهش وزن خشک گیاه شده‌اند، در واقع ریزگردها به‌دلیل ایجاد سایه و کاهش شدت نور باعث می‌شوند که تنفس بر فتوسنتز پیشی بگیرد (٤). ریزگردها با بستن روزنه‌ها، منجر به توقف عبور و مرور گازها شده و بدین‌صورت غلظت CO_2 اتاقک زیر روزنه‌ای کاهش پیدا می‌کند (۸، ۱۵، ۲۷، ۲۸، ۳۷). کاهش ۲۸ درصدی عملکرد در پنبه در اثر رسوب ریزگردها گزارش شده است که در این پژوهش حداکثر عملکرد حدود هشت تن در هکتار و در شرایطی به‌دست آمد که برگ‌ها با آب شسته شدند (٤۷)، هم‌چنین فعله‌گری و همکاران (۲۰۱۷) در آزمایشی بیان کردند که اسپری کردن ریزگردها در مرحله رویشی از طریق کاهش غلاف‌دهی و پر شدن غلاف‌ها باعث کاهش عملکرد دانه نخود شده‌اند (۱۷). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده است که ریزگردها می‌توانند از طریق تأثیر بر سطح برگ به‌عنوان مهم‌ترین بخش انجام فعالیت‌های حیاتی گیاه مانند فتوسنتز، تنفس و تعرق و هم‌چنین کاهش هدایت روزنه‌ای در اثر مسدود شدن روزنه‌ها، بر رشد گیاهان اثرگذار باشد (۱۹)، از طرفی نتایج مطالعات انجام شده بیانگر آن بوده است که ارتباط منفی معنی‌داری بین ریزگردها و میزان فتوسنتز خالص، بیوماس تجمعی و عملکرد محصولات زراعی وجود دارد (۲، ١٤). چن (۲۰۰۱) گزارش کرد که میزان تنفس در گیاه با پوشیده شدن سطح برگ توسط ذرات گرد و غبار افزایش می‌یابد که این امر منجر به مصرف بیش‌تر انرژی در گیاه می‌گردد (١٤). شهبازی و همکاران (۲۰۱٦) در آزمایشی با عنوان اثر ریزگردها بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در کرمانشاه، نشان دادند که ریزگردها منجر به کاهش کلروفیل، محتوی پروتئین‌های محلول، هدایت روزنه‌ای، دمای برگ پرچم و در نهایت کاهش عملکرد گندم شده‌اند (٤۱). نتایج آزمایش‌های چن (۲۰۰۱) و آروین (۲۰۱۳) نیز نشان داد که اعمال ریزگردها بر سطح برگ گیاهان ذرت و نیشکر از طریق کاهش محتوی کلروفیل، کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و دمای برگ عملکرد را کاهش می‌دهند (٦، ١٤). هم‌چنین نتایج مطالعه چاوراسیا (۲۰۱۳) نشان داد که رسوب ریزگردها از طریق کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و رشد گیاه منجر به کاهش ارتفاع در بوته‌های گندم شده‌اند (۱۳). هم‌چنین در مطالعه گوردون و همکاران (۲۰۱۳) نیز ارتفاع گیاه لوبیا چشم‌بلبلی در اثر وقوع ریزگردها کاهش یافت (۲۳). پژوهش‌های دیگری نیز بیانگر تأثیر مخرب ریزگردها بر کارائی و اثرگذاری مناسب علف‌کش‌ها در مزارع گندم غرب کشور به‌دلیل عدم جذب علف‌کش توسط علف‌های هرز می‌باشند (۳۳). بنابراین این مطالعه با هدف بررسی تأثیر ریزگردها بر عملکرد و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چند گیاه زراعی مهم که سطح زیر کشت قابل‌توجهی در غرب کشور، به‌خصوص استان‌های کرمانشاه و کردستان دارند، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عامل اول شامل دو سطح (بدون ریزگردها و وجود ریزگردها) و عامل دوم شامل ۳ سطح (لوبیا، گوجه‌فرنگی و خیار) بود. گلدان‌های مورد استفاده دارای ارتفاع ۱۳/۵ سانتی‌متر و قطر دهانه ۱۸ سانتی‌متر بودند که در تاریخ ۱۳۹۸/۳/۱ در هر گلدان ۱۰ بذر کاشته شد که در نهایت ۲ بوته در

هر گلدان حفظ شد. لازم به ذکر است که به‌منظور اعمال دقیق‌تر ریزگردها بر سطح گیاهان و کنترل یکنواختی پاشش ریزگردها، کشت در گلدان انجام شد و آبیاری گلدان‌ها با توجه به نیاز آبی گیاهان مورد بررسی صورت گرفت، هم‌چنین برای شبیه‌سازی شرایط مزرعه، گلدان‌ها تا پایان آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان قرار گرفتند. مزرعه با مختصات جغرافیایی ۳۵/۱۸ درجه شمالی و ۴۷/۱۸ درجه شرقی در ۳۵ کیلومتری شرق شهرستان سنندج واقع است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۶۶ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه این منطقه ۳۵۰ میلی‌متر می‌باشد و بر اساس روش آمبرژه آب‌وهوای منطقه، مدیترانه‌ای و از نوع نیمه‌خشک است. به‌منظور جمع‌آوری ریزگردها براساس روش نقیب‌السادات و همکاران (۲۰۲۰)، پس از هر بار عبور سامانه گردوغبار در استان، ریزگردهای موجود در سطوح صاف مانند پنجره منازل، خودروهای پارک شده و سایر سطوح با استفاده از یک قطعه اسفنج مرطوب جمع‌آوری شدند و در نهایت همه ریزگردها جمع‌آوری شده با هم مخلوط شدند و نمونه یکنواختی به‌دست آمد (۳۳).

پاشش ریزگردها بر سطح گیاهان زراعی در اواسط دوره رشد و اوایل مرحله گلدهی که تقریباً مصادف با عبور سامانه‌های ریزگرد بود، با استفاده از دستگاه پمپ باد با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت صورت گرفت. در ابتدا دستگاه با استفاده از آرد گندم کالیبره شد. زیرا اندازه ذرات آرد هم اندازه با ذرات ریزگردها می‌باشد و بعد از کالیبره کردن دستگاه، تمامی بوته‌ها با استفاده از آبیاری با آبپاش شسته شدند و زمانی که سطح برگ علف‌های هرز و گیاهان زراعی مقداری رطوبت داشتند، ریزگردها با قطر کوچک‌تر از ۳ میکرون و به میزان ۱ گرم در هر مترمربع اعمال شدند. برای جلوگیری از نفوذ ریزگردها به گلدان‌های مجاور از یک استوانه نایلونی استفاده شد. برای اطمینان از اعمال یکنواخت و صحیح ریزگردها، بعد از گذشت زمان ۵ ساعت بوته‌های مربوط به یک گلدان کف بر شدند و در ظرف شیشه‌ای حاوی آب مقطر شستشو داده شدند و سپس شیشه‌های حاوی محلول دارای ریزگردها به آزمایشگاه منتقل و در آون با دمای ۴۰ درجه قرار گرفتند و بعد از تبخیر کامل آب داخل شیشه‌ها، ریزگردهای باقی مانده وزن شدند (۳۳). جهت اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک ۱۰ روز پس از اعمال ریزگردها نمونه برگ گرفته شد و در ازت مایع منجمد گردید و بعد از انتقال به آزمایشگاه تا زمان شروع آزمایش‌ها در فریزر ۴۰- نگه‌داری شدند. محتوی کلروفیل برگ با استفاده از روش آرنون (۱۹۸۶)، غلظت پروتئین محلول در برگ با استفاده از روش برادفورد (۱۹۷۶)، میزان پرولین برگ با استفاده از روش باتس و همکاران (۱۹۷۳) و کربوهیدرات‌های محلول در برگ نیز از طریق روش یمن و ویلیس (۱۹۵۴)، اندازه‌گیری شد (۵، ۹، ۷، ۴۵).

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، آزمون نرمال بودن باقیمانده خطاها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۲۳) انجام و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (ویرایش ۹,۱) صورت گرفت، هم‌چنین برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون مقایسه میانگین حداقل تفاوت معنی‌دار[1] در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد، نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (ویرایش ۲۰۱۶) رسم و جهت انجام تجزیه خوشه‌ای و رسم نمودار حرارتی[2] از نرم‌افزار R استفاده گردید.

1- LSD
2- Heatmap

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر ریزگردها بر محتوی کلروفیل a، پرولین، پروتئین و قند محلول در آب در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است، هم‌چنین اثر ریزگردها بر محتوی کلروفیل کل نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود این در حالی بود که ریزگردها اثر معنی‌داری بر محتوی کلروفیل b و قند محلول در الکل نداشته است. گیاهان زراعی مختلف از نظر میزان محتوی کلروفیل a وپروتئین محلول تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند، هم‌چنین تفاوت آن‌ها از لحاظ میزان کلروفیل کل و قند محلول در آب در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما گیاهان مختلف از نظر سایر خصوصیات فیزیولوژیکی مورد مطالعه در این پژوهش اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج برهمکنش ریزگردها و نوع گیاه زراعی نیز نشان‌دهنده عدم تأثیر معنی‌دار آن‌ها بر صفات مورد بررسی بوده است (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر سطوح ریزگردها بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان زراعی مختلف.

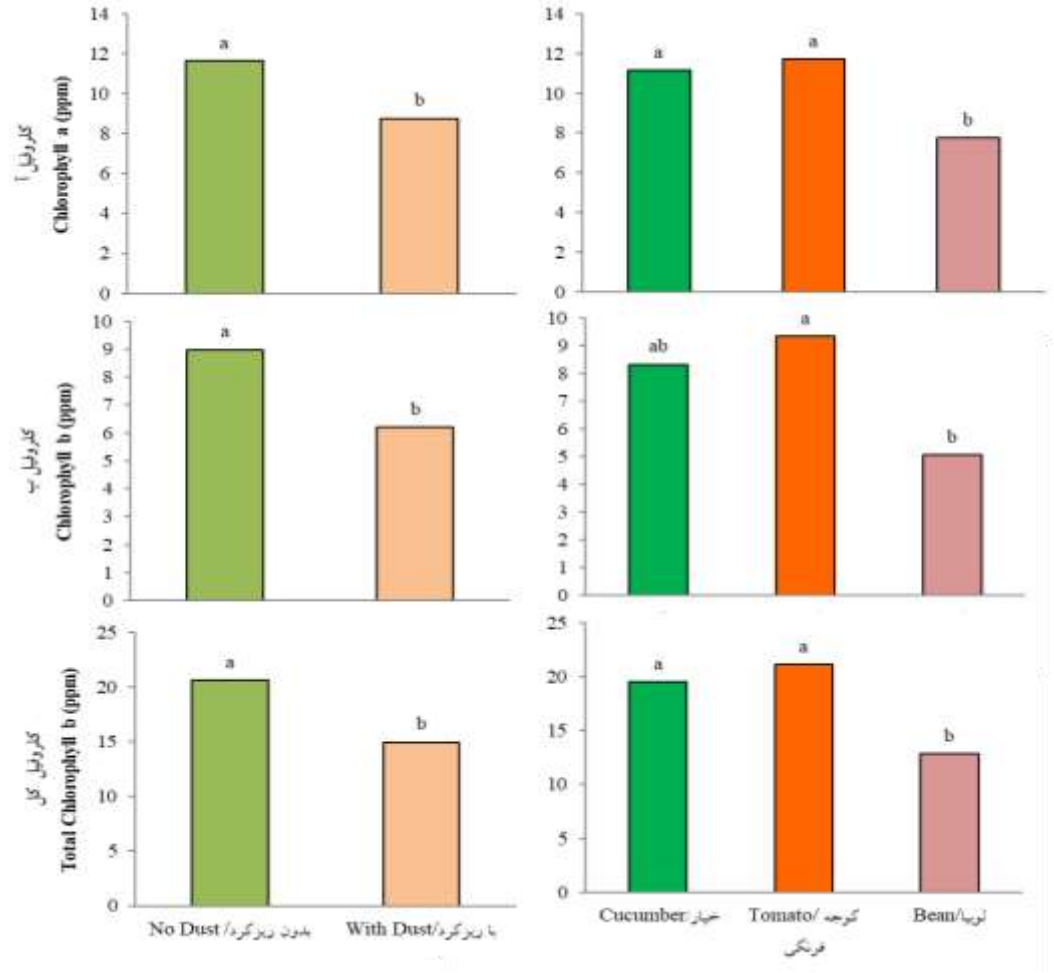
Table 1. Analysis of variance of the effect of dusts on physiological traits of different crops.

Source of Variation	Degree of Freedom	Mean Squares						
		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll	Proline	Soluble proteins	Soluble carbohydrates in water	Soluble carbohydrates in alcohol
block	2	34.05**	1.13^{ns}	46.36^{ns}	0.0067^{ns}	0.94^{ns}	31.74^{ns}	208.55**
dusts	1	37.86**	34.76^{ns}	145.20*	0.0785**	6.73**	257.91**	19.24^{ns}
crop	2	27.45**	30.23^{ns}	115.02*	0.0002^{ns}	5.51**	46.10*	3.61^{ns}
Dusts* crop	2	2.25^{ns}	12.96^{ns}	19.51^{ns}	0.0013^{ns}	1.47^{ns}	26.19^{ns}	3.04^{ns}
Error	10	4.59	8.38	21.86	0.0071	0.72	9.81	32.70
Coefficient variation %	-	20.98	38.13	26.25	37.71	20.02	19.12	34.31

**، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار

**, *, ^{ns} significant at 1 and 5% level and non-significant, respectively

تأثیر ریزگردها بر محتوی کلروفیل در برگ گیاهان: نتایج مقایسات میانگین نشان داد که ریزگردها باعث کاهش محتوی کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل شده‌اند و این کاهش در مورد گیاه لوبیا بیش‌تر بود (شکل ۱). در گیاهان مورد آزمایش وجود کرک بر سطح برگ آن‌ها منجر به فرونشست بیش‌تر ریزگردها شده است، در واقع وجود کرک در سطح برگ باعث جذب بیش‌تر ریزگرد و افزایش خسارات ناشی از آن می‌شود (۵۱). نتایج مطالعه چاوهان و جاشی (۲۰۱۰) نیز نشان داد که اعمال ریزگردها منجر به کاهش محتوی کلروفیل و کاروتنوئید در برگ شده است (۱۱)، هم‌چنین نتایج مطالعه چامیدس و همکاران (۱۹۹۹) بیانگر آن بود که ریزگردها از طریق خسارت بر بافت‌های سبز و کاهش محتوی رنگیزه‌های گیاهی منجر به کاهش تولید و رشد در گیاهان می‌شوند (۱۰).



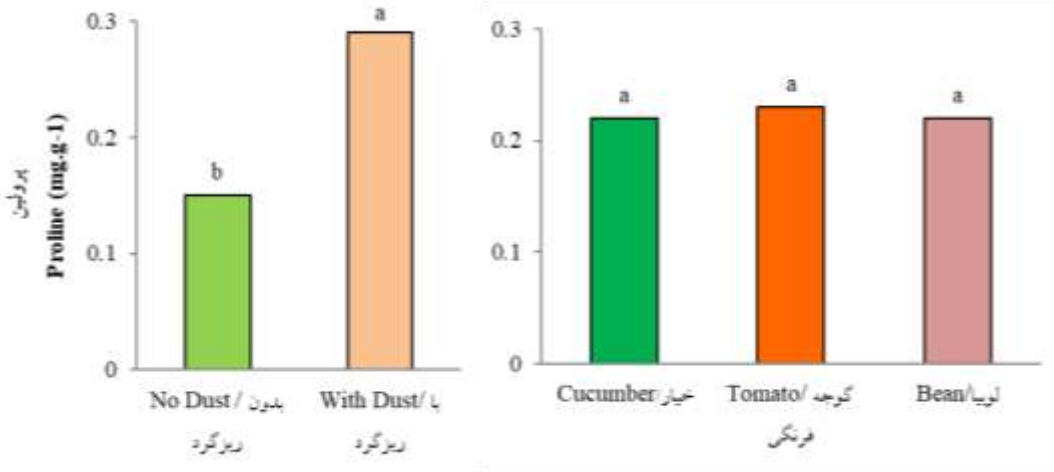
شکل ۱- تأثیر ریزگردها بر محتوی کلروفیل a،کلروفیل b و کلروفیل کل در گیاهان زراعی مختلف (در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشد، P≤۰/۰۵).

Fig. 1. The effect of dusts on the content of chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll of different crops (In each column the same letters express non-significant difference based on the LSD (P≤0.01) test).

تأثیر ریزگردها بر محتوی پرولین در برگ گیاهان:

نتایج مقایسات میانگین ها بیانگر آن بود که ریزگردها باعث افزایش معنی‌دار محتوی پرولین در برگ شده‌اند و گیاهان مختلف مورد بررسی در این آزمایش از لحاظ اثر ریزگردها بر افزایش محتوی پرولین در برگ آن‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۲). تنظیم اسمزی یکی از سازوکارهای پاسخ به تنش‌های محیطی می‌باشد که در آن از طریق تجمع مواد محلول در سلول، تورژسانس سلولی و فرآیندهای مرتبط با آن در پتانسیل‌های آب پایین حفظ می‌شود. در تنظیم اسمزی غلظت ترکیبات آلی با وزن مولکولی پایین مانند پرولین، قندهای محلول و پروتئین در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه افزایش می‌یابد. پرولین باعث حفظ تورژسانس سلولی شده و روبنده رادیکال‌های فعال اکسیژن می‌باشد و هر چقدر در پاسخ به تنش، میزان پرولین بیش‌تری تولید گردد، تنظیم اسمزی بهتری صورت می‌گیرد (۳۴، ۳۵). در مطالعه حاضر نیز افزایش میزان پرولین در برگ به‌دلیل ایجاد حالت

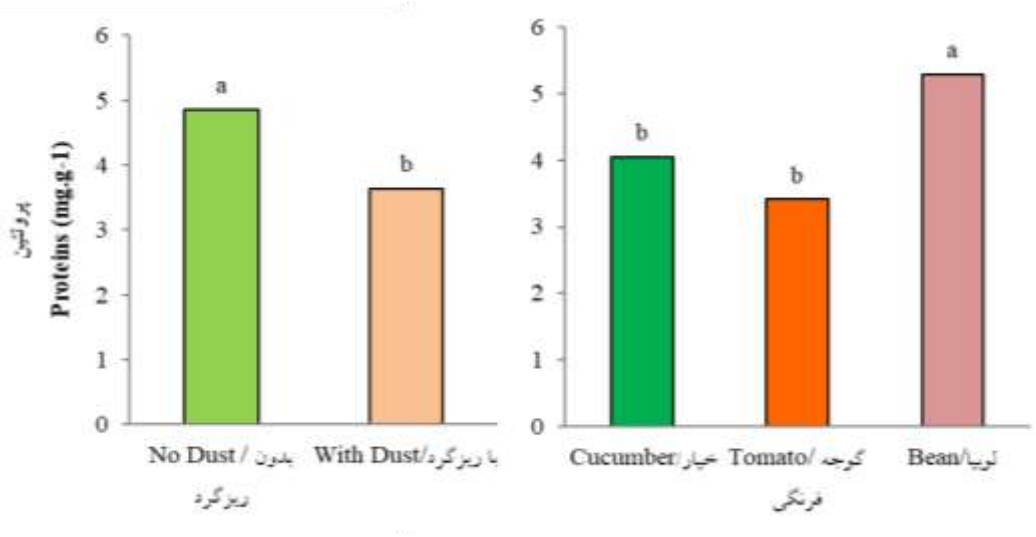
تنشی است کـه ریزگردهـا در گیـاه ایجـاد مـی‌کننـد. نلسون و الیاس (۲۰۰۷)، بیان کردند که ریزگردها نـور ورودی به تاج پوشـش را کـاهش داده و ماننـد تـنش کمبود آب عمل می‌کننـد، در واقـع در شـرایط تـنش، تجمع پرولین در برگ به‌عنوان یک راهبـرد دفـاعی در تنظیم اسمزی گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اسـت (۳۵) که نتایج مطالعات مختلف نیز نشـان‌دهنـده ایـن امر بوده است (۳٤، ٤٤).



شکل ۲- تأثیر ریزگردها بر محتوی پرولین در گیاهان زراعی مختلف (در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشد، P≤۰/۰۵).

Fig. 2. The effect of dusts on the content of proline of different crops (In each column the same letters express non-significant difference based on the LSD (P≤0.01) test).

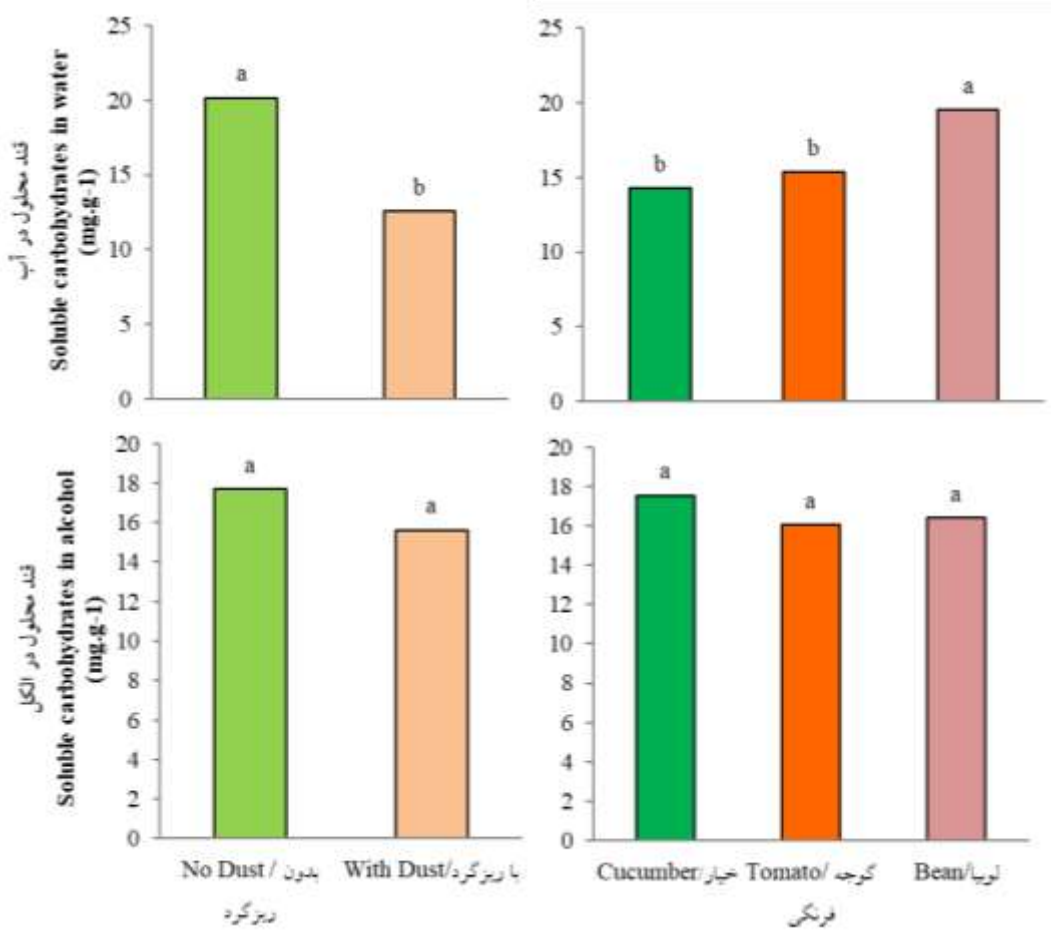
تأثیر ریزگردها بر محتوی پروتئین در برگ گیاهـان: نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بـود کـه ریزگردهـا باعث کاهش محتوی پروتئین محلول در برگ گیاهـان شده‌اند و این کاهش در مورد خیـار و گوجـه‌فرنگـی بیش‌تر بود (شکل ۳). در شرایط طبیعی میـزان تولیـد رادیکال‌های آزاد اکسیژن اندک اسـت امـا در شـرایط تنش میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن مانند پراکسید هیـدروژن، سـوپر اکسـید، اکسـیژن آزاد و سـایر رادیکال‌های هیدروکسـیل افـزایش مـی‌یابـد کـه ایـن عوامل از طریق واکنش با اسیدهای نوکلئیـک، لیپیـدها و پـروتئین‌هـا باعـث جهـش در مولکـول DNA، پراکسیداسیون غشا لیپیـدی و تخریـب پـروتئین‌هـا و کربوهیـدرات‌هـا مـی‌گردنـد (٤٦)، در واقـع کـاهش محتوی پروتئین در اثر تنش، بـه دلیـل کـاهش میـزان تولید پروتئین، افزایش تجزیه پروتئین در اثـر افـزایش فعالیت آنزیم پروتئاز و یا تخریب توسـط گونـه‌هـای فعال اکسیژن می‌باشد (۱۲، ۳۸).



شکل ۳- تأثیر ریزگردها بر محتوی پروتئین در گیاهان زراعی مختلف (در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشد، P≤۰/۰۵).

Fig. 3. The effect of dusts on the content of soluble proteins of different crops (In each column the same letters express non-significant difference based on the LSD (P≤0.01) test).

تأثیر ریزگردها بر محتوی قند محلول در آب و قند محلول در الکل در برگ گیاهان: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ریزگردها باعث کاهش محتوی قند محلول در آب و قند محلول در الکل در خیار، گوجه‌فرنگی و لوبیا شده‌اند (شکل ٤). کاهش قند محلول در آب، در خیار و گوجه فرنگی بیش‌تر از لوبیا بود که به احتمال زیاد دلیل این امر وجود کرک بیش‌تر بر سطح برگ خیار و گوجه‌فرنگی است. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده است که وجود کرک باعث افزایش صدمات ناشی از ریزگردها می‌شود (۵۱)، از طرف دیگر کاهش قند محلول در الکل در گیاهان زراعی مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. ریزگردها منجر به ایجاد حالت سایه و کاهش نور رسیده به سطح برگ می‌گردد که این امر منجر به کاهش تولید قند می‌گردد زیرا بسیاری از آنزیم‌های درگیر در چرخه کالوین و اثرگذار در احیا و ساخت قند مانند ریبولوز دی‌فسفات کربوکسیلاز، NADP گلیسر آلدهید ۳ فسفودی هیدروژناز، فروکتوز دی فسفات فسفاتاز، سدوهپتولوز دی فسفات فسفاتاز و فسفو ریبولوکیناز با شدت نور مناسب فعال می‌شود (۱).



شکل ٤- تأثیر ریزگردها بر محتوی قند درگیاهان زراعی مختلف (در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشد، P≤۰/۰۵).

Fig. 4. The effect of dusts on the content of soluble carbohydrates of different crops (In each column the same letters express non-significant difference based on the LSD (P≤0.01) test).

تأثیر ریزگردها بر خصوصیات ریخت‌شناسی گیاهان

تأثیر ریزگردها بر اندام‌های هوایی گیاهان: نتایج تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده نشان داد که اثر ریزگردها بر وزن برگ، وزن ساقه و ارتفاع خیار، گوجه‌فرنگی و لوبیا معنی‌دار بوده است. هم‌چنین گیاهان مختلف از نظر وزن برگ و ارتفاع تفاوت معنی‌داری داشتند اما وزن ساقه آن‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج برهمکنش ریزگردها و نوع گیاه زراعی نیز نشان‌دهنده عدم تأثیر معنی‌دار آن‌ها بر وزن برگ و وزن ساقه بوده است، این در حالی بود که اثر برهمکنش ریزگردها و نوع گیاه زراعی بر ارتفاع گیاهان اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر سطوح ریزگردها بر خصوصیات ریخت‌شناسی گیاهان زراعی مختلف.

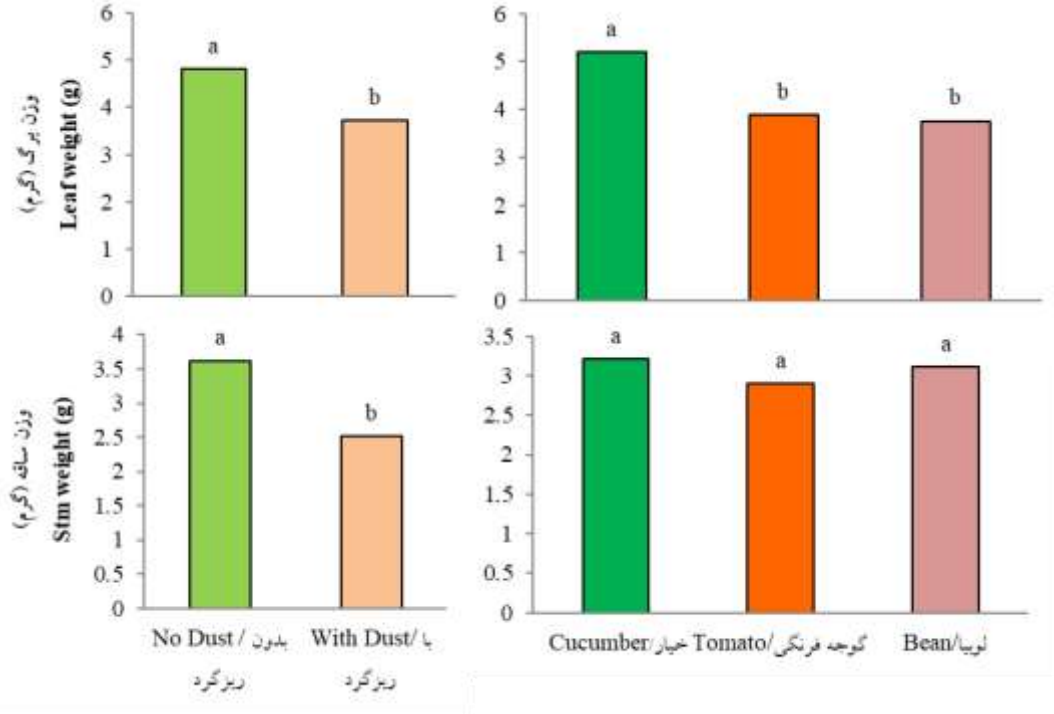
Table 2. Analysis of variance of the effect of dusts on morphological traits of different crops.

Source of Variation	Mean Squares			
	Degree of Freedom	Leaf weight	Stem weight	Plant height
block	2	3.86*	0.47 ^{ns}	3.06 ^{ns}
dusts	1	5.37*	5.45**	66.89**
crop	2	3.79*	0.15 ^{ns}	379.21**
Dusts* crop	2	0.96 ^{ns}	2.27 ^{ns}	31.06**
Error	10	0.79	0.66	1.48
Coefficient variation	-	20.79	26.5	5.72

**، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار

**, *, ^{ns} significant at 1 and 5% level and non-significant, respectively

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ریزگردها باعث کاهش وزن برگ شده‌اند و این کاهش در گوجه‌فرنگی و لوبیا بیش‌تر از خیار بود، هم‌چنین ریزگردها باعث کاهش وزن ساقه در گیاهان نیز شدند و گیاهان مختلف از نظر کاهش وزن ساقه در اثر اعمال ریزگردها تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۵). ریزگردها از طریق ایجاد حالت سایه بر گیاه و ایجاد حالت تنش درگیاه منجر به بسته شدن روزنه‌ها و اختلال در تبادل حرارتی و گازی شده‌اند، که این امر منجر به افزایش دمای برگ و کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای و کاهش فتوسنتز می‌گردد (٦، ٢٠). در مطالعه هیرانو و همکاران (۱۹۹۵)، که بر روی خیار و لوبیا قرمز انجام شد نتایج نشان داد که ریزگردها منجر به مسدود شدن روزنه‌ها و مختل شدن تبادلات گازی و عدم مبادله گازهای فتوسنتزی و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و رشد در بخش هوایی گیاهان شده‌اند (٢٤). هم‌چنین در مطالعه شنون و همکاران (۱۹۹۸)، ریزگردها باعث کاهش فتوسنتز و رشد در گیاه لوبیا شده‌اند (٤٠). در مطالعه هووا و یانجو (۲۰۱۱)، نتایج نشان داد که ریزگردها باعث کاهش اجزای عملکرد در گیاه شده‌اند اما این کاهش در مورد ریشه کم‌تر بوده است که این امر به احتمال زیاد به‌دلیل آن است که قبل از اعمال ریزگردها سطح برگ و فعالیت‌های فتوسنتزی در شرایط عادی می‌باشد و فعالیت‌های فتوسنتزی پاسخگوی رشد در برگ‌ها بوده است اما با اعمال ریزگردها سطح برگ کاهش یافته و مواد فتوسنتزی از قبل تولید شده بیش‌تر به سمت ریشه می‌رود و منجر به رشد بیش‌تر ریشه در مقایسه با سایر قسمت‌ها می‌گردد (٢٦).

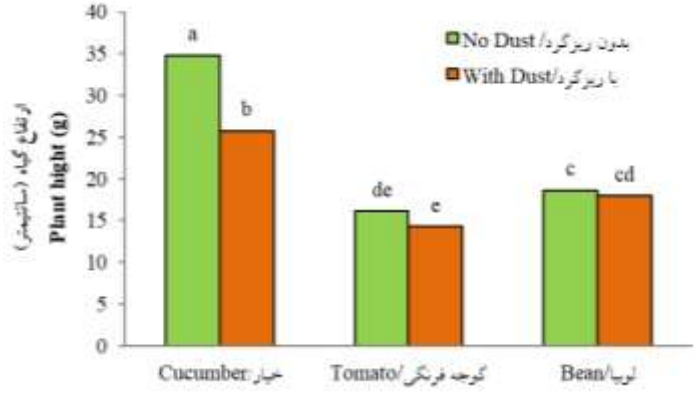


شکل ۵- تأثیر ریزگردها بر بخش هوایی درگیاهان زراعی مختلف (در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشد، P≤۰/۰۵).

Fig. 5. The effect of dusts on shoot of different crops (In each column the same letters express non-significant difference based on the LSD (P≤0.01) test).

در مطالعه چاوهان جاشی (۲۰۱۰)، نیز ریزگردها از طریق ممانعت از رسیدن نور به برگ و کاهش سطح برگ و وزن تر و خشک برگ منجر به کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و کاهش رشد در گیاه گندم و خردل شدند (۱۱). در مطالعه رسولی و همکاران (۲۰۱٤)، نیز ریزگردها از طریق کاهش محتوی کلروفیل و فعالیت‌های فتوسنتزی رشد را در قسمت‌های مختلف گیاه کلزا کاهش دادند (۳۹).

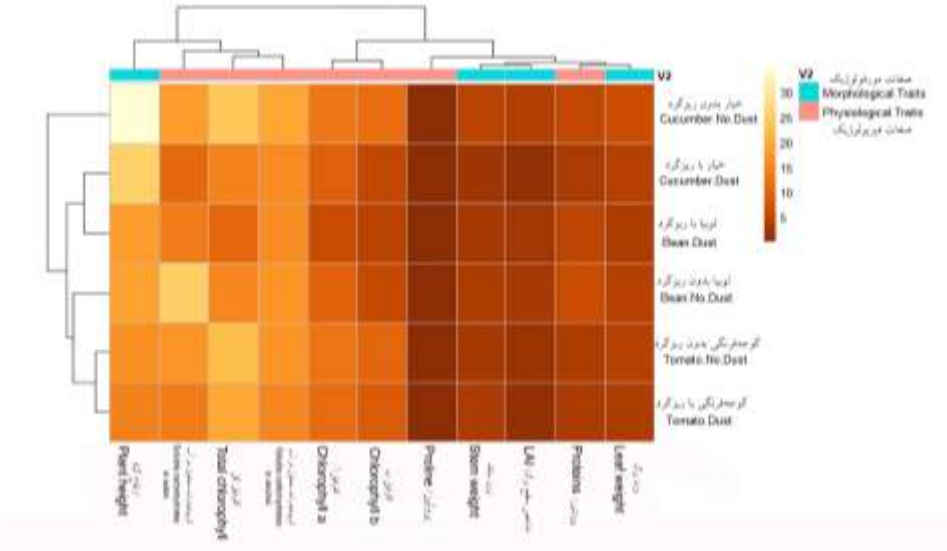
تأثیر ریزگردها بر ارتفاع گیاهان: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در هر سه گیاه زراعی مورد مطالعه، ریزگردها باعث کاهش ارتفاع شده‌اند (شکل ٦)، ریزگردها از طریق ایجاد حالت تنش منجر به بسته شدن روزنه‌ها، کاهش تعرق و تبادل گرمایی، کاهش تبادل CO_2، افزایش دمای برگ، کاهش محتوی کلروفیل، کاهش میزان و سرعت فرآیندهای فتوسنتزی و در نهایت باعث کاهش رشد و ارتفاع در گیاه می‌شوند که نتایج آزمایش فوق با نتایج آزمایش‌های گلاز و همکاران (۲۰۰٤) و گلدانی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت (۲۱، ۲۲). هم‌چنین نتایج مطالعه آمبراست (۱۹۸٦) با هدف بررسی اثر ریزگردها بر رشد کتان، نشان داد که وزن خشک اندام‌های هوایی و ارتفاع گیاه در اثر اعمال ریزگردها کاهش یافته است که این امر به‌دلیل کاهش فتوسنتز و افزایش تنفس در گیاه بوده است (٤). مطالعه چاوراسیا (۲۰۱۳) نتایج نشان داد که ریزگردها با نشستن بر سطح برگ‌ها، از طریق کاهش محتوی کلروفیل، کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و کاهش رشد گیاه منجر به کاهش ارتفاع در بوته‌های گندم شده‌اند (۱۳) و در مطالعه گوردون و همکاران (۲۰۱۳)، نیز نتایج نشان داد که ارتفاع گیاه لوبیا چشم‌بلبلی در اثر وقوع ریزگردها کاهش یافته است (۲۳).



شکل ٦- تأثیر برهمکنش ریزگردها و نوع گیاه زراعی بر ارتفاع (در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشد، P≤۰/۰۵).

Fig. 6. Effect of interaction of dusts and type of crop on height (In each column the same letters express non-significant difference based on the LSD (P≤0.01) test).

تجزیه خوشه‌ای و نمودار حرارتی صفات و تیمارهای مختلف نشان داد که صفات فیزیولوژیکی کربوهیدرات‌های محلول در آب و الکل همبستگی بیش‌تری با یکدیگر داشته و با صفت ارتفاع گیاه در یک خوشه قرار گرفتند. هم‌چنین میزان کلرفیل a و کلرفیل b نیز دارای همبستگی مستقیم بودند و بهبود محتوای کلروفیل باعث افزایش سبزینگی در گیاه، تقویت فرآیندهای فتوسنتزی و افزایش رشد در گیاه می‌گردد (٤٨). سایر صفات ریخت‌شناسی و هم‌چنین میزان پروتئین و پرولین نیز در یک خوشه قرار گرفتند که بیانگر همبستگی بین این صفات بود. در واقع در شرایط تنش، گیاه از طریق تجمع ترکیبات اسمزی مانند کربوهیدرات‌های محلول، پروتئین و پرولین باعث جبران کمبود آماس در سلول، کاهش اثرات گونه‌های فعال اکسیژن، کاهش خسارات ناشی از تنش و در نهایت بهبود عملکرد می‌گردد (٤٩، ٥٠). با توجه به ماهیت متفاوت گیاهان مورد آزمایش در این مطالعه، هر گیاه هم در حالت اعمال ریزگرد و هم بدون ریز گرد در کنار یکدیگر قرار گرفتند (شکل ۷).



شکل ۷- تجزیه خوشه‌ای صفات مورفوفیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده و تیمارهای مختلف.

Fig. 7. Cluster analysis of measured morphophysiological traits and different treatments.

نتیجه‌گیری کلی

در دهه‌های اخیر ریزگردها به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم زیست محیطی مطرح بوده‌اند و در غرب و جنوب‌غربی ایران به‌ویژه در استان‌های خوزستان، کرمانشاه، کردستان و ایلام مشکلات بسیاری را به بار آورده‌اند و منجر به کاهش عملکرد در گیاهان زراعی نیز شده‌اند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که گیاه گوجه‌فرنگی بیش‌تر از لوبیا و خیار تحت‌تأثیر ریزگردها قرار گرفته است که به احتمال زیاد این امر به‌دلیل داشتن کرک‌های بیش‌تر در سطح برگ آن می‌باشد، هر چند در برخی صفات این نتیجه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. ریزگردها از طریق کاهش محتوی کلروفیل، محتوی پروتئین محلول و قندهای محلول در برگ و افزایش محتوی پرولین منجر به کاهش رشد و وزن خشک اندام‌های هوایی و ارتفاع در گیاهان شده اند که این خسارت‌ها ممکن است به‌دلیل کاهش فتوسنتز در گیاهان زراعی باشد. در سال‌های اخیر کاهش عملکرد محصولات که گاها توسط کشاورزان گزارش شده است، ممکن است به‌دلیل وجود ریزگردها بر سطح گیاهان و ممانعت آن‌ها از جذب ریز مغذی‌ها از طریق محلول‌پاشی ترکیبات مختلف باشد به‌همین دلیل می‌توان برای کاهش خسارات ناشی از ریزگردها، در زمانی که سامانه‌های گرد و غبار از منطقه عبور می‌کنند با استفاده از آبیاری بارانی خسارا ناشی از آنان را کاهش داد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه کردستان (شماره گرنت: ۹۹/۱۱/۲۳۷۱۳)جهت انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1.Abdel-Rahman, A.M. and Ibrahim, M.M. 2012. Effect of cement particulates deposition eco – physiological behaviors of halophytes in the salt marshes of Red sea. Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 2: 4. 490-498.
2.Agrawal, M. 2005. Effects of air pollution on agriculture: an issue of national concern. Natl. Acad. Sci. Lett. 23: 93-106.
3.Akbari, S. 2011. Dust storms, sources in the Middle East and economic model for survey its impacts. Aust. J. Basic Appl. Sci. 5: 12. 227-233.
4.Armbrust, D.V. 1986. Effect of particulates (Dust) on cotton growth, photosynthesis, and respiration. Agron. J. 78: 6. 1078-1081.
5.Kouchaki A. 2009. Agriculture in dry lands. Jihad Uni. of Mashhad Press. 495p. (Translated in Persian)
6.Arvin, A.A., Cheraghi, S. and Cheragh, Sh. 2013. Evaluation of ust effect on the quantitative andd qualitative growth of sugarcane varieties CP57-614. Phys. Geog. Res. 45: 3. (In Persian)
7.Bates, L.S., Waldren, R.P. and Tear, I.B. 1973. Rapid determination of free proline for water- stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.
8.Bat-Oyun, M., Shnoda, M. and Tsubo. M. 2012. Effect of cloud atmospheric water vapor, and dust on photo synthetically active radiation and total solar radiation in a Mongolian grassland. J. Arid Land. 4: 4. 349-356.
9.Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein- dye binding. J. Anal. Biochem. 72: 248-254.

10.Chameides, W.L. 1999. Case study of the effects of atmospheric aerosols and regional haze on agriculture: An opportunity to enhance crop yields in China through emission controls. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 96: 13. 326-13, 633.
11.Chauhan, A. and Joshi, P.C. 2010. Effect of ambient air pollutants on wheat and mustard crops growing in the vicinity of urban and industrial areas. N. Y. Acad. Sci. 3: 2. 276-289.
12.Cha-um, S. and Kirdmanee, Ch. 2009. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum ofcinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. Agric. Sci. China. 8: 1. 51-58.
13.Chaurasia, S. 2013. Effect of cement industry pollution on chlorophyll content of some crops at Kodinar, Gujarat, India. Proc. Int. Acad. Ecol. Environ. Sci. 3: 4. 288.
14.Chen, X.W. 2001. Study of the short-time Eco-physiological response of plant leaves to dust. Acta Bot. Sin. 43: 1058-1064.
15.Chturvedi, R.K., Prasad, S., Rana, S., Obaidullah, S.M., Pandey, V. and Singh, H. 2013. Effect of dust load on the leaf attributes of the tree species growing along the roadside. Environ. Monit. Assess. 185: 1. 383-391.
16.Davari, M. 2013. Dust and its consequences Investigation of environmental effects of dust phenomenon in Kurdistan province. 13th Iranian Soil Science Congress, Ahvaz, Iran. (In Persian)
17.Felegari, H., Ghobadi, M.E., Ghobadi, M., Jalali-Honarmand, S. and Saeidi, M. 2017. Effect of dust deposition on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rain fed and supplemental irrigation conditions in Kermanshah. J. Agroecol. 9: 535-544. (In Persian)
18.Gerivani, H., Lashkaripour, GH.R., Ghafoori, M. and Jalali, N. 2011. The Source of dust storm in Iran: a case study based on geological information and rainfall data. Carpathian J. Earth Environ. Sci. 6: 1. 297-308.
19.Gharib, M. and Tabakhi, S. 2011. Investigation of the effects of dust on vegetation diversity and density. The first International Congress on Dust and its Harmful Effects, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran. (In Persian)
20.Giovagnetti, C., Brunet, F., Conversano, F., Tramontano, I., Bernosterer, C.R. and Guieu, C. 2011. Assessing the role of dust deposition on phytoplankton ecophysiology and succession in a low-nutrient low- chlorophyll ecosystem: a mesocosm experiment in the Mediterranean Sea. Biogeoscience. 10: 2973-2991.
21.Glaz, B., Dolen, R.M. and Samira, H.D. 2004. Sugarcane Photosynthesis, Transpiration and Stomatal Conductance Due to Flooding and Water Table. Crop Sci. 44: 1633-1641.
22.Goldani, M., Rezvani Mogahddam, P. and Nassiri Mahallati, M. 2011. Radiation use efficiency and phenological and physiological characteristics in hybrids of maize (*Zea may* L.) on response to different densities. Int. J. Plant Prod. 18: 1. 1-28.
23.Gordon, C., Darko, E., Addo, M. and Nyarko, B. 2013. Contamination of soils and loss of productivity of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) caused by cement dust pollution. Field Crops Res. 11: 2. 456-463.
24.Hirano, T., Kiyota, M. and Aiga, I. 1995. Physical effects of dust on leaf physiology of cucumber and kidney bean plants. Environ. Pollut. 89: 3. 255-61.
25.Hoseini-Sabet, S.M. 2017. Effects of dust challenges on the development of the agricultural sector in the western and southwestern regions of the country. Ministry of Jihad Agriculture report, Research Institute of Planning, Agricultural Economics and Rural Development, 45p. (In Persian)

26.Hua, Y. and Yanju, L. 2011. Phytoremediation on Air Pollution. The Impact of Air pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources. Beijing Center for Physical and Chemical Analysis, China, ISBN: 978-953-307-528.
27.Irwe, R., Sontakke, S., Sheikh, S. and Darade, M. 2017. Study of dust deposition on leaves of some plant species in GVISH. Campus of Amravati (MS) India. Int. J. Life Sci. 5: 639-643.
28.Leghari, S.K., Zaid, M.A., Sarangzai, A.M., Faheem, M. and Shawani, G.R. 2015. Effect of road side dust pollution on the growth and total chlorophyll contents in *Vitis vinifera* L. (grape). Afr. J. Biotechnol. 13: 11. 110-117.
29.Liu, Z., Otto-bliesner, B., Kutzbach, J., Li, L. and Shields, C. 2003. Coupled climate simulation of the evolution of global monsnoons in the holocene. J. Climate, 16: 15. 2472-2490.
30.Malakoutian, M., Ghiasseddin, M., Akbari, H. and Allah Jaafarzadeh-Haghighi Fard, N. 2013. Urban dust fall concentration and its properties in Kerman city. Iran Health Scope, 1: 4. 195-201.
31.Mathiassen, S.K. and Kudsk, P. 1999. Effects of simulated dust deposits on herbicide performance. Proceedings of the 11th European Weed Research Society Symposium, the Netherlands, Weed Res, 205p.
32.Miller, S.D., Kuciauskas, A. P, Liu, M., Ji, Q., Reid, J.S., Breed W.D., Walker, A.L. and Mandoos, A.A. 2008. Haboob dust storms of the southern arabian peninsula. J. Geophys. Res. 113: 116. 1-18.
33.Naghib Alsadati, M., Babaei, S., Tahmasebi, I. and Kiani, H. 2020. Evaluation of airborne dust effect on the efficiency of Atlantis OD, clodinafop propargyl and 2,4-D+MCPA herbicides on weed control in wheat. Iranian J. Field Crop Sci. 50: 1-11.
34.Naresh, R.K., Purushottam, S.P., Dwivedi, A. and Kumar, V. 2013. Effects of water stress on physiological processes and yield attributes of different mungbean varieties. Afr. J. Biochem. Res. 7: 5. 55-62.
35.Nelson, G.D. and Ilias, I.F. 2007. Effect of inert dust on olive leaf physiological parameters. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 14: 3. 212-214.
36.Prasty, B.A.K., Mishra, P.C. and Azcez, P.A. 2005. Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India. Ecotoxicol. Environ. Saf. 60: 228-235.
37.Priyanka, R. and Mishra, R.M. 2013. Effect of urban air pollution on epidermal traits of road side tree species, *Pongamia pinnata* (L.) Merr. IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol. 2: 6. 04-07.
38.Rai, P.K. 2016. Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring. Ecotoxicol. Ecotoxicol. Environ. Saf. 129: 120-136.
39.Rasouli, S.F., Galeshi, S., Pirdashti, H. and Zeinali, E. 2014. Investigation of waterlogging stress on some morphologic and physiological traits of rapeseed in different developmental stages. Int. J. Plant Prod. 21: 1. 69-89.
40.Schenone, G., Fumagalli, I., Mignanego, L., Montinaro, F. and Oldatin, P. 1998. Effects of ambient air pollution in open-top chambers on bean (*Phaseolus vulgaris* L.). New Phytol. 126: 309-315.
41.Shahbazi, T., Saiedi, M., Nosratti, I. and Jalali Honarmand, S.J. 2016. Evaluation the effect of airborne dust on physiological characteristics and yield of different wheat varieties (*Triticum* sp.) J. Plant Proc. Func. 5: 195-204. (In Persian).
42.Sharifi, Z., Saeidi, M., Nosratti, I. and Heidari, H. 2019. The effect of dust particles on grain yield and some of the physiological and biochemical characteristics of wheat in west of Iran. Plant Prod. 42: 2. 149-164. (In Persian)
43.Takashi, H. 1995. Studies on the effects of dust on photosynthesis of plant leaves laboratory, of environmental control in biology, college of agriculture. Environ. Pollut. 89: 3. 255-261.

44. Verbruggen, N. and Hermans, C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. J. Amino Acids. 35: 4. 753-759.
45. Yemen, E.W. and Willis, A.J. 1954. Estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. J. Biochem. 57: 508-514.
46. Zhou, J., Tao, B. and Messersmith, C.G. 2006. Soil dust reduces glyphosate efficacy. Weed Sci. 54: 1132-113.
47. Zia-Khan, S., Spreer, W., Pengnian, Y., Zhao, X., Othmanli, H., He, X. and Müller, J. 2014. Effect of dust deposition on stomatal conductance and leaf temperature of cotton in Northwest China. Water J. 7: 1. 116-131.
48. Mahboob, W., Basra, S.M.A. and Afzal, I. 2015. Seed Priming Improves the Performance of Late Sown Spring Maize (*Zea mays*) Through Better Crop Stand and Physiological Attributes. Int. J. Agric. Biol. 17: 491-498.
49. Yan, M. 2015. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. S. Afr. J. Bot. 99: 88-92.
50. Prasad, P., Mehdi, J., Mohan, R., Goyal, N., Luqman, S., Khare, P. and Kumar, B. 2018. Effect of potassium chloride-induced stress on germination potential of *Artemisia annua* L. varieties. J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants. 9: 110-116.
51. Fateminejhad, P., Lary-Yazdy, H. and Rafiee, M. 2017. Effect of aerosols and drought stresses on some physiological traits of Mungbean (*Vigna radiata* L.). Field Crops Res. 30: 2. 19-33. (In Persian)