Archive of SID

Plant Prod., 42(2) (2019) 149-164
DOI: 10.22055/ppd.2019.21856.1470
ISSN (P): 2538-543x
ISSN (E): 2588-5979

The Effect of Dust Particles on Grain Yield and Some of the Physiological and Biochemical Characteristics of Wheat in West of Iran

Zeinab Sharifi[1], Mohsen Saeidi[2]*, Iraj Nosrati[3] and Hasan Heidary[4]

1- M.Sc. Graduate of Agronomy, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Recourses, Razi University, Kermanshah, Iran
2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Recourses, Razi University, Kermanshah, Iran (msaeidi@razi.ac.ir)
3- Assistant Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Recourses, Razi University, Kermanshah, Iran
4- Assistant Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Recourses, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 11 May, 2017 Accepted: 3 January, 2018

Abstract

Background and Objectives
In recent years, the desertification caused by climate change and human activity is one of the most important causes of dust particles. The occurrence of dust during the growth of crops (especially wheat) is one of the most substantial risks in crop production in western and southern regions of Iran. Thus, in these areas, an accurate estimate of dust-particle damage in crop production has great importance. Therefore, the study of the effects of dust particles on crop growth is very important.

Materials and Methods
In order to study the effects of dust on grain yield and physiological and biochemical traits of wheat, a factorial experiment based on randomized complete block design with four replications was conducted at the research field, the campus of agriculture and natural resources, Razi University, Kermanshah in 2013-2014. The first factor included two bread wheat cultivars (Pishgam and Zarin) and one durum wheat cultivar (Behrang) and the second factor was applied with the aim to simulate the effect of sprinkler irrigation on the removing of dust particles on the leaf surface with two levels: washing and non-washing treatments of wheat C.

Results
With respect to the results, in the canopy non-washing treatment, Pishtaz and Behrang cultivars had the highest (6.91 ton ha^{-1}) and the lowest (4.97 ton ha^{-1}) grain yield respectively. The canopy washing treatment compared to the non-washing treatment significantly increased grain yield (18% on average) and its components (without 1000 grains weight), biological yield, harvest index, and some physiological traits, including leaf photosynthesis rate, stomatal conductance, maximum efficiency of photosystem II, survival index, and some biochemical traits, such as leaf soluble proteins, chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids, but it had no significant effect on transpiration rate. The lowest and the highest reduction in grain yield under air dust particles are

www.SID.ir

Archive of SID

related to Pishgam (13%) and Behrang (28%) respectively. Particles with 0.3 micrometers diameter or less formed most of the dust particles in the air.

Discussion

It seems that the deposition of this size of particles in stomata pores is the main reason for stomatal plugging, and therefore, the reduction in stomatal conductance and the reduction of leaf photosynthesis rate and the decrease of grain yield reduction. Stomatal plugging by dust particles may cause less water loss and the increase in relative water content as a result. These findings suggest that, in the case of dust-particle occurrence, leaf washing with sprinkler irrigation compared with traditional irrigation method may cause significant increase in grain yield and its components and physiological and biochemical traits in wheat in this area and similar areas.

Keywords: Carotenoids, Maximum efficiency of photosystem II, Photosynthesis, Relative water content

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تأثیرات سوء ریزگردها بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گندم در غرب ایران

زینب شریفی[۱]، محسن سعیدی[۲]*، ایرج نصرتی[۳] و حسن حیدری[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- *نویسنده مسئول: دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (msaeidi@razi.ac.ir)
۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۴- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۳

چکیده

به منظور بررسی میزان و نحوه تأثیر ریزگردها بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گندم در منطقه کرمانشاه، این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. فاکتور اول شامل دو رقم گندم نان (پیشگام و زرین) و یک رقم دوروم (بهرنگ) و فاکتور دوم با هدف شبیه‌سازی اثرات آبیاری بارانی و زدودن ذرات ریزگرد بر سطح برگ‌ها در دو سطح شامل: شستشو و عدم شستشوی سطح تاج‌پوشش گندم بودند. بر اساس نتایج، در شرایط عدم شستشوی سطح تاج‌پوشش رقم پیشگام بیشترین و بهرنگ کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (به‌ترتیب ٦/٩١ و ٤/٩٧ تن در هکتار). تیمار شستشوی تاج‌پوشش در مقایسه با تیمار عدم شستشو به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه (به‌طور متوسط ۱۸ درصد) و اجزاء آن به غیر از وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد. همچنین سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II و شاخص زنده‌مانی برگ‌ها، غلظت پروتئین‌های محلول، کلروفیل b و کارتنوئیدها را به‌طور معنی‌دار افزایش داد ولی بر راندمان تعرق اثر معنی‌دار نداشت. ذرات با قطر ۰/۳ میکرومتر و کمتر، بیشترین نسبت از ذرات ریزگرد را تشکیل داده بودند. به نظر می‌رسد که بسته شدن روزنه‌ها در اثر رسوب این ریزگردها دلیل اصلی کاهش هدایت روزنه‌ای و در نتیجه، کاهش سرعت فتوسنتز برگ‌ها و عملکرد دانه باشد.

کلیدواژه‌ها: حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II، رطوبت نسبی آب برگ، فتوسنتز، کارتنوئیدها

مقدمه

ریزگردها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی و یکی از بلایای طبیعی شناخته‌شده و از جمله تغییرات اقلیمی به شمار می‌آید که در چند سال اخیر از سیر طبیعی خود خارج‌شده و شاهد تعداد روزهای بیشتر وقوع آن در کشور بخصوص مناطق غرب و جنوب‌غرب می‌باشیم. به عبارتی رویداد ریزگردها یک پدیده هواشناسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و زمانی رخ می‌دهد که یک جبهه تندباد می‌گذرد یا باد نیروی بیش از مقدار آستانه اعمال می‌کند و شن و ماسه و ریزگردها را از سطح خشک حذف کرده و به سایر مناطق حمل می‌کند (Squires, 2001). بین‌النهرین منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی تشکیل پدیده ریزگردهایی است که قسمت‌های غرب و جنوب‌غرب ایران را هر چند مدت، یک بار فرا می‌گیرد (Malakootian *et al.*, 2013). اگرچه گزارش‌های فراوانی در ارتباط با وقوع پدیده گرد و خاک در مناطق مختلف جهان وجود دارد، اما به دلیل وقوع تغییر اقلیم در اکثر مناطق جهان و تشدید این پدیده، تنها در دو دهه گذشته ریزگردهای معلق در هوا تبدیل به یک موضوع مهم زیستی شده است (Mathiassen and Kudsk, 1999). کارشناسان هواشناسی و محیط‌زیست بر این باورند که با گرم شدن هوا، پدیده ریزگردها از شبه‌جزیره عربستان و عراق به سمت ایران گسترش می‌یابد. بنابراین اگر تاکنون این طوفان‌ها در غرب ایران پدیده‌ای نادر قلمداد می‌شدند با روند افزایشی دمای کره زمین علاوه بر جنوب ایران، سایر مناطق غربی ایران را نیز به‌طور مکرر تحت تأثیر قرار می‌دهند و زندگی مردم را در بسیاری از نقاط ایران دچار چالش می‌نمایند (Liu *et al.*, 2003). پدیده ریزگردها به عنوان پدیده بارز مناطق بیابانی و خشک، سبب اختلال در فعالیت‌های انسانی، کشاورزی، حمل و نقل و صنایع می‌گردد (Fallah *et al.*, 2014). Akbari (2011)، کاهش دید، کاهش حاصلخیزی خاک، تخریب محصولات کشاورزی، کاهش تابش خورشید، اختلال در ارتباطات و سیستم‌های مکانیکی و افزایش بیماری‌های تنفسی را به عنوان تبعات مخرب ریزگردها معرفی نمود. در واقع تحقیقات صورت گرفته همگی بر اثرات منفی ریزگردها روی گیاهان دلالت دارد (Torahi and Arzani, 2017). در بین ذرات معلق در هوا، ذرات با قطر کمتر از پنج میکرومتر بیشترین اختلال را در عملکرد روزنه‌ها و در نتیجه کاهش سرعت فتوسنتز و رشد گیاه دارند (Takashi, 1995). Armbrust (1986) با بررسی اثر ذرات ریزگرد بر رشد، فتوسنتز و تنفس گیاه کتان نشان داد صفت وزن خشک در اثر ریزگردها در نتیجه کاهش سرعت فتوسنتز و افزایش سرعت تنفس، کاهش یافته است. در این رابطه محققین اظهار داشته‌اند که در شرایطی که شدت نور کاهش یابد تنفس بر فتوسنتز پیشی می‌گیرد (Kafi *et al.*, 2000). در شرایط آلودگی هوا روزنه‌های گیاهان بسته‌شده و عبور و مرور گازها متوقف می‌شود، در این شرایط با کاهش دی‌اکسیدکربن اتاقک زیر روزنه‌ای فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد (Priyanka and Mishra, 2013). در برخی منابع به‌طور میانگین درصد کاهش محصول در اثر ریزگردهای محیط تا پنج درصد برآورد شده است (Chauhan, 2010). این ذرات با نشست بر اندام هوایی گیاهان باعث تغییرات فیزیکی و شیمیایی مختلفی همچون مسدود کردن روزنه‌ها، کاهش فعالیت فتوسنتزی، ریزش برگ‌ها و مرگ بافت‌های گیاهی، افزایش دما و تغییر رنگدانه‌های برگ، تغییر در محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل برگ و همچنین کاهش دریافت اشعه‌های فعال فتوسنتزی و درنهایت کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌شوند (Bat-Oyun *et al.*, 2012; Chturvedi *et al.*, 2013). در بررسی اثر ریزگردها بر خصوصیات فتوسنتزی گیاه نیشکر در منطقه اهواز که توسط Sayyahi *et al.* (2015) انجام شد، آن‌ها نتیجه‌گیری نمودند که وقوع ریزگردها موجب کاهش معنی‌دار مقادیر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II، غلظت دی‌اکسید کربن اتاقک روزنه، شدت فوتون فعال فتوسنتزی رسیده به سطح برگ و مقدار قند تولیدشده و افزایش معنی‌دار دمای برگ‌ها شده است. با توجه به وقوع فراوان ذرات ریزگرد در مناطق غربی ایران و عدم وجود مطالعات کافی در ارتباط با اثرات آن‌ها بر محصولات زراعی، این تحقیق به منظور مطالعه اثرات ذرات ریزگرد بر عملکرد و صفات مرتبط با آن و نیز برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام مختلف گندم و نیز آزمون یک روش برای کاستن اثرات مضر این ذرات بر گیاه زراعی گندم اجرا شد.

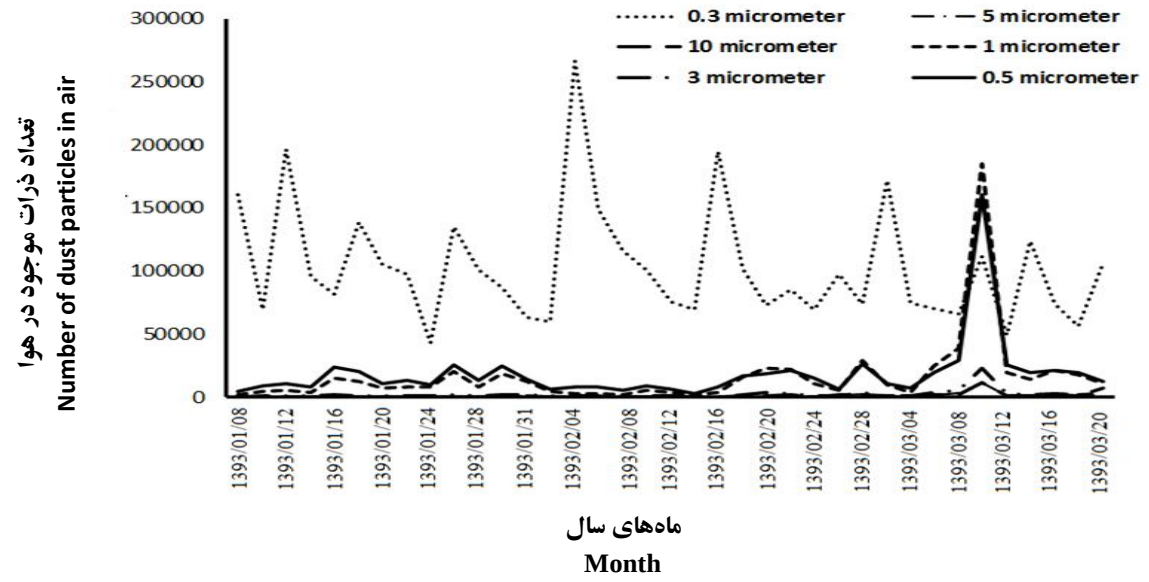
مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. با

www.SID.ir

Archive of SID

توجه به معنی‌دار نشدن اثر بلوک در مورد سایر صفات، درنهایت تجزیه داده‌ها براساس آزمایش فاکتوریل در قابل طرح کاملاً تصادفی گزارش گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل شبیه‌سازی آبیاری بارانی (شستشوی سطح برگ‌ها) در دو سطح شامل: شستشو و عدم شستشوی سطح برگ‌ها در هر زمان آبیاری (تا زمانی که از حذف ذرات گرد و خاک بر سطح برگ‌ها اطمینان کامل حاصل شود)، و ارقام گندم در سه سطح (شامل دو رقم گندم نان پیشگام و زرین و یک رقم گندم دوروم بهرنگ) بودند. ارقام مورد بررسی در پنجم آبان‌ماه سال ۱۳۹۲ با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در شش خط چهارمتری در هر کرت کشت گردیدند. فاصله کرت‌ها از هم نیم متر بود. تیمار کودی بر اساس نتایج آزمون خاک صورت گرفت. به منظور مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش توفوردی در اوایل بهار و قبل از ساقه‌رفتن ارقام گندم استفاده شد. همراه با تمامی آبیاری‌ها در فصل بهار و به منظور زدودن ذرات ریزگرد از سطح برگ و شبیه‌سازی اثرات آبیاری بارانی، در کرت‌های دارای فاکتور شستشوی سطح برگ، عمل شستشو با آب آبیاری و به کمک سمپاش دستی انجام گرفت. به منظور شستشوی مناسب ذرات گرد و خاک موجود بر سطح برگ‌ها عمل کالیبره کردن صورت گرفت. آبیاری بر اساس عرف منطقه و مجموعاً شش بار در بهار صورت گرفت. اولین تیمار شستشوی سطح برگ‌ها همزمان با دومین آبیاری در بهار (۱۸ فروردین) اعمال گردید. در زمان رشد ارقام گندم در فصل بهار، ذرات ریزگرد موجود در هوا توسط دستگاه شمارنده ذرات معلق در هوا (Particle Counter, Model TES-5110) به تفکیک قطر ذرات در اندازه‌های ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۳، ۵ و ۱۰ میکرومتر در سطح تاج پوشش مزرعه یک روز در میان، اندازه‌گیری شد. این دستگاه با مکش حجمی یک مترمکعب از هوای موجود در سطح تاج‌پوشش مزرعه تعداد ذرات موجود را به تفکیک قطر ذرات (بر حسب میکرومتر) شمارش نمود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). همچنین به منظور بررسی عناصر و املاح موجود در ریزگردها و آب آبیاری و خصوصیات شیمیایی آن‌ها، آب مورد استفاده جهت آبیاری و شستشو و همچنین ریزگردهای موجود بر سطح برگ‌های گندم نیز جمع‌آوری و در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفتند (شکل ۲).

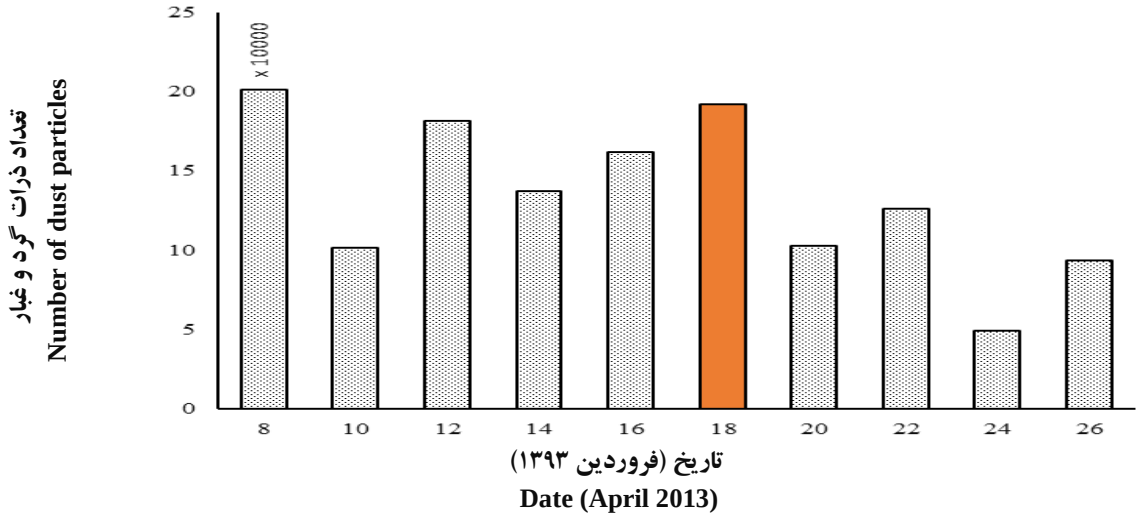


شکل ۱- تعداد ذرات ریزگرد موجود در یک مترمکعب هوا به تفکیک قطر ذرات (میکرومتر) در طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد در فصل زراعی ۹۳-۱۳۹۲ گندم

Figure 1. The number of dust particles and its diameter (microns) in the air during the wheat growing season 2013-2014

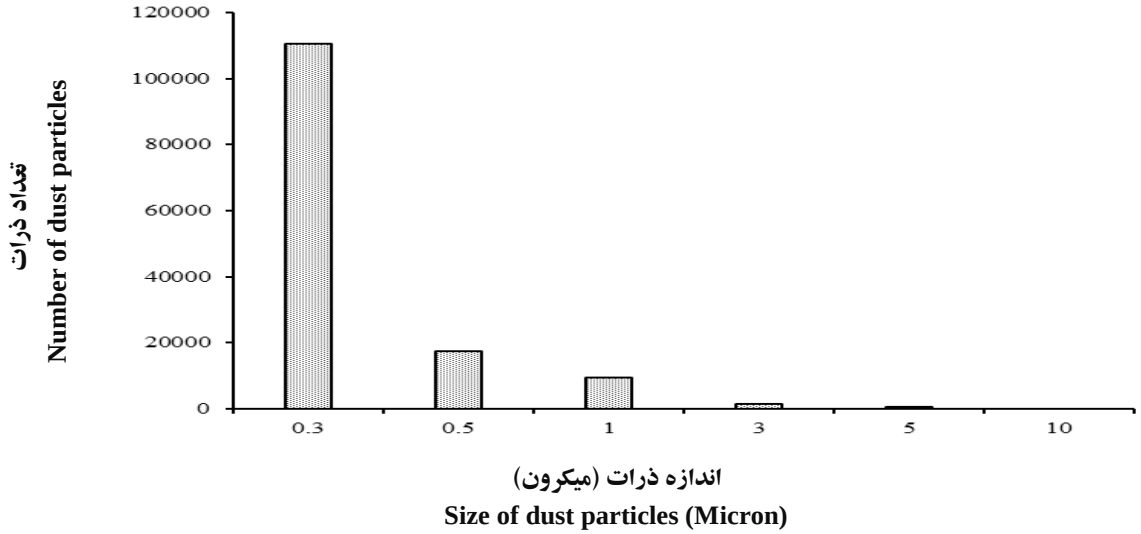
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تعداد کل ذرات ریزگرد موجود در سطح تاج پوشش گندم (بر حسب اندازه قطر ذرات) در روزهای قبل و بعد از اولین اعمال تیمار شستشوی برگ‌ها (روز اعمال تیمار با زمینه متفاوت مشخص شده است)

Figure 2. The total number of dust particles on the surface of wheat canopy (in diameter) at various times before and after treatment (The day of treatment is marked with different background)



شکل ۳- تعداد نسبی ذرات ریزگرد موجود بر روی تاج‌پوشش گندم در روز اعمال اولین تیمار شستشوی سطح برگ‌ها (۱۳۹۳/۱/۱۸)

Figure 3. The number of dust particles on the wheat canopy at the time of first leaves washing treatment. (2014/04/07)

در زمان رسیدگی در اوایل تیرماه عملکرد دانه و اجزاء آن و زیست‌توده پس از حذف اثر حاشیه توسط برداشت یک مترمربع از هر کرت اندازه‌گیری شدند. به این منظور در هر کرت با توزین وزن کل سطح برداشت‌شده (یک مترمربع)، عملکرد زیست‌توده محاسبه شد. در ادامه ابتدا سنبله‌ها از بقیه اندام‌های گیاه جدا گردید. پس از شمارش تعداد آن‌ها، تعداد سنبله در مترمربع به‌دست آمد. سپس ۱۰ سنبله به‌طور تصادفی انتخاب‌شده و تعداد دانه در تمامی آن‌ها اندازه‌گیری گردید و متوسط آن جهت صفت تعداد دانه در سنبله لحاظ شد. پس از خرمنکوبی و بوجاری

www.SID.ir

Archive of SID

تمامی سنبله‌های به‌دست آمده از یک مترمربع و توزین آن‌ها، عملکرد دانه محاسبه گردید و با توزین سه تکرار تصادفی هزارتایی و گرفتن میانگین آن‌ها وزن هزار دانه نیز محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری برخی صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی مؤثر در شکل‌گیری عملکرد دانه، ۱۴ روز بعد از گلدهی (سه روز بعد از آبیاری و شستوی چهارم تاج‌پوشش) این صفات مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. در مورد صفات بیوشیمیایی، در این زمان از هر کرت تعداد ۱۰ عدد برگ پرچم به‌صورت تصادفی انتخاب‌شده و پس از آن به سرعت در نیتروژن مایع منجمدشده و پس از انتقال به آزمایشگاه تا زمان آزمایش در فریزر ۸۰- درجه‌سانتی‌گراد نگهداری شدند. در ادامه، غلظت گیرنده‌های نوری (کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها) برگ پرچم طبق روش Lichtenthaler and Wellburn (1983) و غلظت پروتئین‌های محلول برگ پرچم طبق روش Bradford (1975) اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ، در تاریخ ۱۴ روز بعد از گلدهی، در هر کرت ابتدا دو عدد برگ پرچم را جدا نموده و در کیسه فریزر قرار داده و روی یخ به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند. در ادامه این صفت طبق روش Barr and Weatherley (1962) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری صفات هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و راندمان تعرق برگ پرچم از دستگاه فتوسنتزمتر (LCi Portable، ساخت شرکت Bio Scientific Ltd کشور انگلستان) در تاریخ مذکور و در سطح مزرعه استفاده شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها توسط این دستگاه در ساعت ۱۰ الی ۱۲ صبح و در شدت نور ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری صفات حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II و شاخص زنده‌مانی برگ پرچم ارقام مورد بررسی نیز در زمان ۱۴ روز بعد از گلدهی از دستگاه استرس‌متر یا فلوریمتر (Poket PEA: Plant Efficiency Analyzer V. 1.02) بین ساعت ۱۰ تا ۱۲ صبح استفاده شد. در ادامه و به منظور تجزیه داده‌های به‌دست آمده از تحقیق حاضر، پس از تست نرمال بودن داده‌ها، جهت تجزیه آماری داده‌های آزمایش از نرم‌افزار SAS و MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری‌های تعداد و اندازه ذرات ریزگرد معلق در هوا نشان داد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳) که ذرات با قطر ۰/۵ میکرومتر دارای بیشترین مقدار و بیشترین نوسان در میان سایر ذرات در طی رشد در فصل بهار سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بودند. بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده در تاریخ‌های ۴، ۱۶ و ۱۳۹۳/۲/۲۸ (به ترتیب مرحله ساقه‌روی، متورم شدن غلاف سنبله و زمان گلدهی)، ۱۳۹۳/۳/۸ و ۱۳۹۳/۳/۱۲ (هر دو تاریخ مرحله رشد دانه) میزان ریزگردها در هوای منطقه افزایش چشم‌گیری داشتند (شکل ۱). میزان ذرات ریزگرد موجود در هوا در اواخر فروردین‌ماه به دلیل بارندگی‌های فصلی کاهش یافت، اما در اواخر اردیبهشت و خردادماه تعداد روزهای همراه با ریزگردها به‌طور معنی‌دار افزایش یافتند (شکل ۱).

به‌علاوه، در روزهای قبل و در روز اولین اعمال تیمار شبیه‌سازی اثرات آبیاری بارانی در تاریخ ۱۳۹۳/۰۱/۱۸ به دلیل نفوذ یک توده هوا حاوی ریزگرد در منطقه مورد بررسی مقدار این ذرات در سطح نسبتاً بالایی بود (شکل‌های ۱ و ۲). در این شرایط میزان ذرات ریزگرد با قطر ۰/۵ و ۰/۳ میکرومتر در روز اعمال تیمارها دارای مقادیر بسیار بالاتری در مقایسه با دیگر اندازه ذرات بودند (شکل ۳). با توجه به این‌که اندازه تقریبی دهانه روزنه‌ها در گندم ۲۵ × ۵۰ میکرومتر می‌باشد (Shu-guang *et al.*, 2016)، این ذرات قادر به نفوذ بین کرک‌ها و مسدود کردن روزنه‌ها بوده و می‌توانند از طریق کاهش روند تبادلات گازی، دریافت نور و آسیب به ساختار فتوسنتزی گیاه باعث کاهش سرعت فتوسنتز و درنهایت کاهش عملکرد گیاه شوند. این نتیجه‌گیری با یافته‌های Ricks and Williams (1974) و Nelson and Ilias (2007) نیز مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های آبی جمع‌آوری‌شده از روی تاج‌پوشش شسته‌شده و بدون شستشوی گندم (جدول ۱) نشان داد که وجود ذرات ریزگرد باعث افزایش میزان کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول گردید. pH محلول نیز افزایش یافت. در همین ارتباط Chturvedi *et al.* (2013) در بررسی خود عنوان کردند که ذرات ریزگرد حاوی مواد قلیایی می‌توانند با افزایش میزان قلیائیت، اثرات مستقیمی بر بافت برگ بگذارند. روی برگ گیاهان روزنه‌هایی وجود دارد که برگ از طریق آن تنفس و فتوسنتز انجام می‌دهد. در واقع ذرات ریزگرد با قرار گرفتن روی برگ‌ها، روزنه‌ها را می‌بندد و جلوی تعرق را می‌گیرند. در این حالت ممکن است تنفس بر فتوسنتز پیشی گیرد، تبادلات گازی و هدایت روزنه‌ای کاهش یابد و درنهایت منجر به کاهش سرعت فتوسنتز و عملکرد گردد. بنابراین اثر کاهنده ریزگردها به علت حضور فیزیکی این ذرات و چسبیدن این ذرات با سطح گیاه است که در قلیائیت بالاتر نیز این اتفاق بیشتر می‌افتد (Tisdale *et al.*, 1985). بنابراین وجود ذرات ریزگرد روی تاج‌پوشش گندم ممکن است سبب افت ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه شود.

پس از تجزیه واریانس داده‌ها و بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) رقم پیشگام با ۶/۹۱ تن در هکتار و رقم بهرنگ با ۴/۹۱ تن در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. در این شرایط نشست ذرات ریزگرد در سطح تاج‌پوشش به‌ترتیب سبب کاهش ۱۳، ۱۶ و ۲۸ درصدی عملکرد دانه رقم پیشگام، زرین و بهرنگ شد (جدول ۳). بین سه رقم گندم مورد بررسی (جدول ۲)، رقم پیشگام همچنین بیشترین وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله زایا در مترمربع و رقم بهرنگ کمترین مقدار این صفات را دارا بود. تیمار عدم شستشوی تاج‌پوشش در مقایسه با تیمار شستشوی تاج‌پوشش، موجب کاهش ۱۸ درصدی عملکرد دانه، دو درصدی وزن هزار دانه، سه درصدی تعداد دانه در سنبله و ۲۱ درصدی تعداد سنبله زایا در مترمربع گردید. بر این اساس به نظر می‌رسد که، تیمار شستشوی تاج‌پوشش بیشتر از طریق افزایش تعداد سنبله زایا در مترمربع موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با تیمار عدم شستشوی تاج‌پوشش شد (جدول ۲). وقوع ریزگردها همانند اثری که بر عملکرد دانه داشت، موجب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هر سه رقم شد. در همین ارتباط Singh *et al.* (2003) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین افزایش ذرات ریزگرد هوا با کاهش مقدار شاخص برداشت در گندم گزارش نمودند. با توجه به کاهش معنی‌دار شاخص برداشت ارقام مورد مطالعه گندم در اثر وقوع ذرات ریزگرد، احتمال می‌رود که این ذرات موجب کاهش شدیدتر عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد زیست‌توده می‌شوند. در شرایط تجمع ذرات ریزگرد در سطح برگ‌ها (تیمار عدم شستشوی تاج‌پوشش)، بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب با ۱۶/۹۲ و ۱۴/۱۳ تن در هکتار مربوط به ارقام پیشگام و بهرنگ بود. حذف ذرات ریزگرد در اثر شستشوی تاج‌پوشش موجب افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در رقم‌های مورد بررسی گردید. میزان افزایش عملکرد بیولوژیک در این شرایط در رقم پیشتاز (۱۱/۵ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو رقم دیگر بود. حذف ریزگردها از سطح تاج‌پوشش در اثر تیمار شستشوی تاج‌پوشش همچنین موجب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در هر سه رقم مورد بررسی گردید. بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت در تیمار شستشو و عدم شستشوی تاج‌پوشش به‌ترتیب مربوط به رقم‌های پیشگام و بهرنگ با میانگین ۴۹/۴۰ و ۲۳/۴۰ درصد بود (جدول ۳). بنابراین همان‌طور که نتایج نشان دادند (جدول ۳)، احتمالاً شستشوی تاج‌پوشش (یا آبیاری بارانی) در شرایط وقوع پدیده ریزگردها از طریق افزایش بیشتر عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک، موجب افزایش شاخص برداشت خواهد شد (Singh *et al.*, 2003).

www.SID.ir

Archi

جدول ۱- نتایج تجزیه نمونه‌های آبی جمع‌آوری‌شده از روی تاج‌پوشش شسته‌شده و بدون شستشوی گندم (میلی‌گرم بر لیتر)

Table 1. Results of water samples analysis of collected from the wheat canopy washed and without washing (mg/ lit)

کربنات Carbonate (Co_3)	بی‌کربنات Bicarbonate (Co_3H)	کلر Cl	سولفات Sulfate (So_4)	آنیون کل Total Anions	کلسیم + منیزیم Ca + Mg	سدیم Na	کاتیون کل Total Cations	اسیدیته pH	نمونه آب Water samples
میلی‌گرم در لیتر (mg/lit)									
0	0.4	1.23	0.01	2.22	2.1	0.05	2.22	6.80	آب شستشو Water rinse
0	0.6	2.23	0.18	9.40	7.8	0.63	9.40	6.90	نمونه ریزگرد Dust samples

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم و شستشوی تاج‌پوشش بر عملکرد دانه و اجزاء آن در سه رقم گندم در شرایط وقوع طبیعی ذرات ریزگرد و حذف آن‌ها از طریق شستشوی تاج‌پوشش

Table 2. Mean comparison of cultivar and canopy washing on grain yield and its related traits in three wheat cultivars under natural occurrence of air dusts and removing them by washing treatment

تعداد سنبله‌های زایا در مترمربع Number spike m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	وزن هزار دانه (گرم) Thousand grain weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (ton ha^{-1})	فاکتورهای مورد بررسی Investigated Factors	
424.15^{a}	50.75^{a}	56.11^{a}	6.91^{a}	پیشگام Pishgam	ارقام گندم Wheat Cultivars
387.17^{b}	49.54^{b}	54.58^{b}	6.20^{b}	زرین Zarin	
313.12^{c}	37.16^{c}	41.15^{c}	4.97^{c}	بهرنگ Behrang	
414.8^{a}	46.53^{a}	53.38^{a}	6.61^{a}	شستشو Washed	تیمار شستشوی تاج‌پوشش Canopy washing treatment
328.8^{b}	45.10^{b}	51.84^{a}	5.43^{b}	عدم شستشو Non washed	
21	3	2	18	درصد کاهش ناشی از تیمار عدم شستشو Reduction percentage due to non-washed treatment	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's method at five percentage probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × شستشوی تاج‌پوشش بر عملکرد دانه و برخی صفات مرتبط با آن در سه رقم گندم در شرایط وقوع طبیعی ذرات ریزگرد و حذف آن‌ها از طریق شستشوی تاج‌پوشش

Table 3. Mean comparison of interaction between cultivar and canopy washing on biological yield, grain yield and harvest index in three wheat cultivars under natural occurrence of air dusts and removing them by canopy washing treatment

ارقام گندم Wheat Cultivars	شستشوتاج‌پوشش Canopy Washing	عملکردبیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ton/ha)(	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ton/ha)(	درصد کاهش ناشی از تیمار عدم شستشو Reduction percentage due to non-washed treatment	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
پیشگام Pishgam	شستشو Washed	18.87[a]	7.377	13	49.40[a]
	عدم شستشو Non washed	16.92[b]	6.440		41.06[b]
زرین Zarin	شستشو Washed	17.02[b]	6.720	16	43.79[b]
	عدم شستشو Nonwashed	16.13[c]	5.67		28.98[cd]
بهرنگ Behrang	شستشو Washed	14.54[d]	5.77	28	32.01[c]
	عدم شستشو NonWashed	14.13[e]	4.17		23.40[d]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's method at five percentage probability level.

مقایسه میانگین اثر تیمار شبیه‌سازی اثرات آبیاری بارانی توسط شستشوی سطح تاج‌پوشش نشان داد (جدول‌های ۴ و ۵) که این تیمار به‌طور معنی‌داری سبب افزایش صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مورد بررسی در این تحقیق (به غیر از راندمان تعرق و محتوی نسبی آب برگ‌ها) گردید. به گونه‌ای که صفات مورد مطالعه در تیمار عدم شستشوی تاج‌پوشش کمترین و در تیمار شستشوی تاج‌پوشش بیشترین میزان را دارا بودند. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم با شستشوی تاج‌پوشش نشان داد که بیشترین میزان صفات فیزیولوژیک مانند: سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و شاخص زنده‌مانی برگ‌ها به‌ترتیب با مقادیر: ۲۰/۳۶ (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)، ۷۸ (مول بر مترمربع بر ثانیه) و ۰/۴ و صفات بیوشیمیایی مانند: غلظت پروتئین‌های محلول، کلروفیل b و کارتنوئیدهای برگ پرچم به‌ترتیب با مقادیر: ۲۷۵ (میلی‌گرم در گرم وزن تازه) و ۲۷/۰۳ و ۹/۲۴ (میکروگرم بر میلی‌لیتر عصاره) مربوط به رقم پیشتاز و در تیمار شستشوی تاج‌پوشش و کمترین مقادیر این صفت‌ها در تیمار عدم شستشوی تاج‌پوشش مربوط به رقم بهرنگ بود. در همین ارتباط در رقم پیشگام سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای به‌ترتیب از ۱۶/۱۲ (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) و ۱۶ (مول بر مترمربع بر ثانیه) در شرایط عدم شستشوی تاج‌پوشش به ۲۰/۳۶ (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)، ۷۸ (مول بر مترمربع بر ثانیه) در شرایط اعمال تیمار شستشوی تاج‌پوشش افزایش یافت (جدول‌های ۴ و ۵). بنابراین وقوع ریزگردها در این بررسی موجب کاهش ۲۱ درصدی سرعت فتوسنتز و ۸۰ درصدی هدایت روزنه‌ای رقم پرعملکرد پیشتاز گردید. در هر سه رقم وقوع ریزگردها به‌طور متوسط موجب کاهش ۱۳ درصدی سرعت فتوسنتز شد. همچنین تیمار عدم شستشوی تاج‌پوشش سبب کاهش ۱۲ درصدی غلظت کلروفیل a برگ‌ها گردید (جدول ۵).

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × شستشوی تاج‌پوشش بر برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک سه رقم گندم در شرایط وقوع طبیعی ذرات ریزگرد و حذف آن‌ها از طریق شستشوی تاج‌پوشش

Table 4. Mean comparison of interaction between cultivar and canopy washing on some biochemical and physiological characteristics in three wheat cultivars under natural occurrence of air dusts and removing them by canopy washing treatment

ارقام گندم Wheat cultivars	شستشوی سطح برگ‌ها Leaves washing	پروتئین‌های محلول برگ پرچم (میلی گرم بر گرم وزن تر) Soluble protein of flag leaf (mg/g fw)	کلروفیل b (میکروگرم بر میلی‌لیتر) Chlorophyll b (µg/ml)	کاروتنوئیدها (میکروگرم بر میلی‌لیتر) Carotenoids (µg/ml)	شاخص زنده‌مانی Performance index	محتوای نسبی آب برگ (درصد) Relative water content (%)	سرعت فتوسنتز (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) Photosynthesis rate ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای (مول بر مترمربع بر ثانیه) Stomatal conductivity ($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)
پیشگام Pishgam	شستشو Wash	275.0^{a}	27.03^{a}	9.24^{a}	0.40^{a}	74.7^{ab}	20.36^{a}	78^{a}
	عدم شستشو Non wash	217.6^{b}	21.95^{b}	7.2^{c}	0.27^{b}	86.44^{a}	16.12^{b}	16^{e}
زرین Zarin	شستشو Wash	218.3^{b}	22.16^{b}	7.6^{b}	0.28^{b}	69.29^{b}	14.08^{b}	63^{b}
	عدم شستشو Non wash	197.7^{c}	18.55^{c}	6.61^{d}	0.20^{c}	70.69^{b}	13.66^{b}	30^{d}
بهرنگ Behrang	شستشو Wash	180.4^{d}	17.50^{c}	6.2^{e}	0.16^{c}	84.12^{a}	15.89^{b}	79^{a}
	عدم شستشو Non wash	154.6^{e}	14.62^{d}	5.19^{f}	0.04^{d}	63.30^{c}	13.78^{b}	43^{c}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's method at five percentage probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رقم و شستشوی تاج‌پوشش بر برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم گندم در شرایط وقوع طبیعی ذرات ریزگرد و حذف آن‌ها از طریق شستشوی تاج‌پوشش

Table 5. Mean comparison of cultivar and canopy washing on some physiological characteristics in three wheat cultivars under natural occurrence of air dusts and removing them by canopy washing treatment

فاکتورهای مورد بررسی Investigated Factors		کلروفیل a (میکرو گرم بر میلی‌لیتر) Chlorophyll a (µg/ml)	حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II Fv/Fm	راندمان تعرق (درصد) Transpiration efficiency(%)
ارقام گندم Wheat Cultivars	پیشگام Pishgam	25.02[a]	9.49[a]	14.95[a]
	زرین Zarin	20.61[b]	7.91[b]	13.59[a]
	بهرنگ Behrang	16.39[c]	6.52[c]	13.23[a]
تیمار شستشوی تاج‌پوشش Canopy washing treatment	شستشو Washed	21.98[a]	8.57[a]	14.60[a]
	عدم شستشو Non washed	19.36[b]	7.38[b]	13.10[a]
	درصد کاهش ناشی از تیمار عدم شستشو Reduction percentage due to non-washed treatment	12	14	10.3

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's method at five percentage probability level.

همان‌گونه که نتایج نشان دادند حضور ذرات ریزگرد در سطح برگ‌ها بر عملکرد دانه، صفت‌های مورد بررسی فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه اثر منفی گذاشتند. در واقع ریزگردها به مرور زمان روی گیاه به ویژه سطح برگ‌ها نشست کرده و از طریق اختلال در کارایی این بخش از گیاه موجب کاهش سرعت فتوسنتز و نهایت کاهش عملکرد دانه خواهند شد. نتایج به‌دست آمده با یافته‌های Priyanka and Mishra (2013) و Santosh Kumar(2012) در خصوص بسته شدن روزنه‌ها در شرایط هجوم ذرات ریزگرد و به دنبال آن کاهش هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز گیاه و عملکرد دانه مطابقت دارد. Kurpa and Lickert (1989) نیز کاهش عملکرد دانه را در این شرایط بیشتر به دلیل کاهش سرعت فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولید مواد پرورده برای رشد رویشی، گلدهی و رشد دانه در اثر آلودگی هوا گزارش نمودند. این محققین گزارش نمودند که در شرایط آلودگی هوا، روزنه‌های گیاهان بسته‌شده، غلظت CO_2 اتاقک روزنه کاهش پیدا کرده و درنهایت منجر به کاهش سرعت فتوسنتز و درنهایت عملکرد گیاه می‌شود. کاهش محتوی رنگیزه‌های گیاهی با توجه به نقش بسیار مهم آن‌ها در به دام انداختن نور جهت فتوسنتز نیز می‌تواند یکی از دلایل بسیار مهم در کاهش سرعت فتوسنتز در این شرایط باشد. در این ارتباط Takashi (1995) گزارش نمود گیاهانی که در معرض ذرات ریزگرد قرار می‌گیرند با خطر کاهش مزمن فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولید مواد فتوسنتزی مواجه می‌شوند. گیاهان برای رشد رویشی و زایشی مناسب و تولید عملکرد نیازمند مواد فتوسنتزی می‌باشند. با توجه به وقوع ریزگردها در منطقه مورد بررسی در سرتاسر فصل بهار و در زمان شکل‌گیری هر سه جزء عملکرد گندم (شامل: وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع)، می‌توان انتظار داشت هر سه جزء به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر این تنش قرار

www.SID.ir

Archive of SID

گیرند. Slafer *et al.* (2015) گزارش نمودند که در گندم وقوع هر گونه تنش در مراحل رشد رویشی تا گلدهی از طریق تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله و از گلدهی به بعد از طریق وزن هزار دانه عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به کاهش معنی‌دار سرعت فتوسنتز در اثر وقوع ریزگردها و رقابت بین اجزاء عملکرد جهت استفاده از مواد فتوسنتزی محدود در فصل بهار، در این بررسی تعداد سنبله زایا در مترمربع بیشتر از سایر اجزاء عملکرد تحت تأثیر قرار گرفت و بیشتر کاهش یافت (جدول ۲). در ارتباط با اثر ریزگردها بر محتوی گیرنده‌های نوری، Ibrahim and El-Gaely (2012) و Behrouzi *et al.* (2017) نیز در تحقیقات خود روی گیاهان مختلف موافق با نتایج این تحقیق گزارش نمودند که در شرایط وقوع ذرات ریزگرد، غلظت کلروفیل a، b و کاروتنوئیدهای برگ که در فتوسنتز گیاه نقش کلیدی دارند، به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد. کاهش هدایت روزنه‌ای مخصوصاً در طول روز از طریق کاهش تعرق موجب افزایش دمای برگ‌ها می‌شود (Bunce, 2000). همان‌طور که گفته شد وقوع ریزگردها در این تحقیق در طول فصل رشد گندم در بهار موجب کاهش هدایت روزنه‌ای شد. Shi *et al.* (2014) گزارش نمودند که افزایش دمای برگ می‌تواند سبب کاهش محتوی رنگیزه‌ها و کاهش توان فتوسنتزی گیاه شود. از طرف دیگر کاهش شدت نور رسیده به برگ‌ها نیز ممکن است روند تولید رنگیزه‌های فتوسنتزی را کند نماید.

افزایش حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II (۱۶ درصدی) و شاخص زنده‌مانی برگ‌ها (جدول‌های ۴ و ۵) تحت تأثیر تیمار شستشوی تاج‌پوشش با نتایج آزمایش Ibrahim and El-Gaely (2012) مطابقت داشت. فتوسیستم II نقش بسیار مهمی در فتوسنتز گیاهان عالی دارد. تنش‌های محیطی اغلب از طریق کاهش کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II سبب کاهش سرعت فتوسنتز می‌شوند. از جمله بارزترین واکنش‌های گیاهان به عوامل تنش‌زا افت فتوسنتز ناشی از اختلال در فعالیت فتوسیستم II می‌باشد. احتمال می‌رود علت افزایش حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II در برگ‌های گندم، تحت تیمار شستشوی برگ‌ها به دلیل ورود بیشتر گاز دی‌اکسیدکربن به برگ‌ها باشد که درنهایت موجب می‌شود که نور واردشده به برگ‌ها بیشتر وارد مسیر فتوشیمیایی‌شده و کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II در این شرایط به‌طور معنی‌دار افزایش یابد و در ادامه موجب افزایش شاخص زنده‌مانی برگ‌ها نیز می‌شود. در مقابل، در تیمار عدم شستشو احتمالاً به دلیل کاهش ورود دی‌اکسیدکربن به برگ‌ها در اثر مسدود شدن روزنه‌ها، نور واردشده به فتوسیستم II، بیشتر وارد مسیرهای غیرفتوشیمیایی‌شده و در بلندمدت موجب کاهش کارایی این فتوسیستم و شاخص زنده‌مانی برگ‌ها در این تیمار می‌گردد. از طرفی تراکم ریزگردها و انباشته شدن آن روی برگ‌ها علاوه بر تأثیرگذاری بر کم شدن شدت نور رسیده به برگ، از طریق پوشاندن سطح برگ‌ها، سیستم کربن‌گیری برگ‌ها را نیز با اختلال مواجه می‌سازد. این تغییرات موجب آسیب به سیستم فتوسنتزی و کاهش کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II می‌شود (Nelson and Ilias, 2007).

برخلاف سایر صفات مورد بررسی، تغییرات محتوی نسبی آب برگ تحت تیمارهای شستشو و عدم شستشوی تاج‌پوشش، روند یکسانی نداشت (جدول ۴). در این شرایط، برعکس رقم بهرنگ، تیمار شستشوی تاج‌پوشش سبب کاهش معنی‌دار محتوی نسبی آب برگ در رقم پیشگام از ۸۶/۴ درصد در تیمار عدم شستشو به ۷۴/۷ درصد شد. تیمار شستشوی تاج‌پوشش در مقایسه با تیمار عدم شستشو اثر معنی‌داری بر محتوی نسبی آب برگ رقم زرین نداشت. کاهش هدایت روزنه‌ای تحت تأثیر نشست ذرات ریزگرد بر سطح برگ‌ها همان‌طور که در جدول ۴ دیده می‌شود به احتمال زیاد عامل اصلی افزایش محتوی نسبی آب برگ رقم پیشگام می‌باشد.

علی‌رغم روند تغییرات متفاوت محتوی نسبی آب برگ‌ها در تیمارهای شستشو و عدم شستشوی تاج‌پوشش در رقم‌های مورد مطالعه، محتوی نسبی آب برگ به نظر بسیاری از محققین مطمئن‌ترین شاخص در مطالعه روابط آبی برگ و شاخص مناسبی جهت بررسی سلامت برگ

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد (Wang and Clarke, 1993). در این رابطه Chturvedi *et al.* (2013) نشان دادند که همانند آنچه که در مورد رقم بهرنگ دیده شد، تجمع ذرات ریزگرد بر سطح برگ‌ها باعث کاهش محتوی نسبی آب برگ گردید. بر اساس نتایج به دست آمده در مناطق تحت تأثیر ریزگردها در این بررسی، احتمال می‌رود تیمار شستشوی تاج‌پوشش از طریق آبیاری بارانی در مقایسه با روش‌های سنتی آبیاری (مانند روش شیاری) بتواند با کاهش اثرات منفی ذرات ریزگرد بر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه موجب جلوگیری از کاهش عملکرد دانه شود.

نتیجه‌گیری

رقم بهرنگ (رقم دوروم) در مقایسه با رقم‌های پیشگام و زرین (گندم نان) به وقوع ریزگردها حساس‌تر بود. با توجه به این‌که اغلب ذرات ریزگرد موجود در هوا در شرایط هجوم ریزگردها قطر کمتر از پنج میکرومتر دارند، این ذرات به راحتی قادر به مسدود نمودن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش ورود CO_2 به اتاقک روزنه و خروج بخار آب از آن و افزایش دمای برگ‌ها و کاهش سرعت فتوسنتز و درنهایت کاهش عملکرد گیاه می‌باشند. انتخاب راه‌کارهای مناسب جهت کاهش تأثیر منفی ریزگردها از جمله آبیاری بارانی جهت شست و شوی سطح برگ در مزرعه و کاهش اثرات منفی آن بر گیاه و رسیدن به عملکرد بالاتر در گندم به‌عنوان یک محصول استراتژیک در مناطقی که ذرات ریزگرد در طول فصل رشد آن در هوا افزایش می‌یابد (مانند مناطق غربی کشور و از جمله منطقه کرمانشاه) ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین با توجه به این‌که شهرهای غربی کشور به خصوص استان کرمانشاه عموماً تحت تأثیر هجوم ذرات ریزگرد می‌باشند و با توجه به آثار زیانبار آن‌ها بر محصولات زراعی پیشنهاد می‌شود جهت به حداقل رساندن آثار مخرب آن از آبیاری بارانی جهت زدودن ریزگردها استفاده شود.

References

Akbari, S. (2011). Dust storms, sources in the Middle East and economic model for survey its impacts. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 227-233.

Armbrust, D. V. (1986). Effect of particulates (Dust) on cotton growth, photosynthesis, and respiration. *Agronomy Journal*, 78(6), 1078-1081.

Barr, H. D. and Weatherley, P. E. (1962). Are-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Biological Science*, 15(3), 413-428.

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. *Journal of Arid Land*, 4(4), 349-356.

Behrouzi, M., Nouri, H., Bazgeer, S., Nejatian, M. A. and Akhzari, D. (2017). Reduction of the impact of dust on quantitative and qualitative characteristics of white seedless grape variety by washing with D-Octil. *Plant Productions*, 40(2), 1-10. [In Farsi]

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein dye binding. *Annals of Biochemistry*, 72(2), 248-254.

Bunce, J. A. (2000). Response of stomatal conductance to light, humidity and temperature in winter wheat and barley grown at three concentrations of carbon dioxide in the field. *Global Change Biology*, 6(4), 371-382.

Chauhan, A. (2010). Photosynthetic pigment changes in some selected trees induced by automobile exhaust in Dehradun, Uttarakhand. *New York Science Journal*, 3(2), 45-51.

www.SID.ir

Archive of SID

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. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(1), 383-391.

Fallah, M., Vafaei, A., Kheikhah, M. and Ahmad, F. (2014). Synoptic monitoring and analysis of the phenomenon of dust using remote sensing and GIS Case Study: Dust June 18, 2012. *Scientific Research Quarterly of Geographical Data*, 23(91), 70-80. [In Farsi]

Ibrahim, M. M. and El-Gaely, G. A. (2012). Short-term effects of dust storm on physiological performance of some wild plants in Riyadh, Saudi Arabia. *African Journal of Agricultural Research*, 7(47), 6305-6312.

Kafi, M., Lahootee, M., Zand, E., Shareefee, H. R. and Goldani, M. (2000). Plant physiology. Mashhad: Mashhad University, Jihad Daneshgahi Press. [In Farsi]

Kurpa, S. V. and Lickert, R. N. (1989). The greenhouse effect: Impacts of ultraviolet-B (UV-B) radiation, carbon dioxide (CO_2) and ozone (O_3) on vegetation. *Environmental Pollution*, 61(4), 263-392.

Lichtenthaler, H. and Wellburn, A. R. (1983). Determination of total carotenoids and chlorophyll a and chlorophyll b leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 603(11), 591-592.

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. *Journal of Climate*, 16(15), 2472-2490.

Malakootian, 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.

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, European Weed Research Society, Doorwerth.

Nelson, G. D. and Ilias, I. F. (2007). Effect of inert dust on olive leaf physiological parameters. *Environmental Science Pollutant Research*, 14(3), 212-214.

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 Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 2(6), 04-07.

Ricks, G. R. and Williams, R. J. H. (1974). Effects of atmospheric pollution on deciduous woodland part 2: Effects of particulate matter upon stomatal diffusion resistance in leaves of *Quercus Petraea* (Mattuschka) libel. *Environmental Pollution*, 6(2), 87-109.

Santosh Kumar, P. (2012). Ecological effect of airborne particulate matter on plants. *Environmental Skeptics and Critics*, 1(1), 12-22.

Sayyahi, N., Meskarbashee, M., Hassibi, P. and Shomeili, M. (2015). Effect of dust on chlorophyll fluorescence parameters and photosynthetic characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Ahvaz. *Journal of Plant Production Research*, 22(3), 277-293. [In Farsi]

Shi, C., Sun, G., Zhang, H., Xiao, B., Ze, B., Zhang N. and Wu, N. (2014). Effects of warming on chlorophyll degradation and carbohydrate accumulation of alpine herbaceous species during plant senescence on the tibetan plateau. *PLoS ONE*, 9(9), 1-10.

Shu-guang, W., Shou-shan, J., Dai-zhen, S., Hua, F., Xiao-ping, C. and Rui-lian, J. (2016). Mapping QTLs for stomatal density and size under drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 15(9), 1955-1967.

Singh, A., Agrawal, S. B. and Rathore, D. (2003). Growth responses of wheat (*Triticum aestivum* L. var. HD 2329) exposed to ambient air pollution under varying fertility regimes. *The Scientific World Journal*, 3(20), 799-810.

www.SID.ir

Archive of SID

Slafer, G. A., Elia, M., Savin, R., Garcia, R. A., Terrile, I. I., Ferrante, A., Miralles, D. J. and Gonzalez, F. G. (2015). Fruiting efficiency: An alternative trait to further rise wheat yield. *Food and Energy Security*, 4(2), 92-109.

Squires, V. R. (2001). Dust and sandstorms: An early warning of impending disaster. In Y. Youlin, V., Squires, & L. Qi, (Eds.), *Global alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands* (pp. 125-135). Bangkok, Thailand: United Nations Building.

Takashi, H. (1995). Studies on the effects of dust on photosynthesis of plant leaves [in Japanese], laboratory, of environmental control in biology, college of agriculture. *Environmental Pollution*, 89(3), 255-261.

Tisdale, S. L., Nelson, W. L. and Beaton, J. D. (1985). *Soil fertility and fertilizers*. United Kingdom: Collier Macmillan Publishers.

Torahi, A. and Arzani, K. (2017). Studying the effects of dust on date palm (*phoenix dactylifera* L.) pollination and fruit set. *Plant Productions*, 40(2), 63-75. [In Farsi]

Wang, H. and Clarke, J. M. (1993). Relationship between excised-leaf water loss and stomatal frequency in wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 73(1), 93-99.

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

www.SID.ir