Plant Prod., 2023, 46(1), 25-37
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2022.36683.1968
Received: 18 February 2021
Accepted: 14 February 2022

Plant Productions
Research Article

The effect of dust on leaf chlorophyll, stomatal conductance and fruitset date palm trees (CV. Mozafati)

Mohammad Osman Omara[1], Mahmoud Ramroudi[2], Alireza Rashki[3]*, Mohammad Galavi[4], Mitra Jabbari[5]

1. PhD student of Agroecology, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agroecology, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
3. Associate Professor, Department of Arid and Desert Management, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
4. Professor, Department of Crops Physiology of the Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
5. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Higher education complex of Saravan, Saravan, Iran.

Citation: Osman Omara, M., Ramroudi, M., Rashki, A., Galavi, M., & Jabbari, M. (2023). The effect of dust on leaf chlorophyll, stomatal conductance and fruitset date palm trees (CV. Mozafati). *Plant Productions*, 46(1), 25-37.

Abstract

Introduction

Dust nowadays has harmful effects on palm trees in different areas. This phenomenon has had a negative effects on the quantity and quality of the date crops. So effect of dust on leaf chlorophyll, stomatal conductance and fruit product percentage in date trees has been investigated.

Materials and Methods

The study regions were selected by using meteorological data with different dust concentrations. Routak (high dust intensity), Jalqh (medium dust intensity) and Saravan (low dust intensity) were selected. In each of the three regions, five groves and within each grove, 5 palm trees with similar conditions were selected. Leaf chlorophyll traits were measured in two modes without washing and after washing, As well as stomatal conductance of five chosen leaves.

Results and Discussion

The results showed a significant difference in leaf chlorophyll and stomatal conductance after washing. Saravan region with the least dust had the highest leaf chlorophyll and Routak with high dust concentration had the lowest chlorophyll. Also, the amount of chlorophyll in all three regions in leaf washing conditions was higher than the state of not washing the leaves. Chlorophyll in the region with high concentration of dust is much less than the area with less dust. The mean comparison results show a decrease in stomatal conductivity in areas

* **Corresponding Author:** Alireza Rashki
E-mail: arrashki@gmail.com

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

with high dust concentrations (Routak area). The highest percentage of fruitset (92.98%) was obtained in Saravan region with less dust concentration. The most inferior fruitset (60%) was obtained in the Routak region with high dust concentration. The highest percentage of inoculation (98.85) and the lowest percentage of precipitation (1.14) were obtained in Saravan. The lowest rate of inoculation (89.28) and the highest percentage of shedding (10.17) were obtained in Routak region.

Conclusion

Dust settles on the leaves, closing the stomata, reducing the stomatal conductance and chlorophyll. Severe dust reduces fruitset, fruit formation percentage and increases fruit drop percentage. In general, the obtained results showed the adverse effects of high dust concentration on the studied traits.

Keywords: Jalgh, percentage of inoculation and percentage of fall of dates, Routak, Leaf washing

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

تولیدات گیاهی، ۱۴۰۲، ۴۶(۱)، ۲۵-۳۷
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2022.36683.1968
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵

تأثیر گرد و غبار بر میزان کلروفیل برگ، هدایت روزنه‌ای و درصد تشکیل میوه خرمای مضافتی

محمدعثمان امراء[۱]، محمود رمرودی[۲]، علیرضاراشکی[۳]*، محمد گلوی[۴]، میترا جباری[۵]

۱. دانشجوی دکترای، رشته آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل. زابل، ایران.
۲. دانشیار گروه آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل. زابل، ایران.
۳. دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد، ایران.
۴. استاد گروه فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل. زابل، ایران.
۵. استادیار دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان. سراوان، ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر گرد و غبار اثر و پیامدهای زیانباری روی درختان خرما در مناطق مختلف داشته است. این پدیده روی کمیت و کیفیت محصول خرما اثرات منفی دارد. در این راستا، پژوهشی جهت بررسی تأثیر گرد و غبار بر کلروفیل برگ، هدایت روزنه‌ای، درصد تشکیل و ریزش میوه درختان خرما در سه منطقه از شهرستان سراوان در استان سیستان و بلوچستان با شدت‌های مختلف گرد و غبار انجام گرفت. انتخاب مکان‌های مورد مطالعه با استفاده از داده‌های هواشناسی و ماهواره‌ایی به تفکیک غلظت‌های مختلف گرد و غبار صورت گرفت و منطقه روتک (شدت گرد و غبار بالا)، جالق (شدت گرد و غبار متوسط) و سراوان (شدت گرد و غبار کم) انتخاب شدند. در هر یک از سه منطقه تعداد ۵ نخلستان و درون هر نخلستان تعداد ۵ اصله درخت خرما با شرایط یکسان انتخاب شدند. جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ در دو حالت بدون شستشو و پس از شستشو و نیز هدایت روزنه‌ای از پنج برگ انتخابی، نمونه‌گیری‌ها انجام و اندازه‌گیری‌ها صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس بیانگر اختلاف معنی‌دار میزان کلروفیل برگ بعد از شستشو و هدایت روزنه‌ای در سه منطقه بود. در منطقه سراوان با غبار ناچیز بیش‌ترین میزان کلروفیل برگ و در روتک با غلظت بالای گرد و غبار کم‌ترین مقدار آن مشاهده و همچنین مقدار کلروفیل برگ در هر سه منطقه در شرایط شستشوی برگ‌ها (سراوان در حالت شستشو ۶۲/۹۴) بیش‌تر از حالت عدم شستشو برگ‌ها (سراوان بدون شستشو ۵۴/۴۹) بود. میزان کلروفیل برگ در منطقه روتک با غلظت زیاد گرد و غبار در حالت شستشو ۴۱/۰۵ و در منطقه سراوان با گرد و غبار خیلی کم‌تر و در حالت شستشو ۶۲/۹۴ بود که بیانگر اختلاف معنی دار در مناطق از لحاظ میزان کلروفیل برگ بود. نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده کاهش هدایت روزنه‌ای در مناطقی با میزان بالای گرد و غبار (منطقه روتک) نسبت به مناطقی با گرد و غبار پایین بود. بیش‌ترین درصد تشکیل میوه (۹۲/۹۸ درصد) در منطقه سراوان با میزان کم گرد و غبار و کم‌ترین آن (۶۰ درصد) در منطقه روتک با میزان بالای گرد و غبار مشاهده شد. بیش‌ترین درصد تلقیح (۹۸/۸۵) و کم‌ترین درصد ریزش (۱/۱۴) نیز در منطقه سراوان و کم‌ترین درصد تلقیح (۸۹/۲۸) و بیش‌ترین درصد ریزش (۱۰/۱۷) در منطقه روتک مشاهده شد. در کل نتایج بیانگر اثرات منفی غلظت بالای گرد و غبار بر ویژگی‌های مورد بررسی بود.

کلیدواژه‌ها: اسانس، جالق، درصد تلقیح، درصد ریزش میوه، روتک، شستشوی برگ

* **نویسنده مسئول:** علیرضا راشکی
رایانامه: arrashki@gmail.com

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقدمه

پدیده ریزگردها یکی از مخاطرات محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که اغلب در نیمه گرم سال اتفاق می‌افتد (Modarres and Sadeghi, 2018). این پدیده همچون کمربند غبار از بیابان صحرا در آفریقا شروع شده و با عبور از بیابان ربع‌الخالی در شبه جزیره عربستان، بیابان‌های مرکزی ایران و بیابان قره قوم در آسیای مرکزی به بیابان گبی در چین می‌رسد (Dimitriou and kassomenos, 2018). خشکسالی‌های اخیر، کاهش بارش سالانه و تغییرات اقلیمی، از مهم‌ترین عوامل طبیعی این پدیده محسوب می‌شوند(Soheili and Naji, 2017). در سال‌های اخیر، وقوع پدیده طوفان گرد و غبار در منطقه خاورمیانه در حال افزایش است. کشور ایران به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، به‌طور مداوم در معرض سیستم‌های گرد و غبار محلی و سینوپتیکی متعدد می‌باشد (Rashki et al., 2014). فراوانی این رخدادها در یک منطقه به عواملی از جمله سرعت باد، خاک بدون پوشش، هوای خشک، رطوبت خاک، پوشش گیاهی، بارش کوتاه مدت، جنگل‌زدایی، خشک‌سالی‌های بلند مدت، تغییرات کاربری زمین و فعالیت انسانی بستگی دارد (Jahanbakhsh et al., 2014). گرد و غبار بر کشاورزی به طور مستقیم و غیر مستقیم اثر می گذارد (Hamdamjo et al, 2013). اولین تأثیر گرد و غبار بر گیاهان و درختان در بخش تولید بوده چون باعث کاهش ذخیره رطوبتی (Rasooli et al., 2010)، بروز آفات و امراض و ممانعت از نفوذ نور خورشید و کاهش محصولات کشاورزی می‌شود (Tarahi and Arzani, 2017). گرد و غبار با نشست بر اندام‌های هوایی گیاهان، به تغییرات فیزیکی و شیمیایی مختلفی همچون مسدود کردن روزنه‌ها، افزایش دما (دو تا سه درجه)، کاهش کلروفیل برگ(George and Ilias, 2007)، فتوسنتز و تولید، ریزش برگ‌ها و مرگ بافت گیاهی، تغییر رنگدانه‌ی برگ، تغییر محتوای نسبی آب برگ (Wijayratne et al., 2009) کاهش دریافت اشعه‌های فعال فتوسنتزی (Bat-Oyun et al., 2012) و در نتیجه کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌انجامد (Chaturvedi et al., 2013; Stefanski and Sivakumar, 2009; Chen et al., 2015).

Boochani and Fazeli (2011) گزارش کردند که گازهای سمی و ذرات گرد و غبار می‌توانند از طریق روزنه‌ها وارد گیاه شده و باعث تغییراتی در گیاه شوند. همچنین اظهار نمودند که گرد و غبار علاوه بر کاهش شدت نور، با بستن منافذ روزنه‌ها در روند طبیعی تبادلات گازی ایجاد اختلال می‌کند. اثر گرد و غبار بر کاهش هدایت روزنه‌ای زمانی بیش‌تر و بزرگتر خواهد بود که اندازه ذرات گرد و غبار کوچک‌تر باشد. نتایج بررسی Ricks and Williams (1974) نشان داد که با بسته شدن روزنه‌ها به وسیله ذرات کوچک گرد و غبار، میزان تنفس کاهش می‌یابد. علاوه بر این، باعث افزایش مقاومت روزنه‌ای گیاهان در شب نیز می‌شود. Ahamdi and Ahmadi (2011) گزارش کردند که بسته شدن روزنه برگ‌های درختان بلوط در اثر گرد و غبار در منطقه ایلام، موجب خشک شدن و نابودی آن‌ها شده است. ارزیابی اثرات طوفان شن زرد بر بخش کشاورزی چین نشان داد که افزایش تراکم ذرات تا ۷۰ درصد باعث کاهش ۵ تا ۳۰ درصدی متوسط باردهی بهینه محصولات در حال رشد کشاورزی شده است (Ai and Polenske, 2008). دخالت ذرات گرد و غبار می‌تواند تحمل به خشکی را کاهش دهد (Yamaguchi and Izuta, 2017).

خرما یکی از محصولات مهم مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد (Hassan et al., 2005). منطقه سراوان بیش از ۷۰ نوع خرما دارد و عمده‌ترین رقم تجاری خرمای منطقه از لحاظ سطح زیر کشت خرمای رقم مضافتی است. با توجه به آمار سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۹۵ شهرستان سراوان از نظر سطح زیر کشت، نخلستان‌های بارور و مقدار تولید خرما نسبت به دیگر مناطق خرماخیز استان، مقام اول را به خود اختصاص داده است (Noori and Tababtabaei, 2007). عوامل متعددی بر میزان تولید خرما در ایران موثر است؛ از جمله این عوامل می‌توان به گرد و خاک در مناطق خرما خیز اشاره کرد که سبب کاهش میزان برداشت، کاهش کیفیت محصول و هجوم انواع آفت به نخلستان‌ها می‌شود. اکثر درختان باغی جزء گونه‌های پهن برگ بوده و اندام هوایی آن‌ها در معرض پدیده‌های جوی از قبیل ریزگردهای بیابانی قرار دارند که رسوب آن بر سطح برگ‌ها منجر به آسیب‌های فیزیولوژیکی می‌شود (Bao et al., 2016). Naderizadeh et al., (2013) از برگ نخیلات به عنوان شاخص بیولوژیکی گرد و غبار استفاده کردند، آن‌ها بیان داشتند که تجمع گرد و غبار روی درختان خرما باعث کاهش کیفیت و بازارپسندی خرمای مناطق خرماخیز کشور شده و خسارات زیادی به نخل‌داران وارد کرده است. طوفان‌های گرد و غبار عمدتاً در فصول بهار و تابستان که زمان به ثمر رسیدن میوه خرما نیز می‌باشد و با توالی کمتری در پاییز و زمستان رخ می‌دهد، همچنین بیش‌ترین زمان وقوع این پدیده در روز، فاصله

زمانی بعد از ظهر تا غروب (با فراوانی ۶۵ درصد) در مناطق مختلف دنیا بروز می‌یابند (Bao et al., 2016). خرمای مضافتی مهم‌ترین رقم خرمای اقتصادی و صادراتی منطقه بوده و هر ساله شواهدی مبنی بر کاهش در کمیت و کیفیت خرما به دلایل مختلف از جمله شرایط نامساعد جوی و آب و هوایی وجود دارد. لذا هدف از این بررسی نیز شناسایی تاثیر گرد و غبار روی تولید خرمای مضافتی از طریق بررسی اثرات آن روی میزان کلروفیل برگ، هدایت روزنه‌ای برگ‌ها و سایر عوامل موثر در تشکیل و تولید خرما در مناطق مورد بررسی بود.

مواد و روش‌ها

استان سیستان و بلوچستان با وسعتی حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع، در جنوب شرقی ایران و در مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۶۳ درجه ۱۹ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). شهرستان سراوان، شرقی‌ترین شهر در این استان بوده که در موقعیت، طول جغرافیایی ۶۲ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۲ دقیقه با ارتفاع ۱۱۶۵ متر از سطح دریا قرار گرفته است. مهم‌ترین محصول باغی شهرستان سراوان خرمای رقم مضافتی است.

سراوان دارای اقلیم گرم و خشک بوده به‌طوری‌که میانگین بارش سالانه در آن حدود ۱۰۷ میلی متر و متوسط دمای آن از ۳۵ تا ۴۱/۷ درجه سانتی‌گراد متغیر است.

برای تعیین مناطق تحت تأثیر پدیده گرد و غبار جهت انجام پژوهش، از شاخص‌های گرد و غباری حاصل از تصاویر ماهواره‌ایی مودیس و داده‌های هواشناسی استفاده شد (Lyapustin et al., 2018) (شکل ۲).

براساس متوسط شاخص عمق نوری ذرات سه منطقه، روتک با بادهای شدید و مداوم با غلظت بالای گرد و غبار، منطقه جالق با بادهای متوسط دارای غلظت متوسط گرد و غبار و سراوان با بادهای ضعیف و محدود با غلظت کم گرد و غبار انتخاب شدند (شکل ۲). منطقه جالق در محدوده ۶۵ کیلومتری شهرستان سراوان واقع شده و منطقه روتک نیز در ناحیه کویری و هم جوار با مرز پاکستان بعد از جالق واقع شده است. هر دو منطقه دارای اقلیم گرم و خشک بوده و معمولاً بادهای شدید ۱۲۰ روزه که از دشت سیستان می‌وزد این دو منطقه را نیز تحت تأثیر قرار می دهد. این بادها عموماً از اواخر بهار شروع شده و تا انتهای تابستان ادامه دارند. وزش این بادها همراه با گرد و غبار با غلظت بالا بوده که معمولاً دامنه اثر آن تا پاکستان و دریای عمان ادامه دارد (Rashki et al., 2014).

Figure 1. Geographical location of Sistan and Baluchistan Province.

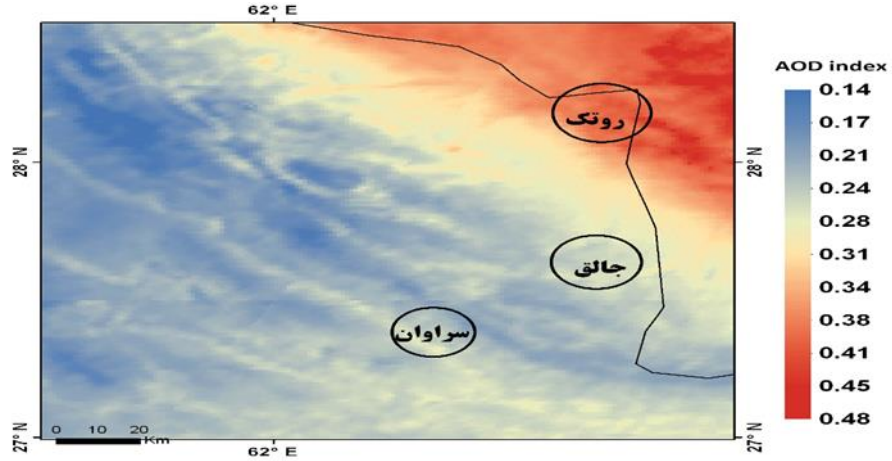

Figure 2. Mean of Aerosol Particle Light Depth Index (AOD) in summer, for the period 2000 to 2020, the position of the sampling areas is marked with a black circle. (https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov).

انواع مختلفی از خرما در سه منطقه سراوان، جالق و روتک کشت می‌شود، ولی مرغوب‌ترین آن‌ها رقم مضافتی است. خرمای رقم مضافتی دارای ارزش غذایی بالایی بوده و در زمره خرمای نرم و گوشتی طبقه بندی می‌شود رقم خرمای مضافتی به دلیل مرغوبترین رقم جهت بررسی اثرات گرد و غبار تعیین گردید. جهت ارزیابی تأثیر پدیده گرد و غبار بر کلروفیل برگ، هدایت روزنه‌ای برگ‌ها و درصد تشکیل میوه در خوشه و درصد ریزش خرما، تعداد کل نشانه‌های گل و درصد تلقیح در خوشه، آزمایشی در قالب طرح آشیانه‌ای شکل گرفت. در سه منطقه سراوان، جالق و روتک در طی دو سال متوالی تعداد پنج نخلستان انتخاب شدند و سپس درون هر نخلستان در هر منطقه، تعداد پنج اصله درخت خرمای رقم مضافتی با شرایط یکسان انتخاب شدند. درختان خرمای انتخاب شده از نظر ویژگی‌هایی از جمله سن درخت، ارتفاع درخت و تعداد سال‌های باروری در شرایط یکسانی بودند (هر پنج نخلستان در هر سه منطقه داری درختان خرما با سن ۸ سال، تاج پوششی یکسان و سال سوم باروری). نمونه برداری‌های لازم در مراحل مختلف از درختان علامت گذاری شده، انجام شد.

میزان کلروفیل برگ به وسیله دستگاه کلروفیل‌سنج مدل 502-Spad و هدایت روزنه‌ای برگ توسط دستگاه پرومتر (Decagon Devices INV. Version 1.06) اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل برگ ابتدا در حالت اولیه یعنی با وجود ذرات گرد و غبار و سپس شستشوی ذرات گرد و غبار توسط آب مقطر میزان کلروفیل دوباره اندازه‌گیری گردید. در خوشه خرما، می‌توان درصد تشکیل میوه را به صورت زیر به‌دست آورد (Desouky et al., 2009):

$$\text{درصد تشکیل میوه} = \frac{\text{تعداد میوه تشکیل شده}}{\text{تعداد کل حبابوک در خوشه}}$$

مرحله حبابوک (Hababook): میوه خرما که بلافاصله بعد از تلقیح تشکیل می‌شود به حبابوک معروف است. در این مرحله، میوه بوسیلهٔ کلاهک پوشیده شده است. در ابتدای خوشه دهی در هر خوشه تعداد کل نشانه‌های گل شمارش گردید و پس از گرده‌افشانی تعداد حبه‌های تلقیح یافته شمارش شد و حاصل آن از تعداد کل نشانه‌های گل اولیه کم گردید و در نتیجه درصد تلقیح و ریزش موقع تلقیح به‌دست آمد. تجزیه واریانس ویژگی‌ها برآورد شده در طی دو سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶) متوالی بر اساس طرح آشیانه‌ای با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثرات گرد و غبار بر کلروفیل برگ و هدایت روزنه‌ای درختان خرما

نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) نشان داد که اثر منطقه بر ویژگی‌های کلروفیل برگ و هدایت روزنه‌ای در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. از آنجایی که تفاوت سه منطقه از لحاظ میزان گرد و غبار بوده است، لذا می‌توان بیان کرد که میزان گرد و غبار بر ویژگی‌های مذکور اثر معنی دار آماری داشته است.

میزان کلروفیل برگ درختان خرما در دو حالت شسته شده و بدون شستشو در سه منطقه مورد بررسی اختلاف معنی‌داری باهم داشت. بر اساس نتایج میزان کلروفیل برگ قرائت شده در حالت شستن برگ همواره بیش‌تر از حالت بدون شستن (همراه با ذرات گرد و غبار) بود. دلیل آن می‌تواند اختلال در سیستم تبادلات گازی باشد که از طریق روزنه‌ها انجام می‌گیرد. احتمال می‌رود مسدود بودن روزنه‌ها در برگ‌های شسته نشده سبب کند شدن فتوسنتز و روند تبادلات گازی شده و در دریافت نور اختلال ایجاد کرده و باعث آسیب به ساختار فتوسنتز شود. Anjum et al., (2011) گزارش کردند که نتیجه کاهش کارایی فتوسنتز، تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی و کاهش مقدار کلروفیل برگ در اثر گرد و غبار است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین میزان کلروفیل برگ نخیلات در سه منطقه با غلظت مختلف گرد و غبار نشان داد که میزان کلروفیل برگ در حالت بدون شستن برگ‌ها و شرایط عادی در منطقه روتک با میزان بالای گرد و غبار همواره در کم‌ترین مقدار بود (جدول ۲). در منطقه سراوان با غلظت کم گرد و غبار بیش‌ترین میزان کلروفیل برگ و منطقه جالق با میزان متوسط گرد و غبار دارای مقدار کلروفیل برگ به نسبت متوسط بین دو منطقه دیگر بود. منطقه روتک با شدت بالای گرد و غبار دارای پایین‌ترین مقدار در کلروفیل برگ بود. Danyali et al., (2014) گزارش دادند که شستشوی برگ‌ها باعث حذف ذرات خاک از روی برگ شده و موجب افزایش محتوای کلروفیل برگ می‌گردد.

روند افزایشی ذرات گرد و غبار طی سال‌های گذشته و نشست آن روی برگ درختان خرمای مضافتی به خصوص در منطقه روتک با میزان بالای گرد و غبار، ثاتیرات منفی بر کلروفیل برگ داشته است. به نظر می‌رسد در اثر مسدود کردن روزنه‌ها توسط ذرات گرد و غبار دمای برگ افزایش یافته و در نتیجه آنزیم تجزیه کلروفیل برگ (کلروفیلاز) افزایش یافته (Moradi et al., 2017) و باعث کاهش کلروفیل برگ در منطقه روتک با میزان بالای گرد و غبار شده است. Leghari et al., (2018) گزارش دادند که تجمع گرد و غبار روی برگ‌ها، سیستم فتوسنتزی را دچار اختلال کرده و بر فیزیولوژی گیاه اثر می‌گذارد. نتایج تحقیق Bao et al., (2016) نشان داد که ریزگردها با نشست روی برگ درخت تلخ بیان موجب کاهش کلروفیل b شدند. Chen et al., (2015) عنوان کردند که با پوشش سطح برگ توسط ذرات گرد و غبار میزان کلروفیل برگ کاهش و تنفس گیاه افزایش می‌یابد که در نهایت این عوامل منجر به مصرف انرژی گیاه می‌شود. در اثر سایه‌اندازی ذرات گرد و غبار، دهانه روزنه‌ها مسدود و دمای برگ بیش‌تر می‌شود و این عمل باعث افزایش آنزیم کلروفیلاز شده که خود عامل اصلی تجزیه کلروفیل برگ در اثر گرد و غبار می‌باشد (Moradi et al., 2017). Nelson and Ilias (2007) گزارش دادند که به گارگیری غبار سیمان روی سطح برگ زیتون موجب کاهش نسبت کلروفیل نوع a به کلروفیل نوع b و در نتیجه این عمل باعث کاهش در کلروفیل کل می‌شود. به نظر می‌رسد اثرات گرد و خاک تنها محدود به یک دوره کوتاه مدت وقوع این پدیده نیست و بسته به شرایط تولید، اقلیم و زمان وقوع و شدت اثرات متغیر است. Naseri et al., (2018) بیان کردند که تنش گرد و غبار منجر به کاهش کلروفیل برگ و کارایی فتوسنتز در سه گونه بیابانی اشنان، تاغ و درمنه شده بود. براساس این نتایج به نظر می‌رسد که وقوع پدیده گرد و غبار در اواخر فصل بهار و اوایل تابستان (Rashki et al., 2014) که مصادف با مراحل رسیدگی خرما و همزمان با اوج فتوسنتز و رسیدگی میوه خرمای مضافتی بوده، بر میزان کلروفیل برگ اثر داشته است.

براساس مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) میزان هدایت روزنه‌ای برگ‌ها در سه منطقه متفاوت بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای در منطقه سراوان با حداقل غلظت گرد و غبار و منطقه روتک با حداکثر غلظت گرد و غبار مشاهده شد. منطقه جالق نیز با گرد و غبار متوسط رتبه دوم را از نظر تاثیر گرد و غبار بر هدایت روزنه‌ای برگ‌ها داشت. بسته شدن روزنه به عنوان سریع‌ترین عکس‌العمل گیاه در پاسخ به حضور گرد و غبار می‌باشد که به نوبه خود باعث اختلال در فرآیند فتوسنتز و افزایش فرم‌های فعال اکسیژن و ایجاد نوعی تنش در گیاه می‌گردد (Shahbazi et al., 2016).

Table 1. Analysis of variance of leaf chlorophyll and Stomata conductance in the palm Tree

	Average of Squares			
Resources Change	Degrees of freedom	Leaf chlorophyll before washing	Leaf chlorophyll after washing	Stomatal conductance
Year	1	0.101	0.48*	285.79
Region	2	3686.008**	6263.77*	114439.93**
Region*Year	2	1.06	0.017**	158.04*
Region (Groves)	12	1.23	0.0018	33.03
Region*Year (Groves)	12	1.24	0.0011	32.97
Region (Groves*Tree)	60	1.23	0.0008	18.49
Experimental Error	60	1.236	0.0009	18.45
Coefficient of variation (%)	_	2.3	0.05	1.45

** and * Show Significant at the 5 and 1% respectively.

Table 2. Comparison of the mean of the studied features in three regions with different dust intensities

Region	Leaf chlorophyll before washing ($mg.g^{-1}$.)	Leaf chlorophyll after washing ($mg.g^{-1}$)	Stomatal conductance ($\mu mol.m^{-2}s^{-1}$)
Saravan	54.49^{a}	62.94^{a}	341.50^{a}
Jalgh	51.85^{b}	56.09^{b}	295.60^{b}
Rotak	38.47^{c}	41.05^{c}	245.84^{c}

In each column the means with different letters significant difference at the 1%.

در منطقـه روتک با غلظت بالای گرد و غبار میزان هدایت روزنه‌ای ۲۴۵/۸۴ و در منطقه سـراوان با غلظت کم گرد و غبار میزان هـدایـت روزنـه‌ای ۳۴۱/۵۰ و در منطقـه جـالق میزان هدایت روزنه‌ای ۲۹۵/۶۰ بدست آمد (جدول ۲). لذا علت پایین بودن هـدایت روزنه‌ای در منطقه روتک، بالا بودن غلظت گرد و غبار می‌باشد. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات دیگر (Ibrahim and El-Gaely, 2012; Uzma et al., 2013 and Chaturvedi et al., 2013) مطابقت دارد که بیان داشتند هر چه نشست گرد و غبار روی سـطوح برگ‌ها بیش‌تر باشـد هدایت روزنه‌ای کاهش خواهد یافت. تنش گرد و غبار سـبب مسـدود شدن روزنه‌های برگ می‌شـود، تبادل CO_2 را کاهش می‌دهد و در ادامه سرعت فتوسـنتز کم می‌شـود (Glaz et al., 2004). در واقع می‌توان گفت درختان به خصـوص درختان خرما برای تولید محصول با کیفیت و کمیت بالا نیاز به فتوسـنتز و سـوخت و سـاز مناسب دارنـد امـا وجود ریزگردهـا در کـار آن‌ها اختلال ایجاد کرده و نشسـتن ریزگردها روی برگ‌ها به انسـداد روزنه‌های تنفسـی منجر می‌شود و این عمل سبب می‌شود تا علت کاهش عملکرد را به خصـوصـیاتی مانند کاهش فتوسـنتز از طریق بسته شدن روزنه‌ها، افزایش تنفس و دمای برگ و اختلال در تبادلات گازی نسـبت داده‌اند (Boochani and Fazeli, 2011). به طور کلی نتایج نشـان می‌دهد حضـور ذرات گرد و غبار بر سطح برگ از دو طریق بر درختان و فعالیت آن اثر گذاشـته اسـت؛ ابتدا با سـایه‌اندازی بر سطح برگ که باعث کاهش نور رسیده به آن‌ها شـده و سـپس با رسـوب ذرات و مسـدود شدن روزنه‌ها باعث افزایش دمای برگ می‌شـود (George and Ilias, 2007). این نتایج مشـابه گزارشـات Arvin et al., (2013) و Bat-Oyun et al., (2012) می‌باشد. بر اساس گزارش Poma et al., (2002) در بـافـت گیاه در اثر فعالیت ذراتی با قطر بین ۱۰- ۲/۵ میکرون فعـالیت آنزیم پراکسـیداز افزایش می‌یابد. این آنزیم به عنوان یک مکانیسـم دفاعی، سـلول‌های گیاه را قادر می‌سـازد تا از تولید فرم‌های فعال اکسـیژن پیشگیری نمایند و یا اینکه آن‌ها را جمع‌آوری نموده و اثرات مضر آن‌ها را کاهش دهند (Asada et al., 2000). افزایش غلظـت گرد و غبـار در هوا باعث کاهش شدید کارایی فتوسنتز در برگ‌ها، بسته شدن روزنه‌های برگ و به طور عمده در باروری درختان و رشد آن‌ها تاثیر دارد. دخالت ذرات گرد و غبار در بسـتن روزنه‌ها باعث از دسـت دادن آب برگ‌ها در شـب شـده و می‌تواند تحمل به خشـکی را کاهش دهد. هر چند که اثرات به ترکیبات شـیمیایی گرد و غبار نیز بسـتگی دارد. Mousavi et al., (2015) و Yamaguchi and Izuta (2017) بیـان داشـتنـد که اثر گرد و غبار روی کارایی فتوسـنتز و بسـته شدن روزنه‌ها می‌تواند اثرات منفی به دنبال داشـته باشـد. در تحقیقاتی که توسـط Chen et al., (2015) و

Arvin et al., (2013) انجام گرفته، مشخص شد که وجود ذرات گرد و غبار بر سطح برگ گیاهان ذرت و نیشکر، باعث کاهش عملکرد این گیاهان گردیده است.

با بررسی فتوسنتز در گیاهان و درختان، می‌توان بیان کرد که آن‌ها 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. در صورت اختلال در فتوسنتز عملکرد آن‌ها به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. Jacovides et al., (2004) نتایج مشابهی در مورد فتوسنتز بیان کردند و براساس گزارش آنان اختلال در فتوسنتز به هر طریقی باعث کاهش عملکرد گیاهان می‌شود. نتایج تحقیق Rezanejad et al., (2017) نشان داد که کاهش تعداد روزنه در برگ درخت کاج تهران، سازوکاری برای مقابله با جذب فلزات سنگین است، اما گاهی شدت و مدت قرار گرفتن در برابر گرد و غبار حاوی فلزات سنگین، به حدی زیاد است که موجب خشک شدن و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌شود.

اثر گرد و غبار بر درصد تشکیل و ریزش میوه خرمای مضافتی

نتایج تجزیه واریانس درصد تلقیح، ریزش و درصد تشکیل میوه و تعداد کل نشانه گل (جدول ۳) بیان شده است. براساس نتایج بین ویژگی‌های مورد بررسی در منطقه در اثر شدت مختلف گرد و غبار در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثر سال در منطقه برای تعداد کل نشانه گل، درصد تلقیح و درصد ریزش در سطح یک درصد معنی دار بود. از آنجایی که اثر منطقه بر هر ویژگی مربوط به اثرات گرد و غبار بوده می‌توان گفت اثر میزان مختلف گرد و غبار روی ویژگی‌های بررسی شده در سه منطقه سراوان، جالق و روتک معنی‌دار بوده است.

از لحاظ درصد تشکیل میوه در سه منطقه سراوان، جالق و روتک با غلظت‌های متفاوت گرد و غبار با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) مشخص گردید که در منطقه سراوان با میزان کم گرد و غبار تقریبا ۹۲/۹۸ درصد، حبه‌های موجود در هر خوشه به میوه تبدیل شده‌اند و به مقدار کم حدود کمتر از ۷ درصد از کل خوشه به دلایل مختلف ریزش کرده و یا دچار فساد شده است. در منطقه جالق حدود ۷۲/۴۲ درصد تشکیل میوه در خوشه مشاهده شد و منطقه روتک با میزان زیاد گرد و غبار حدود ۶۰/۲۷ درصد میوه در خوشه تشکیل شده و طی مراحل مختلف رسیدگی حدود ۳۹ درصد میوه خرما به دلایل مختلف از جمله وزش بادهای گرم و خشک همراه با گرد و غبار شدید ریزش کرده و یا دچار فساد شده است. Salahi and Behroozi (2021) در تحقیقی روی اثر ریزگردها در گرده‌افشانی و تشکیل میوه به این نتیجه رسیدند که ریزگردها باعث اختلال در گرده‌افشانی و در نهایت منجر به کاهش ۴۱ درصدی تشکیل حبه در انگور عسکری شدند. Yang et al., (2003) بیان داشتند که غبار اتمسفری مانع از نفوذ نور خورشید شده و می‌تواند منجر به کاهش تولیدات کشاورزی به میزان ۳۰-۵ درصد گردد.

نتایج میانگین ویژگی‌های گرده‌افشانی (تعداد کل نشانه گل در خوشه، درصد تلقیح و درصد ریزش) در سه منطقه مورد بررسی اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۴). به‌طوری‌که در منطقه سراوان با غلظت کم گرد و غبار درصد تلقیح و درصد ریزش به ترتیب ۹۸/۸۵ و ۱/۱۴ بود که این نشان می‌دهد ۹۸ درصد تعداد نشانه‌های گل اولیه تبدیل به حبه خرما در هر خوشه شده است. در منطقه جالق با میزان متوسط گرد و غبار، درصد تلقیح ۹۱/۵۴ بود یعنی تقریبا ۹۱/۴۶ درصد نشانه‌های گل اولیه بعد گرده‌افشانی تبدیل به حبه شده و تقریبا ۹ درصد آن‌ها ریزش یافته است. منطقه روتک با میزان زیاد گرد و غبار درصد تلقیح ۸۹/۸۲ و درصد ریزش ۱۰/۱۷ بود که این نتایج نشان داد در منطقه روتک تقریبا ۱۲ درصد نشانه‌های گل اولیه در خوشه ریزش یافته است. به نظر می‌رسد با توجه به یکسان بودن دانه گرده جهت گرده‌افشانی در هر سه منطقه مورد بررسی، در منطقه روتک وجود ذرات گرد و غبار روی سطح گل ماده خرما و چسبیدن ذرات غبار به آن باعث شده تا دانه گرده نتواند به خوبی روی سطح گل فرونشیند و در نتیجه سطح کمتری جهت تلقیح باقی بماند و این پوشش غبارآلود از عمل تلقیح در این تعداد نشانه گل جلوگیری کرده است.

Table 3. Analysis of variance of inoculation percentage, shedding and formation of Mazafati date fruit

	Average of Squares				
Resources Change	Degrees of freedom	Total number of flower signs	Inoculation percentage	Percentage of shedding	Fruit formation (%)
Year	1	7072.66	0.97	0.97	12.61
Region	2	3407295.42**	1148.86**	1148.86**	13667.87**
Region*Year	2	921.46	0.066**	0.066**	17.86
Region (Groves)	12	21.26*	0.0011**	0.0011	20.12
Region*Year (Groves)	12	5.98	0.0002	0.0002	20.22
Region (Groves*Tree)	60	6.74	0.0006	0.0006	20.15
Experimental Error	60	8.15	0.0010	0.0010	20.17
Coefficient of variation (%)	_	0.15	0. 34	0.49	1.45

** and * Show Significant at the 5 and 1% respectively.

Table 4. Comparison mean of the studied traits in three regions with different dust intensities

Region	Total number of flower signs	Inoculation percentage	Percentage of shedding	Fruit formation (%)
Saravan	2093/52[a]	98.85[a]	1.14[c]	92.98[a]
Jalgh	1741.14[b]	91.54[b]	8.45[b]	72.42[b]
Rotak	1583.70[c]	89.82[c]	10.17[a]	60.27[c]

In each column the means with different letters significant difference at the 1%.

Waser et al., (2017) گزارش کردند که ریزگرد جوی باعث کاهش شش برابری گرده‌افشانی در درختان می‌شود. در میوه خرما به دلیل عدم پوشش گل توسط گلبرگ‌ها، ذرات غبار روی سطح کلاله نشسته و مانع جوانه‌زنی و رشد لوله گرده می‌شوند (Tarahi and Arzani, 2017). Kabaz Jelfiee and Farnadi (2003) و Sanadgol (1991) بیان نمودند که گرد و غبار همراه با باد روی گرده‌افشانی اثر می‌گذارد. بادهای سبک مفید بوده و گرده افشانی مطلوب را به دنبال دارند. حال آنکه بادهای با سرعت زیاد باعث اتلاف مقادیر زیادی از دانه‌های گرده می‌شوند و در گرده‌افشانی نیز اختلال ایجاد می‌کنند. Torahi et al., (2015) در ارتباط با درصد ریزش بیان کردند که تیمارهای حاوی گرد و غبار به دلیل ایجاد حالت سوزش در گل‌ها، باعث ریزش بیش‌تری می‌شوند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مشخص شد که ذرات گرد و غبار با فرونشست و پوشاندن سطح برگ، منجر به مسدود شدن روزنه برگ می‌شوند و در نتیجه باعث اختلال در تبادلات گازی، در درختان و گیاهان می‌شوند. بررسی کلروفیل برگ در دو حالت شستن و بدون شستن بیانگر اختلاف در مقدار کلروفیل برگ بود، به‌طوری‌که در تمامی مناطق کلروفیل برگ در حالت شستن برگ بیش‌تر از حالت قبل شستن بود. همچنین در منطقه سراوان با میزان محدود گرد و غبار بیش‌ترین مقدار کلروفیل برگ، نسبت به دو منطقه دیگر به‌دست آمد. گرد و غبار بر هدایت روزنه‌ای نیز تاثیر گذاشته بود، به‌طوری‌که در منطقه روتک با میزان بالای گرد و غبار، کم‌ترین میزن هدایت روزنه‌ای به‌دست آمد و در منطقه سراوان با میزان کم گرد و غبار، بالاترین میزان هدایت روزنه‌ای حاصل شد. گرد و غبار در مناطقی با میزان غبار زیاد باعث بسته شدن روزنه‌ها شده و نتیجه آن می‌تواند کاهش فتوسنتز باشد با توجه به این که تبادلات گازی جهت انجام اعمال حیاتی درختان (فتوسنتز و تنفس) از طریق روزنه‌ها صورت می‌گیرد، لذا بسته بودن آن‌ها باعث اختلال در تبادلات گازی شده و در نتیجه فتوسنتز کاهش می‌یابد. وجود ذرات گرد و غبار مانع از رسیدن کافی نورخورشید به سطح برگ در درختان خرما شده و نتیجه آن اختلال در فرایند تولید می‌باشد. با بررسی درصد تشکیل، تلقیح و ریزش میوه درختان خرما مشخص شد که بالا بودن میزان گرد و غبار در منطقه روتک نسبت به دو منطقه دیگر باعث کاهش درصد تشکیل و تلقیح میوه شده و نتیجه آن افزایش درصد ریزش میوه خرمای

مضافتی بود. بالاترین مقدار درصد تشکیل میوه ۹۲/۹۸ درصد در منطقه سراوان با کم‌ترین میزان گرد و غبار حاصل شد، از طرفی بالاترین درصد ریزش خرمای رقم مضافتی ۱۰/۱۷ در منطقه روتک بود. وجود ذرات گرد و غبار در زمان گرده‌افشانی مانع نشستن گرده روی کلاله درختان خرما شده و از طرفی باعث شده تعداد حبه خرمای تلقیح یافته کاهش یابد. وجود گرد و غبار طی مراحل رسیدگی خرما نیز منجر به ریزش درصدی از خرما، از خوشه در شرایط گرد و غبار با میزان زیاد می‌باشد. کاهش درصد تلقیح میوه و افزایش درصد ریزش در مناطقی با گرد و غبار زیاد منجر به کاهش تولیدات درختان خرما به میزان ۴۰-۱۰ درصد شده است. در کل نتایج، بیانگر اثرات منفی ذرات گرد و غبار روی ویژگی‌های بررسی شده بود. از آنجایی که خرما در شهرستان سراوان مهم‌ترین محصول اقتصادی برای کشاورزان منطقه است، انجام تحقیقات کاربردی به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد درختان خرما ضروری بوده و شرایط ایجاب می‌کند برنامه‌ریزی لازم در سطح ملی و منطقه‌ای در این راستا انجام پذیرد.

References

Ahamdi, H., & Ahmadi, F. 2011. Statistical phenomenon of dust and Its effect on oak forests in Ilam, The First International Congress on the Issue of Dust and Its Harmful Effects, Agricultural and Natural Resources University of Khuzestan Ramin, PP. 29-43.

Ai, N., & Polenske, K.R. 2008. Socioeconomic impact analysis of yellowdust storms: An approach and case study for Beijing. *Economic Systems Research,* 20(2), 187-203.

Anjum, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem, M.F., Man, C., & Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research,* 6(9), 2026-2032.

Arvin, A., Cheraghi, P., & Cheraghi, S.H. 2013. Investigation of the effect of dust on the quantitative and qualitative growth trend of sugarcane variety CP57-614. *Journal of Natural Geography Research*, 45, 106-95. [In Persian]

Asada, K. 2000. The water-water cycle as alternative photon and electron sinks. *Phill Trans R Soc Lond B,* 355*,* 1419-1431.

Bao, L., Qu, L., Ma, K., & Lin, K. 2016. Effects of road dust on the growth characteristics of *Sophora japonica* L. seedlings. *Journal of Environmental Sciences*, 46, 147-155.

Bat-Oyun, M., Shnoda, M., & 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.

Boochani, M.H., & Fazeli, D. 2011. Environment Challenges and its consequences case study: dust and its impact in the west of Iran. *Quarterly of Doctrine of Policy Making*, 2(3), 125-146.

Chaturvedi, R.K., Prasad, S.H., Rana, S., Obaidullah, S. M., Pandey, V., & Singh, H. 2013. Effect of dust load on the leaf attributes of the tree species growing along the roadside. *Environmental Monitoring and Assessment,* 185, 383-391.

Chen, X., Zhou, Z.H., Teng, M., Wang, P., & Zhou, L. 2015. Accumulation of three different sizes of particulate matter on plant leaf surfaces: effect on leaf traits. *Archives of Biological Sciences*, 67(4), 1257-1267.

Danyali, N., Salimi, A., Ezzati, R., & Nasiri, A. 2014. Study of dust solutions effects of on chlorophyll and Mg content and ascorbate proxidase activity in *Triticum turgidum* L. var. durum. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences,* 7(8), 508.

Desouky, I.M., Haggag, L.F., Abd El-Migeed, M.M.M., Kishk, Y.F.M.K., & El-Hadi, E.S. 2009. Effect of boron and calcium nutrients sprays on fruit set, oil content and oil quality of some olive oil cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences,* 5, 180-185.

Dimitriou, K., & Kassomenos, P. 2018. Day by day evolution of a vigorous two wave Saharan dust storm - Thermal and air quality impacts. *Atmósfera*, 31(2), 105-124.

George, D.N., & Ilias, F.I. 2007. Effects of inert dust on olive (*Olea europaea* L.) leaf physiological parameters. *Environmental Science and Pollution Research*, 14(3), 212-214.

Glaz, B., Dolen, R.M., & Samira, H.D. 2004. Sugarcane photosynthesis, transpiration and stomatal conductance due to flooding and water table. *Crop Science,* 44, 1633–1641.

Hamdamjo, M., Jafari, R., & Mehrabi, S.H. 2013. Dust crisis and its consequences. The first International Conference on dust haze, management of factors and Consequences, 14- 16 May, 2013, Lorestan University, Iran. [In Persian]

Hassan, B.H., Alhamdan, A.M., & Elansari, A.M. 2005. Stress relaxation of dates at khalal and rutab stages of maturity. *Journal of Food Engineering,* 66, 439-445.

Ibrahim, M.M., & 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, 6305-6312.

Jacovides, C.P., Tmvios, F.S., & Papaioannou, G. 2004. Ratio of PAR to broadband solar radiation measured in Cyprus. *Agricultural and Forest Meteorology,* 121, 135-140.

Jahanbakhsh, S., Zeinali, B., & Asghari, S. 2014. Analysis and clustering of dust storm, frequency in Iran by fuzzy clustering (FCM). *Journal of Urban Ecology Researches*, 5(10), 85-98.

Kabaz Jelfiee, H., & Farnadi, S.H. 2003. *Guide to Pests, Diseases and Weeds of Dates.* Agricultural Education Publication, First Edition, 166 p. [In Persian]

Leghari, S.K., Zaidi, M.A., Siddiqui, M.F., Sarangzai, A.M., & Shawani, G.R. 2018. Stone crushing dust affects the yield and quality of apricot fruit. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 55(2), 441-447.

Lyapustin, A., Wang, Y., Korkin, S., & Huang, D. 2018. MODIS Collection 6 MAIAC algorithm. *Atmospheric Measurement Techniques*, 11(10).

Modarres, R., & Sadeghi, S. 2018. Spatial and temporal trends of dust storms across desert regions of Iran. *Natural Hazards,* 90(1), 101-114.

Moradi, A., Taheri Abkenar, K., Afshar Mohammadian, M., & Shabanian, N. 2017. Effects of dust on forest tree health in Zagros oak forests. *Environmental Monitoring Assessment*, 189, 549-559.

Mousavi, S., Motasadi, S., Jouzi, A., & Khorasani, N.A. 2015. "Investigating the effects of the dust from Cement industry on vegetation diversity and density" case study: Shahroud cement industry". *Journal of Health*, 6(4), 429-438. [In Persian]

Naderizadeh, Z., Khademi, H., & Ayoubi, S.H. 2013. Use of palm leaves as a biological sampler of Bushehr-Assaluyeh dust. Third National Conference on Wind Erosion and Dust Storms. January 25-26, Yazd. [In Persian]

Naseri, H.R., Ahmadi Birgani, H., & Azizabadi Farahani, A. 2018. Effect of road dust on the relative humidity of leaves and chlorophyll in haloxylon ammodendron seidlitzia romarinus and artemisia sieberi in Maranjab desert. The 2nd International Conference on Dust, Ilam, 1171-1179.

Nelson, G.D., & Ilias, I.F. 2007. "Effect of inert dust on Olive leaf physiological parameters". *Env Sci Pollut Res,* 14(3), 212-214.

Noori, S.H., & Tababtabaei, S.N. 2007."Applying delphi technique to order food processing industry in Felavarjan, Isfahan". *Journal of Geographical Research*, 39(61), 161-177.

Poma, A., Arrizza, L., Picozzi, P., & Spano, L. 2002. Monitoring urban air particulate matter (fractions PM 2.5 and 10) genotoxicity by plant systems and human cell in vitro: a comparative analysis. *Teratog, Carcinog, Mutagenesis,* 22, 271-284.

Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Eriksson, P.G., Rautenbach, C.J.D.E.W., Flamant, C., & Abdi Vishkaee, F. 2014. Spatial-temporal variability of dust aerosols over the Sistan region in Iran based on satellite Observations. *Natural Hazards*, 71, 563–585.

Rasooli, A.A., Sari Saraf, B., & Mohamadi, G.H. 2010. Trend analysis the number of dusty days in the past 55 years in the west of Iran, using non parametric data. *Natural Geography*, 4(11), 15-28.

Rezanejad, F., Oloumi, H., Gholipoor, Z., & Manouchehri Kalantari, K.H. 2017. Response of two pine species (*Pinus nigra* and *P. eldarica*) around copper complex of Sarcheshmeh in heavy metals assimilation and some structural characteristics of leaf. *Journal of plant Researches (Iranian Journal of Biology)*, 30(2), 376-390. [In Persian]

Ricks, G.R., & 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) Leibl. *Environmental Pollution,* 6(2), 87-109.

Salahi, B., & Behroozi, M. 2020. Investigation of the effect of desert dust on vegetative traits and yield of Askari grapes in Shiraz. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 7(1), 152-135. [In Persian]

Sanadgol, R. 1991. *Production and care of dates.* Agricultural Extension Organization Publications, Tehran, 326 p. [In Persian]

Shahbazi, T., Saiedi, M., Nosratti, I., & Alaei Honarmand, S.J. 2016. Evaluation the Effect of airborne dust on physiological characteristics and yield of different wheat varieties, (*Triticum* sp.). *Journal of Plant Process and Function, Iranian Society of Plant Physiology,* 5(15), 195-204. [In Persian]

Soheili, F., & Naji, H.R. 2017. Slow death of oak trees in Zagros: reasons, damage, and solutions. *Forest Strategical Approachment Journal,* 2(5), 35-49. [In Persian]

Stefanski, R., & Sivakumar, M.V.K. 2009. Impacts of sand and dust storms on agriculture and potential agricultura applications of SDSWS. IOP conference. Series: Earth and Environmental Science 7:1-6.

Tarahi, A., & Arzani, K. 2017. Study of the effects of dust on pollination and fruiting of date palm (*Phoenix dactylifera* L). *Journal of Plant Production,* 40(2), 74-63. [In Persian]

Torahi, A., Arzani, K., & Mostaan, A. 2015. Evaluation of dust effects on date palm pollination and fertilization. 1st International Conference on Environment and Natural Resources (IENC2015). Kharazmi Institute of Science and Technology. Shiraz. IRAN. Sep. 6, pp: 1-5. [In Persian]

Uzma, U., Tasveer, Z.B., Saeed, A.M., Shakil, A., & Ramiz, R. 2013. Variations in leaf dust accumulation, foliage and pigment attributes in fruiting plant species exposed to particulate pollution from Multan. *International Journal of Agricultural Science,* 3, 1-12.

Waser, N.M., Price, M.V., Casco, G., Diaz, M., Morales, A.L., & Solverson, J. 2017. Effects of road dust on the pollination and reproduction of wildflowers. *International Journal of Plant Sciences*, 178(2), 85- 93.

Wijayratne, C., Sara, J., & Lesley, A. 2009. Dust deposition effects on growth and physiology of the endangere *Astragalus Jaegerianus* (Fabaceae). *Madroño*, 52, 81-88.

Yamaguchi, M., & Izuta, T. 2017. "Air Pollution Impacts on plants in east Asia", *Springer*, 283-293.

Yang, H., Ye, B., Ji, X. 2003. Concentration and chemical composition of PM2.5 in Shanghai for a 1-year period. *Atmospheric Environment*, 37, 449-51.