

Research Article

Agricultural Engineering., 46(2) (2023) 215-229

DOI: 10.22055/AGEN.2023.44728.1682

ISSN (P): 2588-526X

ISSN (E): 2588-5944

Effect of different agricultural managements on the reduction of dust damage on wheat yield

F. Meskini-Vishkaee^{1,*} and A.R. Jafarnejhadi²

1. Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran.
2. Associate Professor, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran.

Received: 5 September 2023 Accepted: 20 November 2023 *Corresponding Author: fatemeh.meskini@yahoo.com

Abstract

Introduction: In Iran, salinity is a pervasive and limiting Factor of agricultural sustainable production. Plants in saline conditions are exposed to limited absorption of nutrients, water and toxicity of some elements and subsequently, their yield will be affected by salinity. Moreover, dust storms in arid and semi-arid climates are one of the most important environmental and pollution problems, as they directly and indirectly reduced the quality and quantity of agricultural products. Dust occurrence frequency in the country, especially in the western and southwestern regions increased in the last decades. Hence, increased dust occurrence frequency and intensity during the growth period of agricultural crops is one of the most substantial risks in agricultural sustainable production in Khuzestan province. Thus, the aim of the study was to investigate the effects of dust occurrence and farm management practices applied to reduce the effects of this stress on wheat yield indices as a strategic agricultural product in ahvaz.

Materials and Methods: This study was carried out in Khuzestan province in a calcareous and saline soil with clay loam texture under wheat cultivation (Barat cultivar) as a split plot experiment in a randomized complete blocks design with three replications. Two agricultural farm managements included 1) the custom of the farmer (traditional farming) and 2) nutrition management (soil test, soil balanced and complementary nutrition) based on plant phenological growth stages. In each farm management operation, four leaf washing treatments including 1) without leaf washing, 2) leaf washing after the occurrence of dust phenomenon in the tillering stage, 3) leaf washing after the occurrence of dust phenomenon in the booting stage and 4) leaf washing after the occurrence of dust phenomenon in both the tillering and booting stages, in plots with an area of 20 m² were applied in three replicates. At the end of the growth season, wheat yield indices involved thousand kernel weight, number of grains per spike, biomass weight, grain yield and the number of tillers per square meter in different treatments were determined. SAS v.9.1 statistical software and Duncan's multiple range test were used to compare the means of the studied treatments.



Results and Discussion: The results showed that the highest wheat grain yield was observed in the treatment of balanced nutrition management and leaf washing after dust occurrence at two wheat growth stages (5180 kg ha^{-1}), while the least wheat grain yield was in the traditional management and no leaf washing treatment (2830 kg ha^{-1}). The interactions of farm management practices and different leaf washing treatments on biomass, grain yield, harvest index, thousand kernel weight and number of tillers per square meter were significant ($p < 0.01$). In the traditional management of the farmer, using the plant leaves washing at only one wheat growth stage after the occurrence of dust caused about 30% increase in wheat grain yield on average (24 and 35% increase in grain yield as a result of leaf washing after dust, respectively, in the tillering and booting stages). While in the traditional management and leaf washing at both two stages of wheat growth, it increased the wheat grain yield by 43%. In addition, the results showed that by using balanced nutrition management without leaf washing, wheat grain yield and harvest index increased by 10 and 9%, respectively. Application of balanced nutrition and leaf washing after the dust occurrence at both two wheat growth stages (tillering and booting) caused 32, 59, 21 and 11% increase in biomass, grain yield, harvest index and thousand kernel weight of wheat.

Conclusion: Based on the results of this research, it was found that the use of different management operations in the farms, such as balanced nutrition of the crop based on the plant growth phenological stages and the leaves washing after the occurrence of dust, can significantly reduce the damage of wheat yield caused by the occurrence of dust. However, it should be noted that despite the positive and significant effect of washing the plant leaf surface after the occurrence of dust phenomenon on reducing wheat yield damage, the time of leaves washing application is very important. Because if immediately after washing the leaf surface of the plant, the dust phenomenon occurs again, the wetness of the plant leaf surface causes more dust particles to deposit on it and the damage caused by dust on wheat yield indices increases.

Key words: *Balanced nutrition , dust, environmental stresses, leaf washing, sustainable agriculture*

تأثیر مدیریت‌های مختلف زراعی بر کاهش خسارت ریزگرد بر عملکرد گندم

فاطمه مسکینی ویشکایی^{۱*} و علیرضا جعفرنژادی^۲

۱- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز، ایران

۲- دانشیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

نوع مدیریت مزارع گندم و زمان وقوع پدیده ریزگرد بر میزان خسارات ناشی از تنش ریزگرد بر محصول گندم بسیار تأثیرگذار است. لذا، این مطالعه به منظور بررسی اثرات ریزگرد و مطالعه روش‌های مدیریتی اعمال شده برای کاهش اثرات این تنش بر شاخص‌های عملکرد گندم در یک خاک آهکی و شور در اهواز انجام شد. این مطالعه به صورت بلوک‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو نوع مدیریت زراعی شامل شاهد (عرف زارع)، و مدیریت تغذیه (براساس آزمون خاک و تغذیه تکمیلی گیاه در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه) و چهار تیمار بدون برگشویی، برگشویی بعد از وقوع پدیده ریزگرد در مرحله پنجه‌زنی، در مرحله سنبله‌رفتن و در دو مرحله پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن در کرت‌هایی با سطح ۲۰ متر مربع در سه تکرار انجام شد (۲۴ کرت). نتایج نشان داد که در مدیریت عرف زارع، با استفاده از شستشوی سطح گیاه در یک مرحله رشد پس از وقوع ریزگرد به طور متوسط موجب افزایش ۳۰ درصد عملکرد دانه گندم شد (۲۴ و ۳۵ درصد افزایش عملکرد دانه در اثر برگشویی پس از ریزگرد به ترتیب در مرحله پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن). در حالی که مدیریت عرف زارع و برگشویی در هر دو مرحله رشد گندم (پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن)، موجب افزایش ۴۳ درصد عملکرد دانه گندم شد. با استفاده از مدیریت تغذیه متعادل بدون برگشویی، عملکرد دانه گندم و شاخص برداشت به-ترتیب ۱۰ و ۹ درصد افزایش یافت. کاربرد تغذیه متعادل و برگشویی در هر دو مرحله رشد گندم پس از وقوع پدیده ریزگرد موجب ۳۲، ۵۹، ۲۱ و ۱۱ درصد افزایش در زیست‌توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزاردانه گندم گردید. براساس نتایج این پژوهش می‌توان با استفاده از تغذیه متعادل براساس مراحل فنولوژیکی رشد گیاه و شستشوی برگ‌ها پس از وقوع پدیده ریزگرد، خسارت عملکرد گندم ناشی از ریزگرد را به طور قابل توجهی کاهش داد.

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۴

پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۸/۲۹

کلمات کلیدی:

برگشویی،

تغذیه متعادل،

تنش‌های محیطی،

ریزگرد،

کشاورزی پایدار

* عهده دار مکاتبات

Email: fatemeh.meskini@yahoo.com

مقدمه

گرد و غبار یا ریزگرد توده‌ای از ذرات جامد ریز غبار و گاه دود است که در جو پخش شده و دید افقی را محدود می‌کند (۱۶). از عواملی که در ایجاد گرد و غبار نقش دارند می‌توان تغییرات شدید فشار هوا، نیروی شتاب عرضی ناشی از حرکت وضعی زمین، تأثیر خط ناپایدار در بیابان‌های کشورهای همسایه، فقر پوشش گیاهی منطقه، خشکسالی شدید، وقوع جنگ، بافت و ساختمان خاک، کانالیزه شدن جریان‌های هوا در اثر توپوگرافی، الگوهای سینوپتیکی وزش بادهای شدید و ناگهانی و پدیده بادی شدید اشاره نمود (۸). نوع عملکرد در مدیریت اراضی و منابع آب، احداث سد، انحراف مسیر رودخانه و برداشت بی رویه آب نیز می‌تواند در ایجاد این پدیده موثر باشد (۸).

فراوانی وقوع پدیده ریزگرد در کشور به ویژه در مناطق غربی و جنوب غربی در دهه‌های اخیر افزایش یافته است. وقوع ریزگرد در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی و آلودگی است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم باعث کاهش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی می‌شود. در تأثیر مستقیم فعالیت‌های مختلف و حیاتی گیاه مانند فتوسنتز، تبخیر و تعرق و تنفس تحت تأثیر قرار می‌گیرد و در تأثیر غیر مستقیم، بازار پسندی، کیفیت و در آمد نهایی محصول متأثر می‌شود (۱۵ و ۲۰). آثار گرد و غبار بر رشد و عملکرد گیاهان با توجه به میزان گرد و غبار و نوع گیاه متفاوت است. کاهش حدود ۵ تا ۳۰ درصدی تولیدات کشاورزی در اثر وقوع پدیده ریزگرد گزارش شده است (۲۶). این تأثیر بر سطح برگ که مهم‌ترین بخش انجام فعالیت‌های حیاتی گیاه مانند فتوسنتز، تعرق و تنفس است، اهمیت بیشتری دارد.

ذرات ریزگرد 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 در پایان کاهش عملکرد

محصولات زراعی می‌شوند (۶). شریفی و همکاران^۱ (۲۵) اثرات سوء ریزگردها بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گندم را در استان کرمانشاه بررسی نمودند (۲۵). نتایج این پژوهشگران نشان داد که بسته شدن روزنه‌ها در اثر رسوب ذرات ریزگرد دلیل اصلی کاهش هدایت روزنه‌ای و در نتیجه کاهش سرعت فتوسنتز برگ‌ها و عملکرد دانه گندم است.

در دهه اخیر علاوه بر گسترش مناطق تحت تأثیر پدیده ریزگردها در کشور، تعداد و شدت آن‌ها هم به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است (۲۷). تعداد روزهای توام با طوفان‌های گرد و غباری در استان خوزستان معمولاً بیش از ۱۵ روز در سال است (۱۴ و ۲۱). بیش‌ترین تعداد روزهای گرد و غباری در سال ۱۳۸۸ در استان خوزستان به تعداد ۱۰۲ روز رخ داده است. میانگین حداکثر غلظت کل ذرات معلق در استان خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۸۸ برابر 1615 ± 7576 میکروگرم در مترمکعب بوده است. آمارها حاکی از آن است که طولانی‌ترین رخداد گرد و غبار در اهواز ۱۴۴ ساعت و هر رخداد گرد و غبار به‌طور متوسط $22/98 \pm 32/6$ ساعت دوام داشته است (۲۴).

استان خوزستان یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی ایران است که در کانون اصلی آسیب ناشی از پدیده گرد و غبار قرار دارد. استان خوزستان با دارا بودن بیش از ۴۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت گندم آبی با میانگین عملکرد چهار تن هکتار نقش بسزایی در تولید گندم در کشور دارد (۱). بنابراین، زیان وارد شده به بخش کشاورزی در این استان سهم عمده‌ای را به خود اختصاص خواهد داد. این پدیده کاهش کیفیت زندگی، تهدید سلامت مردم، کاهش کیفیت هوا، کاهش ایمنی راه‌های ارتباطی، کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی را در پی داشته است (۲). برآوردها حاکی از آن است که پدیده ریزگرد در سال ۱۳۸۸ موجب خسارتی در حدود ۷ الی ۱۷ میلیون تن به تولیدات زراعی و باغی استان خوزستان و بیش از ۱۸۸۲ میلیارد ریال خسارت در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ گردیده

خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد (۲۴ کرت) (شکل ۱).

قبل از کشت گندم، به منظور بررسی وضعیت خاک و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری کرت‌های آزمایشی به صورت مرکب نمونه‌برداری شد. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و آب آبیاری محل اجرای پژوهش در جدول-های ۱ و ۲ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که خاک مورد مطالعه شور است ($EC > 4 \text{ dS m}^{-1}$) و شوری خاک بیش از حد آستانه تحمل گندم به شوری است (6 dS m^{-1}). بافت خاک مورد مطالعه لوم رسی است و با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد آهک، جزء خاک‌های آهکی محسوب می‌شود.

تیمارها در کرت‌هایی با ابعاد ۵ در ۴ متر (با سطح ۲۰ مترمربع) با سه تکرار اعمال شدند. فاکتور اصلی تیمار مدیریت تغذیه و فاکتور فرعی اعمال برگشویی پس از وقوع پدیده ریزگرد در مراحل خاصی از رشد گندم بود.

دو تیمار مدیریت تغذیه شامل (۱) عرف زارع از نظر عملیات به‌زراعی (کشاورزی سنتی) و (۲) مدیریت تغذیه براساس آزمون خاک و تغذیه متعادل بودند (۱۸)

است (۱۳). شرایط خاص آب و هوایی، تبخیر بالا، میزان شوری، سطح ایستایی بالا، خشکسالی شدید، عدم وجود رواناب‌ها و سیلاب‌های حوضه‌های آبخیز بالادست، چرای شدید و مفرط دام، عملیات خاک‌ورزی، مدیریت ناکارای منابع آب، عدم استفاده از روش‌های مناسب کشاورزی، فرسایش شدید بادی و تشدید بروز پدیده ریزگرد را در پی داشته است (۱۷). لذا استفاده از روش‌ها و فناوری‌های مدیریت زراعی برای به حداقل رساندن تاثیر ریزگردها بر تولید اقتصادی، سالم و با کیفیت کشاورزی و حفظ پایداری تولید با نگاه افزایش بهره‌ورانه در مناطق هدف ضروری است. در این پژوهش، علاوه بر بررسی دو روش زراعی مدیریت تغذیه مزرعه براساس عرف زارع و تغذیه متعادل (آزمون خاک + تغذیه تکمیلی)، تاثیر برگشویی (شستشوی سطح گیاه) در مراحل مختلف رشد گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد نیز مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در شهرستان اهواز (با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی) با متوسط بارندگی سالیانه، ۲۲۴/۷ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت ۲۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹۸ در طرح آماری به‌صورت بلوک‌های

جدول (۱) ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه

Table (1)- Chemical and physical properties of the studied soil

عمق خاک	شن	سیلت	رس	هدایت الکتریکی	پ هاش	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	نیترژن کل	آهک
depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay	EC (dS m^{-1})	pH	OC (%)	P	K (mg Kg^{-1})	TN(%)	TNV (%)
0-30	24	38	38	8.1	7.7	0.78	11.7	180	0.07	47.5

جدول (۲) ویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده

Table (2) chemical properties of used water

هدایت الکتریکی	نسبت جذب سدیم	پ هاش	کلسیم	منیزیم	سدیم	کلراید	بی کربنات
EC (dS m^{-1})	SAR	pH	Ca	Mg	Na	Cl	HCO_3
	-	-	(meq l^{-1})				
3.8	5.7	7.8	14	4	17	18	8

براساس بیشترین فراوانی وقوع پدیده ریزگرد در استان خوزستان و آسیب آن به محصول گندم، دو مرحله رشد گندم شامل مرحله پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن انتخاب شد. در هر دو مدیریت به‌زراعی، ۴ تیمار مختلف شامل بدون برگ‌شوئی، برگ‌شوئی بعد از وقوع ریزگرد در مرحله پنجه‌زنی، برگ‌شوئی بعد از وقوع ریزگرد در مرحله سنبله‌رفتن و برگ‌شوئی بعد از وقوع ریزگرد در دو مرحله پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن اعمال شد.

برای اعمال ریزگرد، از وقوع ریزگرد طبیعی استفاده شد. در تاریخ ۹۸/۱۱/۲۰ در انتهای مرحله پنجه‌زنی، طوفان گرد و غبار (ریزگرد) در اهواز با غلظت ۶ برابر حد مجاز اتفاق افتاد. علاوه بر این در مرحله سنبله‌رفتن نیز از وقوع طبیعی پدیده ریزگرد برای اعمال تیمار استفاده شد. در شکل ۱، اعمال برگ‌شوئی پس از وقوع ریزگرد در انتهای مرحله پنجه‌زنی توسط سم‌پاش پشتی نشان داده شده است. در پایان آزمایش پس از حذف اثر حاشیه‌ای از سطح یک مترمربع در هر کرت آزمایشی، برداشت گندم به صورت کف‌بر انجام شد. سپس شاخص‌های عملکرد گندم شامل عملکرد دانه، زیست‌توده، شاخص برداشت در واحد سطح (نسبت عملکرد دانه به زیست‌توده)، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در واحد سطح، طول سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS v. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج و یک درصد انجام شد.

مراحل آماده‌سازی زمین، کشت گندم و عملیات زراعی در تمام تیمارها به صورت مشابه انجام شد. کاشت بذر بر اساس تاریخ کشت مناسب منطقه (۱۰ آذر) پس از ضدعفونی بذر (قارچ کش کاربوکسین تیرام) انجام شد (۱۹). بذر گندم رقم برات براساس توصیه بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با تراکم ۱۶۰-۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کشت شد. در انتهای فصل رشد، نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و باقی‌مانده به صورت کف‌بر برداشت گردید. مقدار مصرف کودهای اوره و سوپرفسفات تریپل در شرایط عرف زارع به ترتیب ۳۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تیمار مدیریت تغذیه متعادل بر اساس آزمون خاک مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب ۳۰۰، ۷۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شدند. کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به صورت خاک کاربرد و نواری در زمان کشت استفاده شدند، اما کود اوره در سه قسط در آبیاری دوم، مرحله تکمیل پنجه و ظهور سنبله گندم مصرف شد. در مدیریت تغذیه متعادل، در دو مرحله تکمیل پنجه و ظهور سنبله از کود اسید هیومیک (۱۱) به صورت محلول‌پاشی (۵ در ۱۰۰۰ لیتر)، مصرف کود فسفر بالا ۲۰-۲۰-۲۰ به روش محلول-پاشی (۳-۵ کیلوگرم در هکتار) و مصرف کود پتاسیم بالا ۳۶-۱۲-۱۲ در مرحله ظهور سنبله به روش کود آبیاری (۷-۱۰ کیلوگرم در هکتار) استفاده شدند. کود اسید هیومیک استفاده شده دارای ۵۲/۹۵ درصد هیومیک اسید بود.



شکل (۱) برگشویی در انتهای مرحله پنجه‌زنی پس از وقوع پدیده ریزگرد

Figure (1) Leaf washing at the end of the tillering stage after the dust event

بررسی اثر ساده شستشوی سطح گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد نشان داد که عملکرد زیست‌توده گندم در تیمار شستشوی سطح گیاه نسبت به تیمار عدم شستشو به طور معنی‌داری بیشتر است (جدول ۴). اما بین عملکرد زیست‌توده در تیمارهای شستشو تنها در یک مرحله رشد گیاه (پنجه‌زنی یا سنبله‌رفتن) با تیمار شستشو در هر دو مرحله رشد گندم (پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن)، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در حالی‌که، بیشترین میانگین عملکرد دانه گندم نیز در تیمار شستشوی سطح گیاه در دو مرحله از رشد گندم مشاهده شد (۴۶۵۰ کیلوگرم در هکتار)، اما با کاهش دفعات شستشو به یک مرحله از رشد، میانگین عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین میانگین عملکرد دانه در تیمار عدم شستشوی سطح گیاه مشاهده شد (۳۲۳۰ کیلوگرم در هکتار). تنها اختلاف معنی‌دار مشاهده شده در اثرات ساده تیمارهای شستشو بر شاخص برداشت محصول گندم، بین تیمار شستشو در دو مرحله از رشد گندم و تیمار عدم شستشو بود. همچنین بیشترین میانگین تعداد سنبله در هر مترمربع در تیمار شستشو در دو مرحله از رشد گیاه به دست آمد که با مقدار این شاخص در تیمار عدم شستشو اختلاف معنی‌داری داشت. اثر ساده تیمارهای شستشو سطح گیاه بر سایر شاخص‌های عملکرد گندم از جمله، تعداد دانه در هر سنبله، وزن هزار دانه و طول سنبله معنی‌دار نبود (جدول ۴).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات تیمارهای مدیریت زراعی و برگشویی در مراحل مختلف رشد گندم بر برخی از شاخص‌های عملکرد گندم در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر ساده مدیریت زراعی گندم تنها بر وزن هزار دانه گندم تأثیر معنی‌داری داشت. درحالی‌که اثر ساده تیمار برگشویی بر عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه گندم در سطح احتمال ۱ درصد و بر شاخص برداشت و تعداد پنجه در مترمربع در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما بر سایر شاخص‌های عملکرد گندم شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر سنبله و طول سنبله تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین نتایج نشان داد که اثر متقابل مدیریت زراعی و برگشویی در مراحل مختلف رشد گیاه بر تمام شاخص‌های عملکرد گندم به جز طول سنبله و تعداد دانه در هر سنبله معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین اثر ساده دو مدیریت تغذیه مزارع گندم و تیمارهای شستشوی سطح گیاه در مراحل مختلف رشد گندم بر شاخص‌های عملکرد گندم در جدول ۴ ارائه شده است. در بررسی اثرات ساده دو مدیریت اعمال شده، مشاهده شد که مدیریت تغذیه متعادل تنها موجب افزایش معنی‌دار در وزن هزار دانه گندم گردید و اختلاف بین اثر ساده دو مدیریت اعمال شده بر سایر شاخص‌های عملکرد گندم همچون عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در هر سنبله، طول سنبله و تعداد پنجه در هر مترمربع معنی‌دار نبود.

جدول (۳) تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر مدیریت زراعی و برگشویی بر برخی شاخص‌های عملکرد گندم
 Table (3) Analysis of variance (mean of squares) for effect agricultural management and leaf washing on some wheat yield indices

Tillers per square meter تعداد پنجه در هر متر مربع	Spike Length طول سنبله	Number of grains per spike تعداد دانه در هر سنبله	Thousand kernel weight وزن هزار دانه	Harvest Index شاخص برداشت	Grain Yield عملکرد دانه	Biomass عملکرد زیست توده	Degree of Freedom درجه آزادی	Variation Source منبع تغییرات
-	(cm)	-	(g)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	-	
2319.4 ^{ns}	0.28 ^{ns}	1.87 ^{ns}	7.26 ^{ns}	3.05 ^{ns}	0.10 ^{ns}	1.03 ^{ns}	2	تکرار
2992.67 ^{ns}	0.70 ^{ns}	0.753 ^{ns}	21.15 [*]	0.413 ^{ns}	0.136 ^{ns}	2.94 ^{ns}	1	تیمار مدیریت (M)
5612.67 [*]	0.50 ^{ns}	5.27 ^{ns}	16.16 ^{ns}	21.12 [*]	2.12 ^{**}	9.00 ^{**}	3	مدیریت برگشویی (L)
3579.71 [*]	0.35 ^{ns}	4.75 ^{ns}	18.86 [*]	13.19 [*]	0.99 ^{**}	5.11 ^{**}	3	اثر متقابل M*L
2804.83	0.34	2.50	5.79	7.94	0.07	0.95	12	خطا
9.00	6.69	8.30	7.60	11.90	15.10	10.80	-	ضریب تغییرات
								CV (%)

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح پنج و یک درصد

ns, * and **: are non-significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively.

جدول (۴) مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای مورد مطالعه بر برخی از شاخص‌های عملکرد گندم
 Table (4) Mean Comparison of simple effects of studied treatments on some wheat yield indices

Tillers per square meter تعداد پنجه در هر متر مربع	Spike Length طول سنبله	Number of grains per spike تعداد دانه در هر سنبله	Thousand kernel weight وزن هزار دانه	Harvest Index شاخص برداشت	Grain Yield عملکرد دانه	Biomass عملکرد زیست توده	Treatment تیمار
-	(cm)	-	(g)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	
Nutrition management							
مدیریت تغذیه							
626 ^a	8.88 ^a	40.97 ^a	42.02 ^a	28.62 ^a	4010 ^a	14180 ^a	Balanced nutrition تغذیه متعادل
604 ^a	8.78 ^a	40.61 ^a	40.14 ^b	28.36 ^a	3860 ^a	13480 ^a	Custom of Farmer عرف زارع
Leaf washing							
برگشویی							
658 ^a	9.08 ^a	41.93 ^a	42.80 ^a	30.96 ^a	4650 ^a	15030 ^a	Two stages tillering and booting دو مرحله پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن
611 ^{ab}	8.95 ^a	40.91 ^a	42.14 ^a	28.88 ^{ab}	4090 ^b	14240 ^a	Tillering stage مرحله پنجه‌زنی
606 ^{ab}	8.87 ^a	40.67 ^a	39.94 ^a	27.36 ^{ab}	3770 ^b	13890 ^a	Booting stage مرحله سنبله‌رفتن
586 ^b	8.42 ^a	39.65 ^a	39.43 ^a	26.75 ^b	3230 ^c	12130 ^b	No washing عدم شستشو

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

کروم، نیکل و سلنیوم است که غلظت آن‌ها در آذرماه به حداکثر می‌رسد.

در دو جدول ۵ و ۶ مقایسه میانگین اثرات متقابل مدیریت تغذیه مزارع گندم و تیمارهای شستشوی سطح گیاه (برگشویی) بر شاخص‌های مختلف عملکرد گندم ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد اثرات متقابل نوع مدیریت تغذیه مزارع گندم و شستشوی سطح گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد بر تمام شاخص‌های عملکرد گندم به غیر از تعداد دانه در هر سنبله و طول سنبله معنی‌دار بود.

بیشترین میانگین عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و وزن هزاردانه در مدیریت تغذیه متعادل و تیمار شستشو در دو مرحله رشد گندم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. علاوه بر این، شاخص برداشت در تیمار شستشو در دو مرحله رشد گیاه در هر دو مدیریت تغذیه متعادل و عرف زارع دارای بیشترین مقدار بود و با سایر تیمارهای شستشو در هر دو مدیریت اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۵). نتایج جدول‌های ۵ و ۶ نشان داد که شستشو در دو مرحله از رشد گندم در مدیریت تغذیه متعادل نسبت به مدیریت عرف زارع موجب افزایش ۱۲ درصدی در عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه گندم و ۱۶ درصد افزایش وزن هزار دانه گندم شد. این در حالی است که اعمال مدیریت تغذیه متعادل مزارع نسبت به مدیریت عرف زارع بدون برگشویی، موجب افزایش حدود ۱۰ درصد در عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه گندم شد. در مدیریت تغذیه متعادل، مقدار و زمان مصرف کود و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با توجه به الگوی جذب عناصر غذایی براساس مراحل مختلف رشد گیاه تعیین می‌شود (۱۸). علاوه بر این، مطالعات پیشین نشان داده‌اند که استفاده از محرک‌های رشد گیاهی همچون اسید هیومیک که در روش مدیریت تغذیه متعادل نیز مورد استفاده قرار گرفته است، موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود (۷).

در طی روزهای گرد و غباری میزان اشعه‌های فعال فتوسنتزی به دلیل بازپخش و جذب توسط ذرات کاهش می‌یابد (۴). گیاهان با استفاده از اشعه‌های فعال فتوسنتزی و آب، از طریق فتوسنتز و تولید ترکیبات آلی مانند قند و گلوکز و استفاده از آن‌ها در فرآیندهای متابولیکی برای رشد و توسعه، عملکرد خود را افزایش می‌دهند (۱۰). از طرفی چن (۵) گزارش نمود که با پوشانده شدن سطح برگ توسط ذرات گرد و غبار میزان تنفس گیاه افزایش می‌یابد که در نهایت این عوامل منجر به مصرف انرژی گیاه می‌شود. در تحقیقاتی که توسط چن (۵) و آروین و همکاران^۱ (۳) انجام شده، مشخص گردید که وجود ذرات گرد و غبار بر سطح برگ گیاهان ذرت و نیشکر باعث کاهش عملکرد این گیاهان گردیده است. همچنین مطالعه شهبازی و همکاران^۲ (۲۳) در استان کرمانشاه نیز مؤید کاهش عملکرد دانه گندم ناشی از رسوب ذرات گرد و غبار بر سطح برگ بود. این پژوهشگران، کاهش عملکرد در این شرایط را به ویژگی‌هایی مانند کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و دمای برگ نسبت داده‌اند.

نتایج مطالعات شریفی و همکاران (۲۶) در استان کرمانشاه نشان داد که شستشوی تاج‌پوشش پس از وقوع ریزگرد در مقایسه با تیمار عدم شستشو موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم (به طور متوسط ۱۸ درصد) می‌شود. شستشوی سطح برگ و زدودن ذرات گرد و غبار از سطح برگ باعث کاهش دمای برگ می‌شود. افزایش دمای برگ در شرایط گرد و غبار و عدم شستشو را می‌توان به انسداد روزنه‌های برگ در اثر نشست این ذرات بر سطح برگ و در نتیجه کاهش تعرق نسبت داد (۲۳). به طور کلی حضور ذرات گرد و غبار بر سطح برگ از دو طریق می‌تواند بر گیاه تأثیر بگذارد: اول با سایه اندازی بر سطح برگ و کاهش نور رسیده به گیاه (۲۰)، مسدود شدن روزنه و افزایش دمای برگ (۳)، دوم توسط اثرات سمی عناصر موجود در ذرات ریزگرد باعث کاهش عملکرد گیاه و در نهایت مرگ گیاه شود. مطالعات غریب رضا و لک (۹) و کریمیان و همکاران^۳ (۱۲) نشان داد که کانی‌های عمده در ذرات ریزگرد شهر اهواز کلسیت، کوارتز و فلدسپات و فلزات سنگین آن شامل کادمیوم،

1- Arvin et al.

2- Shahbazi et al.

3- Karimian et al.

جدول (۵) مقایسه میانگین اثرات متقابل و تعیین درصد تغییرات شاخص‌های عملکرد گندم (زیست توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت) در تیمارهای مختلف مورد مطالعه

Table (5) Mean comparison of interactions effects and the variation percentage of the wheat yield indices (biomass, grain yield and harvest index) in different studied treatments

Variations than farm custom	Harvest Index	Variations than farm custom	Grain Yield	Variations than farm custom	Biomass	Leaf washing	management
تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	شاخص برداشت (%)	تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	عملکرد دانه (kg ha ⁻¹)	تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	زیست توده (kg ha ⁻¹)	تیمار برگشویی	مدیریت
-0.2	30.92 ^a	+12	4920 ^a	+12	15900 ^a	washing at two stages شستشو در دو مرحله	Balanced nutrition تغذیه متعادل
-12	25.51 ^{bc}	-2.6	3720 ^{cd}	+11.6	14650 ^{ab}	washing at tillering شستشو در پنجه‌زنی	
+2	29.11 ^{abc}	-3.3	4020 ^{bc}	-4.7	13900 ^{bc}	washing at booting شستشو در سنبله‌رفتن	
+9	27.9 ^{abc}	+10.4	3390 ^{de}	-2	12250 ^{cd}	No washing عدم شستشو	
	31.00 ^a		4390 ^b		14170 ^{ab}	washing at two stages شستشو در دو مرحله	Custom of Farmer عرف زارع
	29.23 ^{abc}		3820 ^{cd}		13130 ^{bcd}	washing at tillering شستشو در پنجه‌زنی	
	28.66 ^{abc}		4160 ^{bc}		14580 ^{ab}	washing at booting شستشو در سنبله‌رفتن	
	25.60 ^{bc}		3070 ^d		12020 ^d	No washing عدم شستشو	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول (۶) مقایسه میانگین اثرات متقابل و تعیین درصد تغییرات شاخص های عملکرد گندم (وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر سنبله و طول سنبله) در تیمارهای مختلف مورد مطالعه

Table (6) Mean comparison of interactions effects and the variation percentage of the wheat yield indices (thousand kernel weight, Number of grains per spike and spike length) in different studied treatments

Variations than farm custom	Spike Length	Variations than farm custom	Number of grains per spike	Variations than farm custom	Tillers per square meter	Variations than farm custom	Thousand kernel weight	Leaf washing	Farm management
تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	طول سنبله	تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	تعداد دانه در هر سنبله	تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	تعداد پنجه در هر متر مربع	تغییرات نسبت به مدیریت عرف (%)	وزن هزار دانه (g)	برگشویی	مدیریت مزرعه
-5	8.7 ^a	-5	39.8 ^a	+1.4	662.7 ^a	+16	45.2 ^a	Washing at two stages شستشو در دو مرحله	Balanced nutrition تغذیه متعادل
+6	9.1 ^a	+2	42.4 ^a	+6	628.7 ^{ab}	-2	39.5 ^c	Washing at tillering شستشو در پنجه زنی	
-2	8.3 ^a	+0.8	39.8 ^a	+11	616.7 ^{ab}	-4	38.6 ^c	Washing at booting شستشو در سنبله رفتن	
-3	8.9 ^a	+6	41.9 ^a	-3	597.3 ^{ab}	+9.8	44.8 ^{ab}	No washing عدم شستشو	
	9.2 ^a		42 ^a		653.3 ^{ab}		39.1 ^c	Washing at two stages شستشو در دو مرحله	Custom of Farmer عرف زارع
	8.6 ^a		41.5 ^a		593.3 ^{ab}		40.4 ^{bc}	Washing at tillering شستشو در پنجه زنی	
	8.5 ^a		39.5 ^a		554.7 ^b		40.2 ^c	Washing at booting شستشو در سنبله رفتن	
	9.2 ^a		39.5 ^a		614.7 ^{ab}		40.8 ^{abc}	No washing عدم شستشو	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$)

جدول (۷) تغییر شاخص‌های مختلف عملکرد گندم (%) در اثر اعمال تیمارهای مختلف نسبت به شاهد (مدیریت عرف زارع و عدم برگشویی)

Table (7) The variations of various wheat yield indices (%) due to the application of different treatments compared to the control treatment (managing the farmer's customs and not washing leaves)

Balanced nutrition management مدیریت تغذیه متعادل				Custom of Farmer مدیریت عرف زارع					
Washing at two stages شستشو در دو مرحله پنجه-زنی و سنبله-رفتن	Washing at booting شستشو در یک مرحله سنبله‌رفتن	Washing at tillering شستشو در یک مرحله پنجه‌زنی	No washing عدم شستشو	Washing at two stages شستشو در دو مرحله پنجه-زنی و سنبله-رفتن	Washing at booting شستشو در یک مرحله سنبله‌رفتن	Washing at tillering شستشو در یک مرحله پنجه‌زنی	No washing عدم شستشو		
+32	+16	+22	+2	+18	+21	+9	Control شاهد	Biomass زیست توده	
+59	+31	+21	+10	+43	+35	+24	Control شاهد	Grain Yield عملکرد دانه	
+21	+14	-0.3	+9	+21	+12	+14	Control شاهد	Harvest Index شاخص برداشت	
+11	-5	-3	+9.5	-4	-1	-1	Control شاهد	Thousand kernel weight وزن هزار دانه	
+0.8	+0.8	+7	+6	+6	+0.1	+5	Control شاهد	Number of grains per spike تعداد دانه در سنبله	
+8	+0.3	-0.4	-3	+6	-10	-3	Control شاهد	Tillers per square meter تعداد پنجه در متر مربع	

زیست توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت به ترتیب ۹، ۲۴ و ۱۴ درصد افزایش می‌یابد. اما اگر در مدیریت عرف زارع تنها شستشوی سطح گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد در مرحله سنبله‌رفتن انجام شود، افزایش عملکرد دانه گندم بیشتر است (۳۵ درصد). به نظر می‌رسد وجود ذرات گرد و غبار بر سطح برگ در مرحله سنبله‌رفتن با مسدود کردن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز جاری برگ و همچنین افزایش دمای برگ بر روی پر شدن دانه تأثیر می‌گذارد (۳ و ۲۲). به همین دلیل شستشوی برگ‌ها در مرحله سنبله‌رفتن، تأثیر مثبت بیشتری بر افزایش

در شرایط طبیعی کشاورزان از روش عرف برای تأمین نیاز کودی و مدیریت زراعی مزارع بدون شستشوی سطح گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد استفاده می‌کنند، بنابراین در جدول ۷ شاخص‌های مختلف عملکرد گندم در سایر تیمارها نسبت به این شرایط بررسی شدند. نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که در صورتی در فصل رشد گندم در دو مرحله از رشد، پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن پدیده ریزگرد اتفاق افتد، اگر از مدیریت عرف منطقه برای تأمین نیازهای کودی مزرعه استفاده شود، تنها با استفاده از شستشوی سطح گیاه در مرحله پنجه‌زنی، عملکرد

کشاورزی کشور، خاک‌های استان عمدتاً آهکی و شور، دارای کربن آلی کمتر از یک درصد و بافت متوسط تا سنگین هستند. نتایج نشان داد که اثر ساده عملیات مدیریت مزرعه بر کاهش خسارت عملکرد دانه گندم در اثر تنش ریزگرد معنی‌داری نبود. اما برگشویی به‌تثابی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم در هر یک از مدیریت‌های مورد مطالعه شد (در مدیریت عرف زارع موجب افزایش ۲۴ تا ۴۳ درصدی و در مدیریت تغذیه متعادل موجب افزایش ۲۱ تا ۵۹ درصدی). با وجود اینکه بیشترین عملکرد دانه و سایر شاخص‌های عملکرد گندم در زمانی حاصل شد که همزمان مدیریت تغذیه متعادل و برگشویی در دو مرحله از رشد گیاه (پنجه‌زنی و ظهور سنبله) در مزرعه اعمال شد (افزایش ۵۹، ۳۲ و ۲۱ درصدی عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد)، اما کاربرد همزمان مدیریت تغذیه متعادل و برگشویی حتی در یک مرحله از رشد گندم نیز، تاثیر مثبت معنی‌داری بر شاخص‌های عملکرد گندم نشان داد. این در حالی است که برگشویی در مرحله سنبله‌رفتن (افزایش ۳۱ و ۱۶ درصدی عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده نسبت به تیمار شاهد) نسبت به مرحله پنجه‌زنی (افزایش ۲۱ و ۲۲ درصدی عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده نسبت به تیمار شاهد)، تاثیر مثبت بیشتری بر کاهش خسارت عملکرد گندم تحت تنش ریزگرد داشت. بنابراین، نتایج این مطالعه مؤید تأثیر معنی‌دار و قابل توجه انجام عملیات زراعی ساده‌ای همچون برگشویی و افزایش توان تحمل گیاه به تنش‌های محیطی از طریق مصرف متعادل کودها بر کاهش خسارت عملکرد محصولات پس از وقوع پدیده ریزگرد و کمک به حفظ پایداری کشاورزی در منطقه است.

عملکرد دانه گندم نسبت به شستشو در مرحله پنجه‌زنی داشت. در شرایطی که شستشوی سطح گیاه در هر دو مرحله پنجه‌زنی و سنبله‌رفتن انجام شود عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت به ترتیب ۱۸، ۴۳ و ۲۱ درصد افزایش می‌یابد. در صورت استفاده از مدیریت تغذیه متعادل بدون شستشوی سطح گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد، عملکرد دانه گندم و شاخص برداشت به ترتیب ۱۰ و ۹ درصد افزایش می‌یابد (جدول ۷). اگر علاوه بر مدیریت تغذیه متعادل، شستشوی سطح گیاه در یک مرحله از رشد گندم انجام شود، افزایش حدود ۱۶ تا ۲۲ درصد در عملکرد زیست‌توده و حدود ۲۱ تا ۳۱ درصد در عملکرد دانه مشاهده شد. استفاده از تغذیه متعادل و شستشوی سطح گیاه در هر دو مرحله رشد گندم پس از وقوع پدیده ریزگرد موجب ۳۲، ۵۹، ۲۱ و ۱۱ درصد افزایش به ترتیب در عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزارانه گندم می‌گردد (جدول ۷). البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که با وجود اثر مثبت و معنی‌دار شستشوی سطح گیاه پس از وقوع پدیده ریزگرد بر کاهش خسارت عملکرد، باید به این نکته توجه نمود که زمان استفاده از این روش بسیار مهم است، زیرا در صورتی که بلافاصله پس از شستشوی سطح گیاه، مجدداً پدیده ریزگرد در منطقه رخ دهد، مرطوب بودن سطح برگ موجب رسوب بیشتر ذرات بر سطح آن شده و خسارت ناشی از ریزگرد بر شاخص‌های عملکرد گندم افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

افزایش فراوانی و شدت وقوع پدیده ریزگرد در طول دوره رشد محصولات کشاورزی یکی از مهم‌ترین مخاطرات در تولید پایدار کشاورزی در استان خوزستان است. علاوه بر این، علی‌رغم نقش مهم استان خوزستان در تولید محصولات

References

1. Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, f., Abdshah, H. and Kazemian, A. 2019. Agricultural Statistics of Iran, 1396-1397. Information and Communication Technology Center of the Ministry of Jihad Agriculture, Tehran. (In Persian)
2. Abbasi, H.R. 2017. Planning for dust stabilization. *Journal of Iran Nature*, 2(3): 12-17. (In Persian with English abstract)
3. Arvin, A.A., Cheraghi, S. and Cheraghi, S. 2013. Evaluation of dust effect on the quantitative and qualitative growth of sugarcane varieties CP57-614. *Natural Geography Research*, 45(3): 95-106. (In Persian with English Summary)
4. Bat-Oyun, M., Shnoda, M. and Tsubo. M. 2012. Effect of cloud atmospheric water vapor, and dust on photosynthetically active radiation and total solar radiation in a Mongolian grassland. *Journal of Arid Land*, 4: 349-356.
5. Chen, X.W. 2001. Study of the short-time Ecophysiological response of plant leaves to dust. *Acta Botanica Sinica*, 43: 1058-1064.
6. 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.
7. Ghaffari Nejad, S.A., nourgholipour, F. and Gheybi, M.N. 2021. Biostimulants and their Roles in Plant Physiology, Nutrient Absorption, and Tolerance to Abiotic Stresses. *Land Management Journal*, 8(1): 47-67. (In Persian with English abstract)
8. Ghaffari, D. and Mostafazadeh, R. 2015. An investigation on sources, consequences and solutions of dust storm phenomenon in Iran. *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 4(2): 107-125. (In Persian with English abstract)
9. Gharib Reza, M.R. and Lak, R. 2015. Origin and Geochemistry of Khuzestan Province (Case study: Dust storm on February 3, 2015), Thirty-fourth conference and second international congress of geosciences, Tehran, Iran. (In Persian)
10. Jacovides, C.P. Tmvios, F.S. and Papaioannou, G. 2004. Ratio of PAR to broadband solar radiation measured in Cyprus. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121:135-140.
11. Jafarnejadi, A., Nourgholipour, F., Meskini-Vishkaee, F. and Behbahani, L. 2023. Effect of Plant Growth Stimulants on Yield, Nutrient Concentration of Wheat Shoot and Some Soil Properties under Salinity Stress, *Applied Soil Research*, 11(3): 30-44. (In Persian with English abstract)
12. Karimian, B., Landi, A., Hojati, S. and Ahadiyan, J. 2016. Investigating the physical, chemical, and mineralogical characteristics of dust in Ahvaz city. *Journal of Soil and Water Research*, 47(1): 173-159. (In Persian with English abstract)
13. Khoman, A. 2014. Investigation of Damage Caused by Dust in Agriculture (Case Study: Khuzestan Province). Special dust and monitoring conference, effects and strategies for dust management, Geological Survey and Mineral Exploration Organization of Tehran, July 25. (In Persian)
14. Lashkari, H. and Keykhosravi, Gh. 2010. Statistical analysis of dust storms from 1990 to 2004. *Geographical Information*, 65: 17-33.
15. Maleki, T., Sahraie, M., Sasani, F. and Shahmoradi, M. 2017. Impact of dust storm on agricultural production in Iran. *International Journal of Agricultural Science, Research and Technology in Extension and Education Systems (IJASRT in EESs)*, 7(1): 19-26.

16. 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. *Journal of Geophysical Research*, 113(116): 1-18.
17. Montazer-Hojat, A.H., Farazmand, H., Jafarzadeh Haghighifard, N. and Amouri, D. 2022. The Cost Benefit Analysis of the Phenomenon of Dust Storm Does the Tree Planting of Khuzestan Province have Economic Justification? *Human and Environment*, 62: 121-136. (In Persian with English abstract)
18. Moshiri, F., Tehrani, M.M., shahabi, A.A., Keshavarz, P., khugar, Z., Feizi-Asl, V., Asadi-Rahmani, H., Samavat, S., Sadri, M.H., Rashidi, N., Saadat, S. and Khademi, Z. 2014. Guidelines for integrated management of soil fertility and wheat nutrition. *Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran*. (In Persian)
19. Najafi Mirak T., Agae Sarbarzeh M., Moayedi A., Kaffashi A., and Sayahfar, M. 2021. Yield stability analysis of durum wheat genotypes using AMMI method. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31 (2): 17-28. (In Persian with English abstract)
20. Pavlik, M., Pavlikova, D., Zemanova, V. and Hnilicka, F. 2012. Trace elements present in airborne particulate matter-stressors of plant metabolism. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 79: 101-107.
21. Samadi, M., Darvishi Bolorani, A., Alavipanah, S.K., Mohamadi, H. and Najafi, M.S. 2014. Global dust Detection Index (GDDI); a new remotely sensed methodology for dust storms detection. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1): 20. Doi: 10.1186/2052-336X-12-20.
22. Sayyahi, N., meskarbashee, M., Hassibi, P. and Homeili, M. 2015. Effect of dust on chlorophyll fluorescence parameters and photosynthetic characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Ahvaz. *Journal of Plant Production*, 22(3): 277-293. (In Persian with English abstract)
23. Shahbazi, T., Saiedi, M., Nosrati, I., Jalali Honarmand, S.J. and Nosrati, E. 2016. Evaluation the effect of airborne dust on physiological characteristics and yield of different wheat varieties (*Triticum* sp.). *Plant Process and Function*, 5(15): 195-204. (In Persian with English abstract)
24. Shamsavani, A., Yarahmadi, M., Mesdaghinia, A., Younesian, M., Jaafarzadeh- Haghighifard, N., Naimabadi, A., Salesi, M., and Naddafi, K. 2012. Analysis of Dust Storms Entering Iran with Emphasis on Khuzestan Province. *Hakim*, 15(3): 192- 202. (In Persian)
25. Sharifi, Z., Saeidi, M., Nosrati, I. and Heidary, 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 Productions*, 42(2): 149-164. (In Persian with English abstract)
26. Yang, B., Brauning, A. and Shi, Y. 2003. Late Holocene temperature variations on the Tibetan plateau. *Quaternary Science Reviews*, 22: 2335–2344.
27. Zolghi, E., Goodarzy, G.R. and Saki, A. 2013. Quantification of health effects comparison of criteria air pollutants in Ahvaz, Bushehr and Kermanshah regions by using of AIR Q Model. 15th National Conference on Environmental Health. Ministry of Health and Medical Education. Gilan, Iran, 8p. (In Persian with English abstract)