Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

**Crop Production**

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

# Effect of planting date and salinity on biological stability of *Salicornia persica* against fine dust stress

**Saeedeh Alipour[1], Elias Soltani[2*], Iraj Alahdadi[3], Majid Ghorbani Javid[4], Gholam Abbas Akbari[5]**

[1]PhD Student of Plant Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, Tehran University, Pakdasht, Iran, Email: aalipoors@yahoo.com
[2]Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, Tehran University, Pakdasht, Iran, Email: elias.soltani@yahoo.com
[3]Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, Tehran University, Pakdasht, Iran, Email: alahdadi@ut.ac.ir
[4]Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, Tehran University, Pakdasht, Iran, Email: mjavid@ut.ac.ir
[5]Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, Tehran University, Pakdasht, Iran, Email: ghakbari@ut.ac.ir

**Article Info**

**Article type:**
Research Full Paper

**Article history:**
Received: 2021/11/12
Revised: 2022/02/24
Accepted: 2022/03/05

**Keywords**:
Desertification
Halophyte
Soil Erosion
Vegetation

**ABSTRACT**

**Background and objectives**: Most saline areas where plants do not have suitable conditions for growth are exposed to soil erosion and desertification. Plant species that are highly resistant to drought and salinity can be cultivated in these areas. These plants can prevent soil erosion. Therefore, the main purpose of this study was to investigate the effect of planting date and salinity on the biological stability of *Salicornia persica* against fine dust stress.

**Materials and methods:** This experiment was performed as a factorial split in a randomized complete block design with three replications during the growing season 2019-2020 in the research farm of the college of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran. Factors tested included: three planting dates: April 1, April 6, April 31 as the main plots, fine dust agent at three levels (control (without applying fine dust), spreading fine dust on the plant for 5 days and 10 days), to Sub-plots were considered in two separate areas: saline area (area one with the salinity of 7.55 dS/m) and non-saline area (area two with the salinity of 2.8 dS/m). The accesion used in this experiment was Salicornia from central platuea accesion.

**Results:** The results showed that fine dust treatment and planting date had a significant effect on all traits. The highest membrane stability in zones one and two on first planting date in the control treatment was obtained with an average of 79 and 78%, respectively. The highest chlorophyll-*a* in zones one and two were obtained on the second planting date in the control treatment (without application of fine dust) with an average of 76.2 and 77.6 mg per leaf fresh weight, respectively. The highest amount of chlorophyll b in zones one and two was obtained on the second planting date in the control treatment (without the application of fine dust) with an average of 58 and 59 $mg.g^{-1}$ fresh weight, respectively. Comparison of the mean data in region one showed that the highest percentage of relative leaf moisture on the first planting date in non-stress conditions (with an average of 81%) and in region two (salinity 2.8) on the second planting date in the control treatment (Without the application of fine dust) with an average of

80%. The highest and lowest Salicornia plant height were obtained on the second planting date in the control treatment (without application of fine dust) in zone one with an average of 60 cm and the second planting date on the third planting date in the ten-day treatment with a mean of 18 cm, respectively. The highest wet and dry forage yields were observed in zones one and two on the second planting date in the control treatment (without application of fine dust) with an average of 218, 9.8, and 107, 77 g plant$^{-1}$, respectively.

**Conclusion:** The results showed that Salicornia performed better in saline soil. On the other hand, the study of traits showed that the planting date could increase the resistance of Salicornia to fine dust stress because in the second planting date, the percentage of reduction in all traits was less than the first and third planting dates. Among the agronomic factors, planting time is one of the most important factors determining plant yield. The planting date for each species in a particular area should be considered according to the ambient temperature and soil at the time of planting and also based on the fact that the plant does not interfere with flowering at high temperatures.

Cite this article: Alipour, S., Soltani, E., Alahdadi, I., Ghorbani Javid, M., Akbari, Gh. A. 2022. Effect of planting date and salinity on biological stability of *Salicornia persica* against fine dust stress. *Crop Production*, 15 (1), 187-204.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.19675.2465
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷٤۰۳-۲۰۰۸
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

# تأثیر تاریخ کاشت و شوری بر پایداری زیستی سالیکورنیا (*Salicornia persica*) در برابر تنش ریزگرد

**سعیده عالی‌پور[۱]، الیاس سلطانی[۲*]، ایرج الهدادی[۳]، مجید قربانی جاوید[٤]، غلام عباس اکبری[۲]**

۱.دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، رایانامه: aalipoors@yahoo.com
۲.دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، رایانامه: elias.soltani@yahoo.com
۳.استاد، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، رایانامه: alahdadi@ut.ac.ir
٤.استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، رایانامه: mjavid@ut.ac.ir
۵.دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، رایانامه: ghakbari@ut.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۸/۲۱
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۱۲/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱۲/۱٤

واژه‌های کلیدی:
بیابان‌زایی
پوشش گیاهی
فرسایش خاک
هالوفیت

**چکیده**

**سابقه و هدف:** بیش‌تر مناطق شور که گیاهان شرایط مناسب جهت رشد را ندارند، در معرض پدیده فرسایش خاک و بیابان‌زایی هستند. کاشت گونه‌های گیاهی مقاوم به خشکی و شوری در این مناطق می‌تواند از این پدیده جلوگیری کرد. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر تاریخ کاشت و شوری بر پایداری زیستی سالیکورنیا (*Salicornia persica*) در برابر تنش ریزگرد بود.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دو مکان و سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در شهرستان پاکدشت انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل، سه تاریخ کاشت یک فروردین، ۱۵ فروردین،۳۱ فروردین به عنوان کرت‌های اصلی، عامل ریزگرد در سه سطح (شاهد (بدون اعمال ریزگرد)، پخش ریزگرد روی گیاه به مدت ۵ و ۱۰ روز)، به عنوان کرت‌های فرعی در دو منطقه مجزا: منطقه شور (منطقه یک با شوری ۷/۵۸ دسی زیمنس بر متر) و منطقه غیرشور (منطقه دو با شوری ۲/۸ دسی زیمنس بر متر) در نظر گرفته شدند. توده مورد استفاده در این آزمایش، توده یزد بود.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تیمار ریزگرد و تاریخ کاشت بر تمامی صفات اثر معنی‌داری داشت. به‌طوری که بیش‌ترین پایداری غشا در منطقه شور و غیرشور در تاریخ کاشت اول در تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۷۹ و ۷۸ درصد به‌دست آمد. بیش‌ترین کلروفیل a در منطقه شور و غیرشور در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) به ترتیب با میانگین ۷٦/۲ و ۷۷/٦ میلی‌گرم بر وزن تر برگ به‌دست آمد. بیش‌ترین میزان کلروفیل b در منطقه شور و غیرشور در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) به ترتیب با میانگین ۵۸ و ۵۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌دست آمد. مقایسه میانگین داده‌ها در منطقه شور نشان داد که بیش‌ترین درصد رطوبت نسبی برگ در تاریخ کاشت اول در شرایط بدون اعمال تنش (با میانگین ۸۱ درصد) و در منطقه غیرشور (با شوری ۲/۸ دسی زیمنس بر متر) در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) با میانگین ۸۰ درصد به‌دست آمد. بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع گیاه سالیکورنیا نیز به ترتیب در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) در منطقه شور با میانگین ٦۰ سانتی‌متر و در منطقه دو در تاریخ کاشت سوم در تیمار ده روز اعمال ریزگرد با میانگین ۱۸ سانتی‌متر حاصل شد. بیش‌ترین عملکرد تر و خشک علوفه نیز در منطقه شور و

غیرشور در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) به ترتیب با میانگین ۲۱۸، ۹/۸ و ۱۰۷، ۷۷ گرم در بوته مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که سالیکورنیا در منطقه شور عملکرد بهتری داشت. از طرفی، بررسی صفات نشان داد که تاریخ کاشت تاثیر مهمی بر پایداری و مقاومت زیستی گیاه در برابر تنش ریزگرد در سالیکورنیا داشت. چرا که در تاریخ کاشت دوم درصد کاهش در کلیه صفات کم‌تر از تاریخ کاشت اول و سوم بود. در بین عوامل به زراعی، زمان کاشت یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد گیاهان است. تاریخ کاشت برای هر گونه در یک منطقه خاص باید با توجه به دمای محیط و خاک در هنگام کاشت و همچنین بر مبنای عدم تداخل گلدهی گیاه به درجه حرارت بالا در نظر گرفته شود .

استناد: عالی‌پور، س.، سلطانی، ا.، اله‌دادی، ا.، قربانی جاوید، م.، اکبری، غ.ع. (۱۴۰۱). تأثیر تاریخ کاشت و شوری بر پایداری زیستی سالیکورنیا (*Salicornia persica*) در برابر تنش ریزگرد. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۱)، ۲۰۴-۱۸۷.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.19675.2465

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

## مقدمه

بیش از یک چهارم از خشکی‌های جهان تحت تأثیر بیابان‌زایی می‌باشند. این مسئله یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن ۲۱ محسوب می‌شود. مناطق شور که گیاهان شرایط مناسب جهت رشد ندارند، بیش‌تر در معرض پدیده فرسایش خاک و بیابان‌زایی هستند. بنابراین، می‌توان گفت این مناطق مهم‌ترین منابع تولید ریزگرد هستند (۳٤). از بین رفتن پوشش گیاهی رطوبت را از سطح خاک خارج کرده و باعث خشک شدن و فرسایش خاک می‌شود؛ کاهش رطوبت، نبود پوشش گیاهی و تخریب خاک سبب افزایش درجه حرارت منطقه مذکور نسبت به مناطق مجاور خواهد شد و شرایط لازم برای شدت یافتن باد را ایجاد کرده و این امر سبب تشکیل پدیده ریزگرد خواهد شد (۱٤، ۹). تحقیقات گویای این مطلب است که بالاترین درصد وقوع طوفان گرد و غبار، در مناطق بسیار خشک با زمین بدون پوشش (٦۰-۸۰ روز در سال)، پس از آن مناطق با پوشش گیاهان بوته‌ای (۲۰-۳۰ روز در سال) و سپس چمن‌زارها (۲-٤ روز در سال) می‌باشد (۳).

طوفان‌های گرد و غبار اتفاق افتاده در چند سال اخیر در ایران از نظر ویژگی‌هایی مانند غلظت، اندازه ذرات معلق و تداوم دوره زمانی از موارد مشابه قبلی متمایز است. طوری‌که در گذشته معمولاً متوسط سالانه رخداد حدود ۱۵ روز یا کم‌تر بود، ولی در حال حاضر در حد ۱۰۰ روز و یا بیش‌تر هم گزارش می‌شود. وسعت منطقه تحت تأثیر هم ابتدا محدود به مناطقی از خوزستان و بوشهر بود، ولی در سال‌های اخیر به مناطق جنوب غرب، غرب، و شمال غرب کشور و مناطق مرکزی گسترش پیدا کرده است. در حال حاضر ۲۲ استان کشور با شدت و ضعف‌های متفاوت، تحت تأثیر این پدیده قرار دارند (٦). علاوه بر این، وقوع پدیده گرد در چند سال اخیر در فصل زمستان هم گزارش شده است و تنها به فصل گرم سال محدود نمی‌شود. بررسی گروه‌های گرد و غباری نشان می‌دهد که بیش‌تر از ۹۸ درصد پدیده گرد و غبار گزارش شده جزو گروه‌های گرد و غبار وزشی با شدت متوسط است و در فصول گرم و به‌ویژه در تیرماه دارای بیش‌ترین فراوانی وقوع را داشته است (۱۵). تحقیقات زیادی در مورد استفاده از گونه‌های گیاهی در کاهش ریزگرد و حذف آلاینده‌های ذره‌ای در مناطق مختلف جهان انجام شده است (۸، ۱۸، ۲۵، ۲۹). مورفولوژی و سطح برگ‌ها تا حد زیادی می‌تواند گرد و غبار موجود در هوا را جذب کند و از انتشار ریزگرد جلوگیری کند (۱۲، ۱۸). اما، تحقیقاتی که منجر به عدم تولید ریزگرد باشد بسیار محدود است. بنابراین، می‌توان با تاکید بر کاشت گونه‌های گیاهی در کانون ریزگردها از فرسایش خاک و تولید ریزگرد جلوگیری کرد. اما اعمال مدیریت صحیح و کارآمد در این مناطق، مستلزم داشتن شناخت دقیق از فهرست گونه‌های گیاهی، توان بالقوه منابع موجود در هر منطقه و شیوه‌های سازگاری این گونه‌ها در این مناطق می‌باشد (۱۳). عمده‌ترین گونه‌های گیاهی پرکابرد در مناطق بیابانی و مستعد فرسایش بادی، گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری است. در این بین گونه‌های مرتعی هالوفیت از جمله سالیکورنیا قادر به رشد در این مناطق هستند و به‌طور گسترده در مراتع بیابانی ایران رشد خوبی دارند.

سالیکورنیا (*Salicornia persica*) از خانواده اسفناجیان (Chenopodiacea) و طایفه Salicornioideae گیاهی شورزی، آب‌دار و یک‌ساله می‌باشد. رویشگاه طبیعی این گیاه نمک‌زارها، سواحل دریا، باتلاق‌ها و مرداب‌های شور اروپا، جنوب آسیا، شامل آمریکا و جنوب آفریقا است (۳۰). بذرهای سالیکورنیا دارای ۳۰ درصد روغن و ۳۵ درصد پروتئین و کم‌تر از ۳ درصد نمک می‌باشند. روغن

سالیکورنیا دارای ۷۵ درصد لینولئیک و لینولنیک می‌باشد. اسیدهای آمینه کل برگ، ساقه و ریشه سالیکورنیا به‌ترتیب ۱/۲، ۱/۵ و ۱/٦گرم در صد گرم و اسید آمینه‌های غالب اسید گلوتامیک و اسید آسپارتیک، لوسین و ایزولوسین است. عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم از مواد معدنی غالب در برگ، ریشه و ساقه این گیاه بوده و ساقه و ریشه نیز دارای پروتئین و چربی می‌باشد (۲۱). این گیاه قادر است با استقرار سریع خود در خاک‌های شور، علاوه بر ایجاد یک پوشش محافظتی کوتاه عمر به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای معرفی شود. تاکنون کشورهای مکزیک، هند، اریتره، عربستان سعودی و امارات بطور موفقیت‌آمیزی کشت سالیکورنیا را انجام داده‌اند (۳۳).

تحقیقات نشان داده که سالیکورنیا توانسته تا شوری ٦۰۰ میلی مولار را در مرحله رویشی تحمل کند (۲۲). این گونه هالوفیت با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد خود می‌تواند یک گیاه مهم علوفه‌ای در زمین‌های خشک محسوب شود و با پیش‌برد تحقیقات در این زمینه بسیاری از اراضی شور و مستعد فرسایش که به‌صورت لم‌یزرع رها شده‌اند به کشت این گیاه اختصاص یابند. اما از طرفی، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت یعنی تعیین زمانی که رشد رویشی و زایشی گیاه بیش‌ترین هماهنگی را با عوامل اقلیمی داشته و گیاه کم‌تر با شرایط نامساعد محیطی روبه‌رو شود، یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی مؤثر در کشت موفق گیاه و پایداری زیستی در برابر تنش‌های محیطی است (۲٤). بنابراین، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر تاریخ کاشت و شوری بر پایداری زیستی سالیکورنیا در برابر تنش ریزگرد بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دو مکان (دو آزمایش جداگانه) و سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در مزرعه آموزشی پژوهشی شماره یک (منطقه شور) و دو (منطقه غیرشور) (با مشخصات موجود در جدول ۱)، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳٦ دقیقه شرقی انجام شد. لازم به ذکر است که آنالیز داده‌ها در دو منطقه (شور و غیرشور) جداگانه انجام شد.

این منطقه طبق طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن جزو مناطق خشک محسوب می‌شود که در آن میانگین بارندگی سالیانه ۱٤۱ میلی‌متر، دمای متوسط سالانه ۱۵/٦ درجه سانتی‌گراد و متوسط ارتفاع از سطح دریا در آن حدود ۱۰۲۰ متر است. فاکتورهای مورد آزمایش شامل، سه تاریخ کاشت یک فروردین، ۱۵ فروردین، ۳۱ فروردین به عنوان کرت‌های اصلی، عامل ریزگرد در سه سطح شاهد (بدون اعمال ریزگرد)، پخش ریزگرد روی گیاه به مدت ۵ روز و ۱۰ روز، به‌عنوان کرت‌های فرعی در دو منطقه مجزا شامل منطقه شور (منطقه یک) با شوری ۷/۵۸ دسی‌زیمنس بر متر و منطقه غیرشور (منطقه دو) با شوری ۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر در نظر گرفته شدند. توده مورد استفاده در این آزمایش، توده یزد بود. عملیات کاشت شامل آزمایش خاک مزرعه و تهیه بستر شامل شخم، دیسک و تسطیح بود. بعد از آماده کردن زمین، در دو طرف هر پشته حفره‌های کوچکی به عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متر به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از همدیگر ایجاد کرده و داخل هر حفره جهت اطمینان از جوانه‌زنی بذور و دست‌یابی به تراکم مطلوب (۲۰ بوته در متر مربع) چند بذر قرار داده شد. اندازه هر کرت فرعی ٦ مترمربع (۳×۲) در نظر گرفته شد. بلافاصله بعد از اتمام عملیات کشت در تاریخ کاشت مورد نظر (یک فروردین، ۱۵ فروردین و ۳۱ فرودین)،

آبیاری انجام شد. لازم به ذکر است در طول فصل رشد هیچ گونه کودی به‌صورت پایه و یا سرک در مزرعه استفاده نشد.

به منظور ریزگردپاشی روی گیاهان، فضایی مکعبی از جنس پلاستیک شفاف به ابعاد هر کرت ساخته شد و در زمان اعمال تنش روی هر کرت قرار گرفت. جهت اعمال ریزگرد، ابتدا خاک را مورد نظر را با مش ۲۵ الک کرده تا ابعاد ذرات ریزگرد به ۶۰۰ میکرون برسند (۰/۶ گرم در مترمکعب)، سپس حجم کرت را حساب و میزان خاک مورد نیاز محاسبه شد و با استفاده از دستگاه تونل باد (مدل اختصاصی) تنش ریزگرد اعمال شد. لازم به ذکر است نمونه خاک جهت اعمال ریزگرد به‌طور تصادفی از منطقه شور انتخاب شد. زمان غباردهی به گیاهان طبق آمار وقوع ریزگرد در استان تهران در اوایل تیرماه سال ۱۳۹۹ انجام شد. دستگاه تولید ریزگرد دارای یک موتور با قدرت دمنده ۸۰۰ مترمکعب و یک لوله خروجی با مقطع عرضی در حدود ۳۰×۳۰ سانتی‌متر و طول ۱/۵ متر که با ورق فلزی به ضخامت ۲ میلی‌متر ساخته شده است خاک از قسمت ورودی داخل مسیر جریان باد قرار می‌گیرد و از خروجی دستگاه خارج می‌شود. در زمان اعمال ریزگرد، گونه‌های گیاهی نام برده در تاریخ کاشت اول (یک فروردین) به ده درصد گل‌دهی رفته بودند، ولی تاریخ کاشت دوم (۱۵ فروردین) و سوم (۳۰ فروردین) در مرحله رشد رویشی بودند. یک ماه بعد از اعمال ریزگرد، در مردادماه ۱۳۹۹ نمونه‌برداری در جهت اندازه‌گیری صفات انجام شد. برای محاسبه، محتوای کلروفیل به روش آرنون (۱۹۴۹)، سنجش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا به روش یادیریم و همکاران (۲۰۰۹)، محتوای نسبی آب برگ به روش ریچی و همکاران (۱۹۹۰)، از هر کرت ۲ بوته انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد (٤، ۳۲، ۲٦). جهت اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر و خشک و ارتفاع گیاه، به مساحت ۲ مترمربع از هر کرت فرعی محاسبه و توزین شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه قبل از آزمایش.

Table 1- Soil properties before the start of experiment.

| خصوصیات<br>Properties | خصوصیات خاک منطقه شور (منطقه یک)<br>Soil characteristics of the saline area (farm 1) | خصوصیات خاک منطقه غیرشور (منطقه دو)<br>Soil characteristics of the non-saline area (farm 2) |
|---|---|---|
| هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)<br>EC (dS.m-1) | 7.57 | 2.8 |
| اسیدیته<br>pH | 8.21 | 7.1 |
| نیتروژن قابل جذب (درصد)<br>Soluble nitrogen (%) | 0.14 | 0.07 |
| فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)<br>Soluble phosphorus (mg/kg) | 79 | 70 |
| پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)<br>Soluble potassium (mg/kg) | 732 | 700 |
| رس (درصد)<br>Clay (%) | 28 | 15.2 |
| سیلیت (درصد)<br>Silt (%) | 50 | 46.6 |
| شن (درصد)<br>Sand (%) | 22 | 28.2 |
| بافت خاک<br>Texture (%) | لومی- رسی<br>Loamy-Clay | لومی – شنی<br>Loamy- sand |

تجزیه و تحلیل داده های حاصل از این پژوهش و محاسبه ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد تعیین گردید. جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

**پایداری غشای سلولی:** تجزیه واریانس حاصل از داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمار ریزگرد و تاریخ کاشت در سطح آماری یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت در ریزگرد در هر دو منطقه معنی‌دار شد (جدول ۲). اندازه‌گیری پایداری غشا سلولی، شاخصی از اندازه‌گیری میزان آسیب اکسایشی وارد شده به غشای سلول است. بیش‌ترین پایداری غشای سلولی در تاریخ کاشت اول و در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) در منطقه شور با میانگین ۷۹ درصد حاصل شد. اما این صفت با افزایش تعداد روز اعمال ریزگرد در هر سه تاریخ کاهش پیدا کرد. به‌طوری‌که این کاهش به‌ترتیب در تاریخ کاشت اول، در تیمار ۱۰ روز اعمال ریزگرد ۱۶ درصد، در تاریخ کاشت دوم ۱۳ درصد و در تاریخ کاشت سوم ۱۲ درصد بود. همچنین، کم‌ترین پایداری غشا با میانگین ۵۹/۳ درصد در منطقه شور حاصل شد. در این منطقه نیز با اعمال ریزگرد پایداری غشا نیز کاهش پیدا کرد به‌طوری که در تاریخ کاشت اول، در تیمار ۱۰ روز اعمال ریزگرد نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۱۳ درصد، در تاریخ کاشت دوم با میانگین ۱۱ درصد و در تاریخ کاشت سوم میانگین ۸ درصد کاهش به‌دست آورد (شکل ۱). اما در مجموع مقایسه میانگین داده‌ها در دو منطقه نشان داد که سالیکورنیا در منطقه یک (شوری ۷/۵۷ دسی‌زیمنس بر متر) پایداری غشای سلولی بالاتری داشت که این نشان‌دهنده اجباری بودن نمک در محیط رشد سالیکورنیا می‌باشد. از طرفی، تنش ریزگرد در هر دو منطقه پایداری غشا سلولی را کاهش داد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری شده سالیکورنیا.

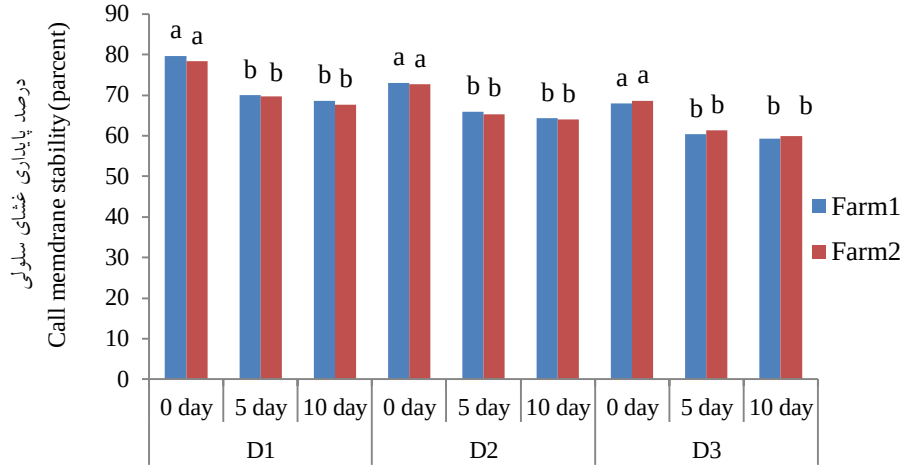
Table 2- Analysis of variance of experimental treatments on the measured traits of Salicornia.

| منابع تغییر S.O.V Sources of changes | درجه آزادی df | منطقه شور (منطقه یک) Saline area (farm 1) | | | منطقه غیرشور (منطقه دو) Non-saline area (farm 2) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پایداری غشای سلول Cell Membrane Stability | کلروفیل a Chlorophyll a | کلروفیل b Chlorophyll b | پایداری غشای سلول Cell Membrane Stability | کلروفیل a Chlorophyll a | کلروفیل b Chlorophyll b |
| بلوک Block | 2 | $0.703^{ns}$ | $0.66^{ns}$ | $1.74^{ns}$ | $4.81^{ns}$ | $0.027^{ns}$ | $0.35^{ns}$ |
| تاریخ کاشت Planting date | 2 | $164.9^{**}$ | $24.6^{**}$ | $24.19^{**}$ | $235.1^{**}$ | $26^{**}$ | $24.51^{**}$ |
| اشتباه اصلی Main error | 4 | 0.037 | 0.52 | 0.54 | 0.59 | 0.90 | 0.0014 |
| ریزگرد Dust | 2 | $225^{**}$ | $129.2^{**}$ | $164.7^{**}$ | $239.8^{**}$ | $158^{**}$ | $123.02^{**}$ |
| تاریخ کاشت * ریزگرد Planting* Dust | 4 | $1.037^{*}$ | $0.98^{ns}$ | $0.97^{ns}$ | $1.59^{**}$ | $0.0014^{ns}$ | $0.16^{ns}$ |
| اشتباه فرعی Sub-error | 12 | 0.25 | 0.49 | 0.82 | 0.25 | 0.94 | 5.95 |
| ضریب‌تغییرات(درصد) CV (%) | | 0.75 | 0.98 | 1.8 | .075 | 1.8 | 0.93 |

، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ درصد و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشد.

ns, * and **, non-significant , significant at 5% and singnificant at 1 % respectively.

به نظر می‌رسد تنش ریزگرد اثر معنی‌داری بر فعالیت چرخه کالوین به ویژه بازسازی روبیسکو بر جای می‌گذارد. با کاهش مصرف NADPH، عدم مصرف الکترون‌ها از میدان توزیع فرودکسین، تولید رادیکال آزاد و به تبع آن خسارت به غشای سلولی افزایش می‌یابد. دلیل دیگر کاهش پایداری غشا در برابر ریزگرد بسته شدن روزنه‌ها توسط گرد و غبار است. در نتیجه در اثر بسته شدن روزنه‌ها، فرم‌های اکسیژن فعال افزایش می‌یابد این فرایند به پراکسیداسیون لیپیدهای غشا منجر می‌شود (۱۶). نتایج این تحقیق با گزارشات ابورومن و الزابی (۲۰۱۶) و صلاحی و بهروزی (۲۰۲۰) نیز مطابقت داشت (۱، ۲۷).



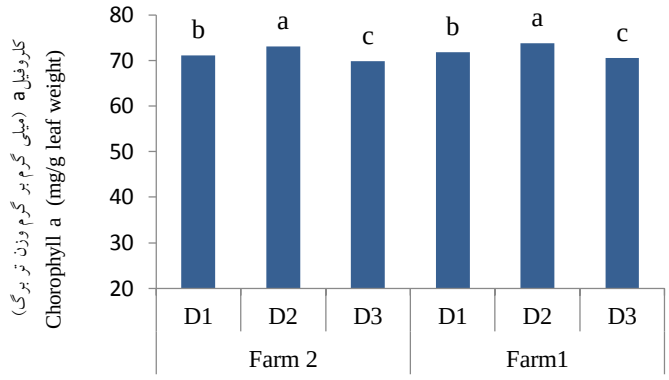

شکل ۱- اثر تیمارهای آزمایشی بر پایداری غشای سلولی در سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد؛ D1، D2 و D3 به‌ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشند. مقایسه میانگین به صورت برش‌دهی فیزیکی برای هر تاریخ کاشت به صورت جداگانه انجام شده است (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 1- Effect of experimental treatments on cell membrane stability in Salicornia 0 day, 5day, 10day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively; D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date.The average comparison was performed separately for each planting date. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).

**کلروفیل a و b**: نتایج جدول تجزیه واریانس صفات در جدول ۲ نشان داد که تاریخ کاشت و ریزگرد تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر مقدار کلروفیل a و b در هر دو منطقه داشتند. این درحالی است که اثر متقابل تاریخ کاشت در ریزگرد در هر دو منطقه کلروفیل a و b معنی دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها در منطقه شور نشان داد که بیش‌ترین کلروفیل a در تاریخ کاشت دوم با میانگین ۷۶/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و کم‌ترین مقدار در تاریخ کاشت سوم با میانگین ٦٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود. در منطقه غیرشور نیز بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کلروفیل a در تاریخ کاشت دوم با میانگین ۷۷/٦ میلی‌گرم بر وزن تر و تاریخ کاشت سوم با میانگین ۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به‌دست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با منطقه شور نداشت (شکل ۲). با اعمال ریزگرد در هر دو منطقه مقدار کلروفیل a کاهش پیدا کرد. درصد کاهش کلروفیل a در منطقه شور ۹/٦ درصد و در منطقه غیر شور ۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) بود (شکل ۳). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت با تاخیر در تاریخ کاشت و افزایش درجه حرارت محیط کلروفیل برگ کاهش یافت. نفوذ نور در کف سایه‌انداز گیاهی تحت تأثیر رشد رویشی گیاه قرارمی‌گیرد که در نتیجه با تأخیر در

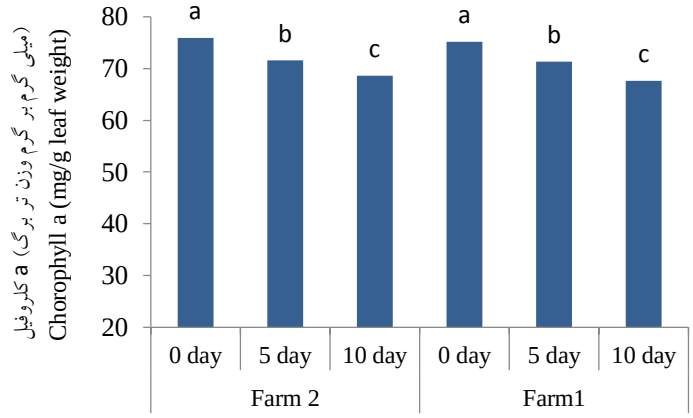
تاریخ کاشت شاخص سطح برگ و تداوم سطح برگ در دوره زایشی کاهش می‌یابد. در نهایت، سبب کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در دورهٔ زایشی می‌شود. این کاهش را می‌توان با کاهش کلروفیل کل در تاریخ کاشت دیرهنگام به‌خوبی مشخص کرد. کلروفیل یک ویژگی بیوشیمیایی اساسی برای توصیف سلامت و رشد گیاه است. بنابراین، می‌تواند یک پارامتر مهم نیز در ارزیابی اثر آلودگی هوا بر گیاه باشد (۱۷). کاهش میزان کلروفیل در تیمار ریزگرد نسبت به شاهد را می‌توان به اثر معنی‌دار سایه ایجاده شده توسط ریزگردها بر روی سطح برگ ارتباط داد و هر چقدر گیاه بیش‌تر در معرض ریزگرد قرار گیرد و در سطح برگ خود، تجمع بیش‌تری از ریزگرد را داشته باشد میزان کلروفیل آن کاهش بیش‌تری را نشان می‌دهد، چرا که رسوب ریزگرد بر سطح برگ موجب مسدود شدن روزنه‌ها، افزایش دمای برگ، اختلال در تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن و در نهایت کاهش کلروفیل برگ خواهد شد (۲۰). نتایج این پژوهش با نتایج ناصری و همکاران (۲۰۱۸) روی سه گونه بیابانی آشنان، تاغ و درمنه و همچنین پژوهش شبنم و همکاران (۲۰۲۱) روی *Vigna radiata* مطابقت داشت (۲۳، ۲۸). از طرفی با تاخیر در کاشت نیز سطح کلروفیل b به‌طور معنی‌داری در هر دو منطقه کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین میزان کلروفیل b در منطقه شور و غیرشور در تاریخ کاشت دوم به‌ترتیب با میانگین ۵۸ و ۵۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌دست آمد (شکل ٤). همچنین، با اعمال ریزگرد نیز مقدار کلروفیل b کاهش پیدا کرد به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کلروفیل b به‌ترتیب به تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) و تیمار ۱۰ روز اعمال ریزگرد اختصاص پیدا کرد. این کاهش مقدار کلروفیل b در منطقه شور (۱٤/۹ درصد) و در منطقه غیر شور (۱٤/۵ درصد) نسبت به تیمار شاهد بود (شکل ۵).

افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز که عامل اصلی تجزیه‌ی کلروفیل است، از مهم‌ترین عوامل کاهش رنگ‌دانه‌های کلروفیل تحت تأثیر ذرات گرد و غبار است (۱۹). علاوه بر این، در اثر سایه‌اندازی ذرات گرد و غبار، دهانه‌ی روزنه‌ها مسدود و دمای برگ بیش‌تر می‌شود و این امر سبب افزایش فرم‌های اکسیژن فعال می‌شود این فرایند به پراکسیداسیون لیپیدهای غشا منجر و در نتیجه، کلروفیل تخریب می‌گردد (۱٦). از طرفی، مقایسه میانگین داده‌ها در هر دو منطقه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در مقدار کلروفیل a و b در منطقه شور و منطقه غیرشور مشاهده نشد.



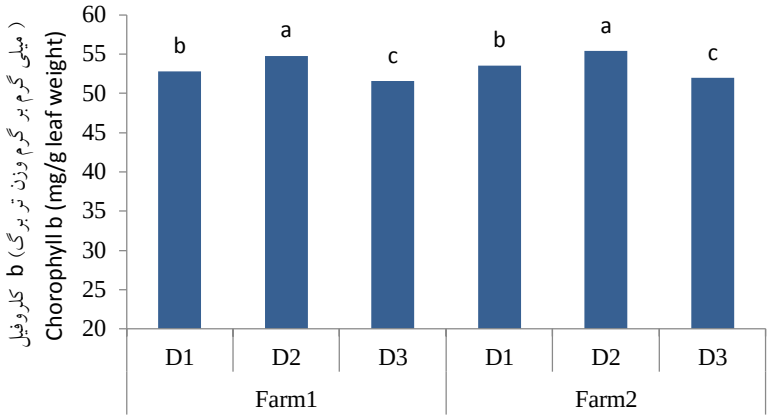

شکل ۲- اثر تاریخ کاشت بر مقدار کلروفیل a در برگ سالیکورنیا. D1، D2 و D3 به‌ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشد. (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 2- Effect of planting date on chlorophyll a in Salicornia. .D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date, respectively. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).



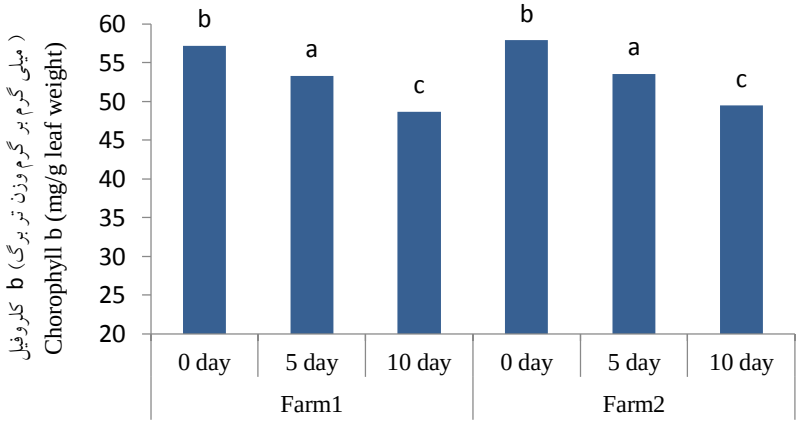

شکل ۳- اثر ریزگرد بر مقدار کلروفیل a در برگ سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به‌ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 3- The effect of fine dust on chlorophyll a in Salicornia. 0day, 5day, 10 day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).




شکل ٤- اثر تاریخ کاشت بر مقدار کلروفیل b در سالیکورنیا. D1، D2 و D3 به ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشد (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

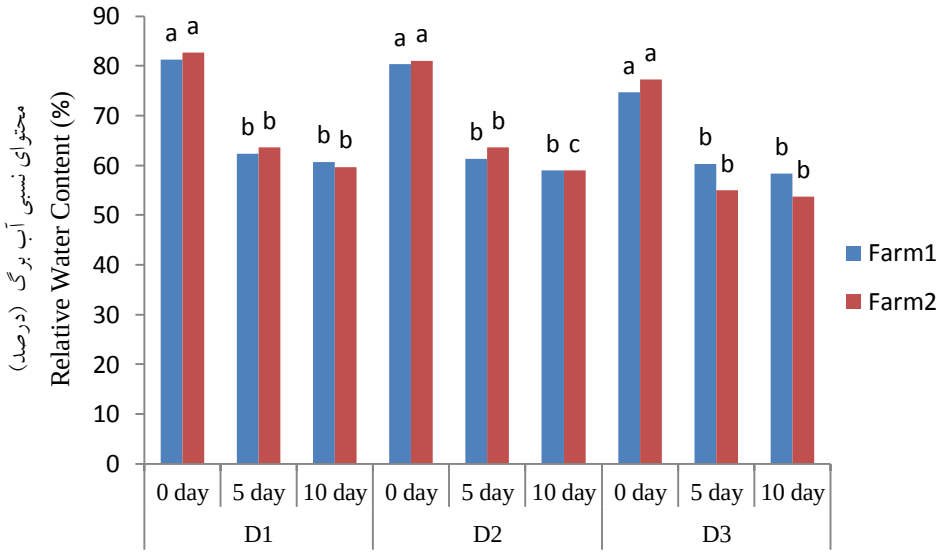
Figure 4- Effect of planting date on chlorophyll b in Salicornia. D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).




شکل ۵- اثر ریزگرد بر مقدار کلروفیل b در برگ سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 5- The effect of fine dust on chlorophyll b in Salicornia. 0day, 5day, 10day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).

**رطوبت نسبی برگ** : نتایج تجزیه واریانس حاصل از داده‌ها نشان که اثرات اصلی تاریخ کاشت و ریزگرد در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت در ریزگرد در هر دو منطقه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها در منطقه شور نشان داد که سالیکورنیا در تاریخ کاشت اول در شرایط بدون اعمال تنش ریزگرد بیش‌ترین درصد رطوبت برگ را (با میانگین ۸۱ درصد ) به خود اختصاص داد. اما در شرایط ۱۰ روز اعمال تنش ریزگرد در همین تاریخ کاشت رطوبت نسبی برگ حدود ۲۵ درصد کاهش پیدا کرد. گزارش شده است که ریزگردها با کاهش جذب نور توسط برگ‌ها، باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل برگ می‌شوند (۱۰). از طرفی، از لحاظ آماری بین تاریخ کاشت اول و دوم در گیاه سالیکورنیا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کم‌ترین درصد رطوبت برگ نیز در تاریخ کاشت سوم با اعمال ۱۰ روز تنش ریزگرد به‌دست آمد. می‌توان گفت که علت کاهش درصد رطوبت نسبی برگ در تاریخ کاشت سوم در سالیکورنیا افزایش دمای هوا در طول دوره رشد گیاه بود. این موضوع سبب افزایش تبخیر و تعرق و کاهش آب برگ می‌شود (۳۱). در منطقه غیرشور نیز بیش‌ترین درصد رطوبت نسبی برگ در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) با میانگین ۸۰ درصد به‌دست آمد و کم‌ترین درصد در تاریخ کاشت سوم در تیمار ۱۰ روز اعمال ریزگرد با میانگین ۵۸ درصد حاصل شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو منطقه وجود ندارد گویا شوری بیش‌تر منطقه یک اثر معنی‌داری بر درصد رطوبت نسبی برگ سالیکورنیا نداشت (شکل ٦)




شکل ٦- اثر تیمارهای آزمایشی بر محتوای نسبی آب برگ در سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد؛ D1، D2 و D3 به ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. مقایسه میانگین به صورت برش‌دهی فیزیکی برای هر تاریخ کاشت به‌صورت جداگانه انجام شده است (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 6- Effect of experimental treatments on relative leaf water content in Salicornia. 0day, 5day, 10day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively; D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date. Within columns, means followed by the same letter are not different statistically. The average comparison was performed separately for each planting date. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).

جدول ۳- تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده سالیکورنیا.

Table 3- Analysis of variance of experimental treatments on the measured traits of Salicornia.

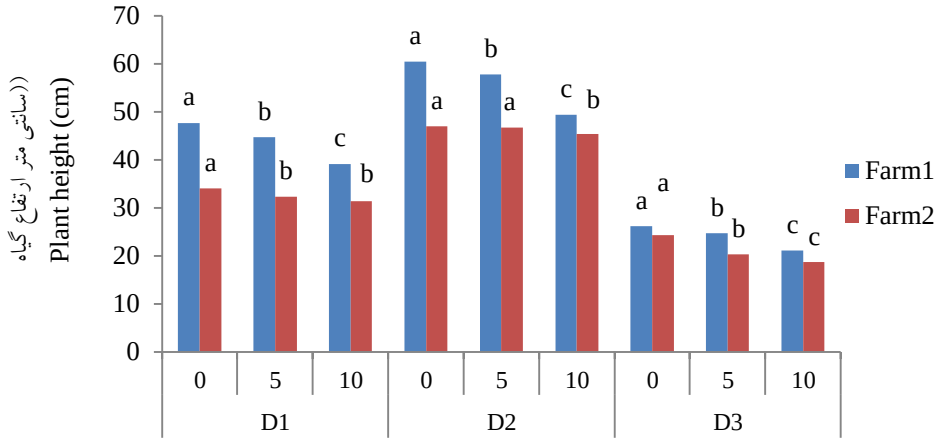
| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | منطقه شور (منطقه یک) Saline area (Farm 1) | | | | منطقه غیر شور (منطقه ۲) Non-saline area (Farm 2) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | رطوبت نسبی برگ Relative water content | ارتفاع اندام هوایی Aerial height | عملکرد خشک علوفه Dry forage yield | عملکرد تر علوفه Wet forage yield | رطوبت نسبی برگ Relative water content | ارتفاع اندام هوایی Aerial height | عملکرد خشک علوفه Dry forage yield | عملکرد تر علوفه Wet forage yield |
| بلوک Block | 2 | 1.9 ns | 0.13 ns | 0.23 ns | 0.037 ns | 4.14 ns | 1.4 ns | 0.084 ns | 5.48 ns |
| تاریخ کاشت Planting Date | 2 | 31.3** | 2162.2** | 23.18** | 17293.3** | 119.5** | 1435.4** | 25.24** | 533. ** |
| اشتباه اصلی main error | 4 | 1.037 | 0.63 | 0.131 | 3.53 | 4.148 | 0.55 | 0.131 | 3.8 |
| ریزگرد The dust | 2 | 1029.5** | 199.8** | 9.6** | 6135.14** | 1376.1** | 25.3** | 7.63** | 1165.5** |
| تاریخ کاشت * ریزگرد Planting* Dust | 4 | 7.37** | 4.68** | 0.400* | 1069.8** | 5.14** | 3.94** | 0.216* | 53.37** |
| اشتباه فرعی Sub-error | 12 | 0.77 | 0.29 | 0.141 | 4.53 | 0.925 | 0.29 | 0.306 | 2.68 |
| ضریب تغییرات (درصد) | CV (%) | 1.32 | 1.3 | 4.9 | 1.18 | 1.45 | 1.6 | 8.3 | 1.9 |

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ درصد و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشد.

ns, * and **, non-significant, significant at 5% and singnificant at 1 % respectively.

**ارتفاع گیاه:** نتایج تجزیه واریانس حاصل از داده‌ها نشان که اثرات ساده تاریخ کاشت و ریزگرد و اثر متقابل ریزگرد در تاریخ کاشت در هر دو منطقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه سالیکورنیا در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگرد) در منطقه شور با میانگین ٦٠ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع گیاه در منطقه غیرشور در تاریخ کاشت سوم در تیمار ده روز اعمال ریزگرد با میانگین ۱۸ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۷). کاهش ارتفاع گیاه در تاریخ کاشت سوم، عمدتاً می‌تواند ناشی از کوتاه شدن فواصل میان گره‌ها در اثر تغییر طول روز و کوتاه شدن دوره رشد رویشی باشد. تاریخ کاشت مناسب باعث استقرار مناسب گیاه شده و نهایتا این امر منجر به افزایش طول بوته می‌شود (۲). به‌طورکلی، ارتفاع گیاه یک صفت ژنتیکی می‌باشد، اما می‌تواند تحت تأثیر مدیریت‌های خوب مزرعه‌ای و شرایط اقلیمی قرار گیرد. با افزایش تعداد روز اعمال ریزگرد ارتفاع گیاه سالیکورنیا در هر سه تاریخ کاشت در هر دو منطقه کاهش پیدا کرد (شکل ۵). ریزگرد به دلیل ایجاد سایه اندازی بر روی گیاه منجر به تغییرات بیوشیمیایی مختلفی در برگ‌های گیاه مانند کاهش کلروفیل در گیاه می‌شود. کاهش کلروفیل در گیاه سبب کاهش فتوسنتز می‌شود در نتیجه با کاهش فتوسنتز رشد گیاه نیز کاهش پیدا می‌کند. از طرفی، در منطقه شور میانگین ارتفاع گیاه نسبت به

منطقه غیرشور بیش‌تر بود. افزایش طول ساقه می‌تواند ناشی از غلظت مناسب برخی نمک‌های محلول خاک باشد که منجر به تحریک رشد گیاه می‌گردد.



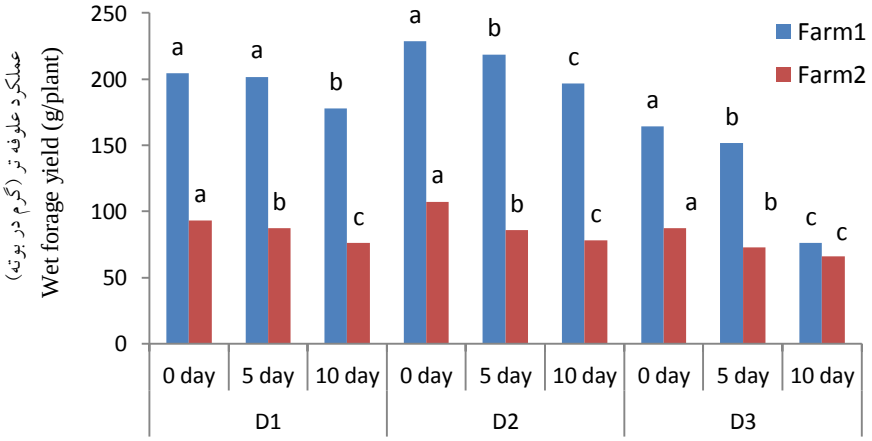

شکل ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع در سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد؛ D1، D2 و D3 به‌ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. مقایسه میانگین به صورت برش‌دهی فیزیکی برای هر تاریخ کاشت به صورت جداگانه انجام شده است (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 7- Effect of experimental treatments on height in Salicornia. 0day, 5day, 10day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively; D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date. Within columns, means followed by the same letter are not different statistically. The average comparison was performed separately for each planting date. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).

**عملکرد تر و خشک علوفه:** تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ریزگرد و تاریخ کاشت و اثرات متقابل این دو بر عملکرد تر و خشک علوفه در منطقه شور و غیر شور معنی‌دار بود. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد تر علوفه به ترتیب در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد با میانگین ۲۲۸ گرم در بوته و تاریخ کاشت سوم در تیمار ده روز اعمال ریزگرد با میانگین ۷۶ گرم در بوته به‌دست آمد. مقایسه میانگین داده‌ها در این منطقه نشان داد که سالیکورنیا در تاریخ کاشت دوم روند رشد بهتری از خود نشان داد و به موازات افزایش تعداد روز اعمال ریزگرد درصد کاهش عملکرد تر علوفه نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر کم‌تر بود و از ثبات عملکردی بیش‌تری برخردار بود (شکل ۸). این امر نشان می‌دهد انتخاب تاریخ کاشت مناسب می‌تواند اثر معنی‌داری بر میزان مقاومت گیاه در برابر تنش ریزگرد داشته باشد. تاریخ کاشت مناسب و درجه حرارت مطلوب در زمان جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای این فرصت را به گیاه می‌دهد که بتواند خود را نسبت به هر تنشی مقاوم کند. در تاریخ کاشت اول (یک فروردین) به دلیل پایین بودن دمای خاک استقرار گیاهچه سالیکورنیا به خوبی انجام نشد. در تاریخ کاشت دوم (۱۵ فروردین) طولانی شدن دوره رشد رویشی منجر به اختصاص مواد فتوسنتزی بیش‌تر و استفاده مناسب‌تر از عوامل محیطی گردیده و این امر باعث شد عملکرد علوفه تَر افزایش یابد و در تاریخ کاشت آخر (۳۱ فروردین ماه) با افزایش دمای هوا دوره رشد گیاه کم‌تر و در نتیجه گیاه زمان کم‌تری برای تولید برگ و یا شاخه‌های جانبی داشت. اما در تاریخ کاشت دوم فاصله کاشت تا ظهور اندام نر و گرده افشانی طولانی‌تر و ارتفاع بوته افزایش یافته در نتیجه تعداد و سطح برگ بیش‌تری تولید می‌گردد. نتایج عملکرد خشک علوفه نیز همسو با عملکرد تر

گیاه بود (شکل ۹). به‌طوری که با افزایش تعداد روز اعمال ریزگرد عملکرد علوفه خشک کاهش پیدا کرد.

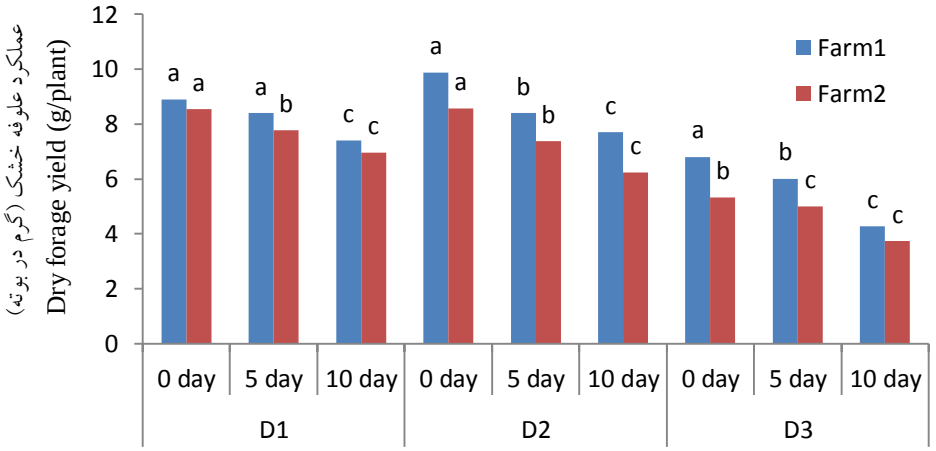
در منطقه غیرشور نیز گیاه سالیکورنیا در تاریخ کاشت دوم عملکرد بهتری از خود نشان به‌طوری که بیش‌ترین تولید علوفه تر در تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (بدون اعمال ریزگر) با میانگین ۱۰۷ گرم در بوته به‌دست آمد و کم‌ترین عملکرد تر علوفه در تاریخ کاشت سوم با میانگین ٦٦ گرم در تیمار ده روز اعمال ریزگرد حاصل شد. به موازات افزایش تعداد روز اعمال ریزگرد نیز عملکرد تر علوفه در هر سه تاریخ کاشت، کاهش پیدا کرد. به‌طوری که در تاریخ کاشت اول ۲۱ درصد کاهش عملکرد، در تاریخ کاشت دوم ۲۷ درصد کاهش عملکرد و در تاریخ کاشت سوم ۸ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد. عملکرد علوفه خشک نیز در هر دو منطقه تحت تاثیر تاریخ کاشت و تیمار ریزگرد قرار گرفت، به‌طوری که در منطقه شور بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد خشک به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت دوم در تیمار شاهد (با میانگین ۹/۸ گرم در بوته) و تاریخ کاشت سوم در تیمار ده روز اعمال ریزگرد با میانگین ٤/۲ گرم در بوته مشاهده شد. در منطقه غیرشور نیز بیش‌ترین عملکرد خشک علوفه در تاریخ کاشت اول در تیمار شاهد با میانگین ۷/۷ گرم در بوته و کم‌ترین عملکرد خشک در تاریخ کاشت سوم در تیمار ده روز اعمال با میانگین ۳/۷ گرم در بوته ریزگرد حاصل شد. لازم به ذکر است که از نظر آماری بین تاریخ کاشت دوم تیمار شاهد و تاریخ کاشت اول تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که اعمال ریزگرد در هر دو منطقه سبب کاهش عملکرد تر و خشک سالیکورنیا شد.




شکل ۸- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد علوفه تر در سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به‌ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد؛ D1، D2 و D3 به‌ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. مقایسه میانگین به صورت برش‌دهی فیزیکی برای هر تاریخ کاشت به صورت جداگانه انجام شده است. (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 8- Effect of experimental treatments on forage yield in Salicornia. 0day, 5day, 10day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively; D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date.Within columns, means followed by the same letter are not different statistically. The average comparison was performed separately for each planting date. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).

بنابراین، می‌توان گفت رسوب ریزگردها بر روی برگ باعث کاهش نور دریافتی توسط کلروفیل‌ها می‌شود که این شرایط باعث کاهش انتقال الکترون شده و در مرکز واکنش فتوسیستم II الکترون کم‌تری دریافت شده و این شرایط سایه در روی برگ در نهایت باعث اختلال در چرخه فتوسنتزی در گیاه می‌شود. کاهش فتوسنتز منجر به کاهش تولید مواد غذایی به‌ویژه کربوهیدرات‌ها شده که این شرایط سبب کاهش بیوماس و عملکرد گیاه می‌شود. در تحقیقاتی که چن و همکاران (۲۰۱۵) و آرویین و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفته، مشخص شده که وجود ذرات ریزگرد بر سطح برگ گیاهان ذرت و نیشکر، باعث کاهش عملکرد این گیاهان شده است. آن‌ها این کاهش عملکرد را به‌وسیله کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و دمای برگ نسبت داده‌اند (۱۱، ۵).




شکل ۹- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد علوفه خشک در سالیکورنیا. 0day، 5day، 10day به ترتیب نشان‌دهنده بدون اعمال ریزگرد، ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد؛ D1، D2 و D3 به ترتیب نشان‌دهنده تاریخ کاشت اول، تاریخ کاشت دوم و تاریخ کاشت سوم می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. مقایسه میانگین به صورت برش‌دهی فیزیکی برای هر تاریخ کاشت به صورت جداگانه انجام شده است (منطقه شور (Farm 1) منطقه غیرشور (Farm 2)).

Figure 9. Effect of experimental treatments on dry forage yield in Salicornia. 0day, 5day, 10day represent no dust, 5 days of dust and 10 days of dust, respectively; D1, D2 and D3 represent the first planting date, the second planting date and the third planting date. Within columns, means followed by the same letter are not different statistically. The average comparison was performed separately for each planting date. (Saline area (Farm 1) Non-saline area (Farm 2)).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که سالیکورنیا در منطقه شور عملکرد بهتری داشت. گیاه سالیکورنیا یکی از مهم‌ترین گیاهان هالوفیت است که مقاومت بالایی به شوری دارد و به‌دلیل شورزیست بودن اجباری رشد بهتری در منطقه یک از خود نشان داد. از طرفی، بررسی صفات نشان داد که تاریخ کاشت تاثیر مهمی بر پایداری و مقاومت زیستی گیاه در برابر تنش ریزگرد در سالیکورنیا داشت. چرا که در تاریخ کاشت دوم درصد کاهش در کلیه صفات کم‌تر از تاریخ کاشت اول و سوم بود. تاریخ کاشت برای هر گونه در یک منطقه خاص باید با توجه به دمای محیط و خاک در هنگام کاشت و همچنین، بر مبنای عدم تداخل گلدهی گیاه به درجه حرارت بالا در نظر گرفته شود که در این آزمایش طبق مشاهدات انجام شده مشخص شد برای حصول عملکرد مطلوب علوفه لازم است کاشت سالیکورنیا در زمانی که میانگین دما بین ۲۵- ۲۰ درجه سلسیوس است انجام شود و از تأخیر در

کاشت خودداری شود. از طرفی، با اعمال ریزگرد کلیه صفات مورد اندازه‌گیری کاهش پیدا کرد اما این کاهش بین تیمار ۵ روز اعمال ریزگرد و ده روز اعمال ریزگرد چشم‌گیر نبود. این امر نشان دهنده مقاومت گیاه در برابر تنش ریزگرد می‌باشد. سالیکورنیا به دلیل داشتن شکل منحصر به فرد برگ و دمبرگ‌های کوچک حرکت برگی کم‌تری در مجاورت باد دارد. این امر می‌توانند سبب افزایش ظرفیت نگهداری گرد و غبار در بوته شود و از انتشار ریزگرد جلوگیری کند.

## منابع


1. Abu-Romman, S. and Alzubi, J. 2016. Transcriptome analysis of *Arabidopsis thaliana* in response to cement dust. Am. J. Agri. Biol. Sci. 10: 4. 157-164.
2. Alipoor, S., Moradi Telawat, M. and Siyadat, A. 2016. Effect of planting date and phosphorus fertilizer levels on morphological characteristics and yield of beans (*Vicia faba* L.). Iran. J. Pulses Res. 7: 2. 45-58. (in Persian)
3. Antoine, D., and Nobileau, D. 2006. Recent increase of Saharan dust transport over the Mediterranean Sea, as revealed from ocean color satellite (SeaWiFS) observations. J. JGR. 111: 12. 1-19.
4. Arnon, D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.
5. Arvin, A.A., Cheraghi, S. and Cheraghi, SH. 2013. Investigation of the effect of dust on the quantitative and qualitative growth trend of sugarcane variety-CP57.614. J. Physical G Res Q. 45: 3. 17-19.
6. Azizi, G., Shamsipur, A., Miri, M. and Safarrad, T. 2012. Statistical and synoptically analysis of dust in the western half of Iran. J. Environ Stud. 38: 63. 123-134. (In Persian)
7. Baker, N.R. 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. Plant Biol. 59: 89-113.
8. Baraldi, R., Neri, L., Costa, F., Facini, O., Rapparini, F. and Carriero, G. 2019. Ecophysiological and micromorphological characterization of green roof vegetation for urban mitigation. Urban Forest Urban Green. 37: 24-32.
9. Calvo de Antaa, R., Luísa, E., Febrero-Bandeb, M., Galiñanesa, J., Macíasa, F., Ortízc, R. and Casása, F. 2020. Soil organic carbon in peninsular Spain: Influence of environmental factors and spatial distribution. Geoderma. 370: 114365. 10. 1016/j.geoderma.
10. Chaturvedi, R.K., Prasad, Sh., Rana, S., Obaidullah, S.M., Pandey, V. and Singh, H. 2013. Effect of dust load on the leaf attributes of the tree species growing along the roadside. Environ. Monit. Assess. 185: 383-391.
11. Chen, X., Zhou, ZH., Teng, M., Wang, P. and Zhou, L. 2015. Accumulation of three different sizes of particulate matter on plant leaf surfaces: effect on leaf traits. Arch. Biol. Sci. 67: 4. 1257-1267.
12. Das, S. and Prasad, P. 2012. Particulate matter capturing ability of some plant species: implication for phytoremediation of particulate pollution around Rourkela Steel Plant, Rourkela, India. Nat. Environ. Pollut. Technol. 11: 657-665.
13. Dinarvand, M., Kaneshloo, H. and Fayyaz, M. 2018. Vegetation of dust centers in khuzestan. Nature Iran. 3: 10. 31-42. (In Persian)
14. Du, S., Kang, D., Lei, X. and Chen, L. 2007. Numerical study on adjusting and controlling effect of forest cover on PM10 and O3. Atmos. Environ. 41: 797-808.
15. Ghaffari, D. and Mostafazadeh, R. 2015. Investigating the origin of the effects andstrategies of dust in Iran. J. Conserv Exploit Natural Resourc. 4:2. 108-125. (In Persian)
16. Gong, H.J., Chen, K.M., Chen, G.C., Wang, S.M. and Zhang, C.L. 2003. Effects of silicon on growth of wheat under drought. J. Plant Nut. 26: 5. 1055-1063.
17. JinXu, T., Volk, A., Lindi, J., Quackenbush, S. and Stehman, V. 2021. Estimation of shrub willow leaf

chlorophyll concentration across different growth stages using a hand-held chlorophyll meter to monitor plant health and production. Biomass Bioenergy. 150: 106-132.
18. Kończak, B., Cempa, M., Pierzchała, Ł. and Deska, M. 2021. Assessment of the ability of roadside vegetation to remove particulate matter from the urban air. Environ. 268: 115465.
19. Loggini, B., Scartazza, A., Brugnoli, E. and Navari-Izzo, F. 1999. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. Plant Physiol. 119: 1091-1099
20. Meraviet, M., KumarSingh, K. and KumarPrajapati, S. 2021. Seasonal variation of dust deposition on plant leaves and its impact on various photochemical yields of plants. Environmental Challenges. 4: 100166.
21. Min, J.G., Lee, D.S., Kim, T.J., Park, J.H., Cho, T.Y. and Park, D.I. 2002. Chemical composition of *Salicornia Herbacea* L. Food Sci. Nut. 7: 1. 105-107.
22. Mohammadi, H.R., Akbari, Gh.A., Khoshkholghsima, N.A. and Moradi, F. 2010. Study growth, development and oil properties of Salicornia in saline condition. National Conference on New Approaches to the Production of Oil-Based Plants. Islamic Azad University. Bojnourd Branch. (In Persian)
23. Naseri, H.R., Ahmadi Birgani, H. and 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. (In Persian)
24. Pourghasemian, N., Moradi, R. and Naghizadeh, M. 2018. Effect of planting time and place on quality of some brompt on stock varieties for cultivation in Bardsir. Crops Improv. 20: 679-692. (In Persian)
25. Ram, S., Majumder, S., Chaudhuri, P., Chanda, S., Santra, S.C., Maiti, P.K., Sudarshan, M. and Chakraborty, A. 2014. Plant canopies: bio-monitor and trap for re-suspended dust particulates contaminated with heavy metals. Mitig Adapt Strateg Glob Chang. 19: 499-508.
26. Ritchie, S.W., Nguyen, H. and Haloday, A,S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30: 105-111.
27. Salehi, B. and Behrozi, M. 2020. Investigation of the effect of desert dust on vegetative traits and yield of Askari grapes in Shiraz. J. Spat Anal Environ Hazards. 7: 1.135-152. (In Persian)
28. Shabnam, N., Oh, J., Park, S. and Kim, H. 2021. Impact of particulate matter on primary leaves of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek. Ecotoxicol. Environ. Saf. 212: 111965.
29. Shao, F., Wang, L., Sun, F., Li, G., Yu, L., Wang, Y., Zeng, X., Yan, H., Dong, Li. and Bao, Z. 2019. Study on different particulate matter retention capacities of the leaf surfaces of eight common garden plants in Hangzhou. China. Sci. Total Environ. 652: 939-951.
30. Singh, D., Buhmann, A., Flowers, T., Seal, C. and Papenbrock, J. 2014, Salicornia as a crop plant in temperate regions; Selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation. AoB Plant. 6: 071. 1-20.
31. Wagid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plant: An overview. Environ Exp Bot. 61: 199-223.
32. Yildirim, M., Bahar, B., Koc, M. and Barutcular, C. 2009. Membrane thermal stability at different developmental stages of spring wheat genotypes and their diallel cross. Opulations. Tarim Bilim. Derg. 15: 4. 293-300.
33. Zak, S., and Stuchlik, M. 2002. Vegetable lipids as components of functional foods. Biomedical papers-Palacky University in Olomouc. 146: 3-10.
34. Zhiyuan, H., Jianping, H., Chun, Z., Jiangrong, B., Qinjian, J., Yun, Q.L., Ruby, L., Taichen, F., Siyu, C. and Jianmin, M. 2019. Modeling the contributions of Northern Hemisphere dust sources to dust outflow from East Asia. Atmos. Environ. 202: 234-243.