The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Effect of Foliar Application of Kaolin and Different Sources of Potassium on Yield, Growth and Physiological Characteristics of 'Asgari' Grapevine Under Rainfed Conditions

Saeid Eshghi[1], Abbas Madadi Moghadam[2], Niloufar Rajaei[3]✉

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science, University of Shiraz, Shiraz, Iran, Gmail: eshghi@shirazu.ac.ir
2. Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science, University of Shiraz, Shiraz, Iran, Gmail: amadadia@yahoo.com
3. Corresponding Author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran, Gmail: nilofarrajaei1400@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 28 May 2023

Received in revised form: 7 March 2024

Accepted: 10 March 2024

Published online: Summer 2024

Keywords:

Chlorophyll,

Grape Cluster,

drought,

fruit,

plant adaptation.

ABSTRACT

Global warming and recent droughts are one of the main factors in reducing agricultural products. This research was conducted in order to increase the adaptability of 'Asgari' grapevine against drought stress in rainfed conditions. In this research, foliar spraying with kaolin (6%) and potassium sources (1.5% and 3% each of potassium nitrate, potassium sulfate and potassium chloride) was done during two seasons on 30-year-old vines located in Shiraz. Kaolin is a highly durable antiperspirant for vineyards, and it is a realistic and attractive strategy to protect grape clusters from excessive heat and sunburn. The results showed that the application of different sources of potassium caused an increase in berry weight, fruit cluster length, soluble solids, chlorophyll, leaf and fruit potassium content, relative leaf water content, and a decrease in the activity of antioxidant enzymes and leaf temperature compared to the control treatment. On the contrary, kaolin treatment decreased these traits and increased the activity of antioxidant enzymes compared to the control treatment. Potassium sources in both concentrations were able to improve the morphological and physiological characteristics of the, resulting in the greater resistance of 'Asgari grapevine' to drought and increase in yield compared to the control treatment. But the application of kaolin had no positive effect on studied traits, which may have been due to the inappropriate concentration used in this study.

Cite this article: Eshghi, S., Madadi Moghadam, A. & Rajaei, N. (2024). Effect of Foliar Application of Kaolin and Different Sources of Potassium on Yield, Growth and Physiological Characteristics of 'Asgari' Grapevine Under Rainfed Conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 55 (2), 295-312. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.359610.2108

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.359610.2108

Extended Abstract

Introduction

Grape is one of the most popular small fruits, which is widely cultivated and consumed in Iran. The Fars province having the largest area under rainfed cultivation and annual production of grape, sits at the first place in the country. Changes in annual rainfall amounts and distributions cause uncertainty and high risk in rainfed cultivation and therefor decrease in rainfed crop production. The high intensity of sunlight and very high temperatures during the summer season are significant problems in many fruit growing regions of Fars province. Furthermore, drought can intensify these conditions and as a result, their adverse effects. To deal with these problems utilizing antiperspirants and improving plant nutrition, particularly with potassium, are applicable methods. As a new solution, spraying kaolin on the crowns of trees can be an effective technique

for enhancing light reflection and reducing transpiration. This research was conducted in order to increase the adaptability of ‘Asgari’ grapevine against drought stress in rainfed conditions

Material and Methods

The present investigation examined the response of rainfed ‘Asgari’ grapevine to foliar application of kaolin (6%) and different sources of potassium (1.5% and 3%) over two years. The study was carried out on 30 years old grapevines grown in commercial vineyard, located in Shiraz region. Potassium nitrate (1.5% and 3%), potassium sulfate (1.5% and 3%), and potassium chloride (1.5% and 3%) were sprayed alone or combined with 6% kaolin. Four replications of 14 treatments were conducted as randomized complete blocks design, with distilled water as the control treatment. Spraying was done in two stages. The first foliar spray was applied after fruit set (June 5) and the second one shortly before the fruit color change (July 25).

Results and discussion

Results showed that different sources of potassium (Potassium Nitrate, Potassium sulfate and Potassium chloride) increased berry weight, cluster weight, total soluble solid, chlorophyll and K content of leaf and fruit compared to untreated vines and had positive effect on relative water content. Whereas, potassium application given in different sources and different doses decreased the antioxidant enzyme activities and leaf temperature compared to untreated vines. Kaolin treatment decreased berry weight, cluster weight, total soluble solid, total phenol, chlorophyll and relative water content compared to untreated vines. Kaolin treatment had negative impact on K content of leaf and fruit, whereas increased the antioxidant enzyme activities compared to untreated vines.

Conclusion

This research tried to increase the adaptation of ‘Asgari grapevine’ to rainfed condition by foliar application of potassium in two concentrations or in combination with kaolin. Potassium sources in both concentrations were able to improve the morphological and physiological characteristics of the plant compared to the control treatment. The results showed the greater resistance of ‘Asgari grapevine’ to drought and heat stress, and increase in the yield compared to the control treatment. But the application of kaolin had no positive effect on studied traits, which may have been due to the inappropriate concentration used in the study.

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۵، شماره ۲

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

اثر محلول‌پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر عملکرد، ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک انگور 'عسگری' در شرایط دیم

سعید عشقی[۱] | عباس مددی مقدم[۲] | نیلوفر رجائی[۳]✉

۱ .گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، رایانامه: eshghi@shirazu.ac.ir

۲. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران ، رایانامه: amadadia@yahoo.com

۳. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، رایانامه:nilofarrajaei1400@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:

خوشه انگور، خشکی، سازگاری گیاه ، کلروفیل، میوه.

چکیده

گرم شدن جهانی و خشکسالی‌های اخیر، از عوامل اصلی کاهش محصولات کشاورزی هستند. پژوهشی به منظور افزایش توان خوگیری تاک انگور رقم 'عسگری' در مقابل تنش خشکی در شرایط دیم انجام شد. در این پژوهش، محلول‌پاشی برگی با کائولین (۶ درصد) و منابع پتاسیم شامل نیترات پتاسیم، سولفات پتاسیم و کلراید پتاسیم (هر کدام در دو غلظت ۱/۵ و ۳ درصد) در طی دو فصل بر روی تاک‌های ۳۰ ساله واقع در شیراز صورت گرفت. کائولین به عنوان یک ضد تعرق با دوام بالا برای تاکستان ها می باشد و برای محافظت خوشه های انگور از گرمای زیاد و آفتاب سوختگی یک راهکار واقع بینانه و جذاب می باشد. نتایج نشان داد که کاربرد منابع مختلف پتاسیم باعث افزایش وزن حبه، طول خوشه، مواد جامد محلول، کلروفیل، میزان پتاسیم برگ و میوه، محتوای نسبی آب برگ و کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانتی و دمای برگ نسبت به تیمار شاهد شد. تیمار کائولین بر عکس موجب کاهش این صفات و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانتی در مقایسه با تیمار شاهد شد. منابع پتاسیم در هر دو غلظت نسبت به تیمار شاهد توانست ویژگی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه را بهبود بخشد، که نتیجه این بهبود، مقابله برتر این تاک ها با شرایط دیم و افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد بود. کاربرد کائولین چندان اثر مثبتی نداشت که ممکن است به خاطر نامناسب بودن غلظت به کار برده شده باشد.

استناد: عشقی، سعید؛ مددی مقدم، عباس و رجائی، نیلوفر (۱۴۰۳). اثر محلول¬پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر عملکرد، ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک انگور 'عسگری' در شرایط دیم. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۵ (۲)، ۳۱۲-۲۹۵. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.359610.2108

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.359610.2108

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* از تیره Vitaceae می باشد. این تیره دارای ۱۱ جنس و ۶۰ گونه است که تـنها جنـس خـوراکـی آن *Vitis* می باشد (Winkler, 1962). در بین میوه‌های ریز، انگور یکی از پر کشت و کارترین میوه‌ها در سطح کشور ایران است (Jalili Marandi, 2006). بر اساس آمار جهانی در سال ۲۰۲۱ بیش از ۱۰۰۰۰ واریته انگور وجود دارد که در حدود ۳۰۰۰ واریته آن کشت شده و به مصرف تازه خوری، کشمش، آبمیوه و یا مصارف دیگر می‌رسد. سطح زیر کشت انگور در جهان حدود ۷ میلیون هکتار می‌باشد، همچنین ارزش تولید عمده انگور بیش از ۷۰ بیلیون دلار است (FAO, 2021). استان فارس از نظر سطح بارور تاکستان‌های کشور با سطح زیر کشت ۲۵۷۳۲ هکتار انگور دیم و تولید ۶۱۴۹۲ تن انگور دیم در جایگاه نخست کشور قرار دارد (Statistics of Agricultural Jahad, 2021). کشاورزی دیم ۸۰ درصد از سطح زیر کشت کشاورزی جهان یا به عبارت دیگر تولید ۶۲ درصد از غذای اصلی مردم را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر اهمیـت چنیـن کشاورزی به‌ویژه در مساله تغذیه جمعیت جهان به طور روز افزون مورد توجه قرار گرفته است(Di Dono, 2009). تغییرات سال به سال بارندگی و تغییرات مقدار و نحوه پراکنش نزولات جوی از جمله عواملی هستند که سبب عدم اطمینان و خطرپذیری بالا در کشت دیم و کاهش ضریب اعتماد و درجه ثبات و پایداری آن می شود (Tenkinel *et al.*, 1992) . سطح زیادی از کشور در نقاط خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و مقدار تبخیر سالانه در مقایسه با بارندگی بیشتر است (Sadrzadeh et al., 2008). در استان فارس انگور رقم عسگری دارای بیشترین سطح زیر کشت درشرایط دیم است. این رقم به دلیل تحمل بالا در برابر خشکی بهترین رقم برای کشت دیم به ویژه در شرایط آب و هوای معتدل و گرم است (Tadayon & Tehrani, 2011). یکی از مشکلات مهم در بسیاری از مناطق میوه کاری استان فارس شدت زیاد نور خورشید و دماهای بسیار بالا در طول فصل تابستان می باشد. این شرایط در سال‌هایی که خشکسالی اتفاق می افتد بسیار حادتر بوده و خسارات ناشی از آن نیز تشدید می شود (Gharghani *et al.*, 2012). جهت مقابله با خشکسالی که مجموعه‌ای از تنش‌های نور شدید، دمای بالا و کمبود آب است، باید به نحوی این تنش‌ها را کاهش و یا گیاهان را نسبت به این تنش‌ها سازگار و مقاوم کرد. به این منظور استفاده از ضد تعرق‌ها و بهبود تغذیه گیاه به ویژه با عنصر پتاسیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. محلول پاشی برخی مواد بازتابنده بر روی تاج درختان به عنوان یک راهکاری نو، نتایج بسیار امید بخشی داشته است(Rosati *et al.*, 2006). از سوی دیگر، پتاسیم از طریق تنظیم روزنه ها و تعادل یونی در درون سیستم گیاهی نقش مهمی در کاهش تنش‌های حاصل از کم‌آبی ایفا می کند (Molodi, 2006). در مناطق کشت دیم انگور، تاک‌های دارای پتاسیم کافی، به دلیل تبخیر و تعرق کمتر رطوبت کمتری از دست می دهند (Tadayon & Tehrani, 2011) . بنابراین، هدف از این پژوهش کاربرد توام منابع پتاسیم و کائولین به منظور کاهش اثرات منفی تنش خشکی و شدت نور بالا و همچنین کاهش آفتاب سوختگی میوه انگور در شرایط دیم می‌باشد. هیچ اثری از وجود سمیت در گیاه (سوختگی برگ، ریزش میوه و برنزه شدن میوه) توسط کائولین گزارش نشده است. این ماده در آب به صورت سوسپانسیون بوده که پس از قرارگیری در معرض هوا، تبخیر و کائولین سفید با تخلخل زیاد به عنوان محافظ روی سطح برگ‌ها و میوه‌ها باقی می‌ماند (Saour & Makee, 2003)

پیشینه پژوهش

یکی از راهکارها برای مقابله با آثار سوء دمای زیاد تابستان در باغهای میوه، استفاده از سیستمهای آبیاری بارانی بالا درختی برای خنک کردن درختان است. این سیستم مستلزم فناوری مدرن، هزینهٔ زیاد و همچنین آب کافی برای این منظور است و گسترش برخی بیماریها را نیز به دنبال دارد (Kotez et al.,2002) روش دیگر استفاده از شبکه های توری رنگی به منزلهٔ سایه بان است که مستلزم صرف هزینه بسیار بالا برای استقرار آنها در باغ است (Widmar et al.,2001) در سالهای اخیر راهکار

1Vineyard

جدیدی مطرح شده و نتایج بسیار امیدبخشی نیز به همراه داشته است. در این روش لایه نازکی از برخی مواد ریز بازتابندهٔ نور روی تاج درختان محلول پاشی می شود که با بازتابش بخشی از نور رسیده به تاج درختان، دمای تاج درخت را به میزان قابل توجهی (دو تا چهار درجهٔ سلسیوس کاهش می دهد. آثار ثانویهٔ این کاهش دما، کاهش تنش خشکی، افزایش فتوسنتز خالص و درنهایت افزایش کمّی و کیفی محصول و همچنین کاهش مصرف آب خواهد بود (Rosati et al., 2006) .یکی از این مواد نوعی رس طبیعی به نام کائولین است. کائولین یک ماده معدنی سفید رنگ حاوی سیلیکات آلومینیوم و قابل حل در آب می باشد (Harben,1995). این ترکیب برای پستانداران غیر سمی بوده و فاقد اثرات مخرب زیست محیطی است. بنابراین ترکیبی مناسب و مطمئن جهت برنامه مدیریت تلفیقی آفات می باشد (Glenn and Puterka 2005). کائولین برای محافظت گیاهان در برابر آفات، بیماریها و همچنین تنشهای حرارتی به کار می رود و اثرات مثبت استفاده از کائولین بر عواملی از قبیل آفات و حشرات، اختلالات و امراض، میکروکلیمای تاج درخت، فیزیولوژی گیاه، تولید و کیفیت میوه و کارآیی مصرف آب گزارش شده است (Glenn and Puterka 2005). تحقیقات انجام شده روی سویا، پنبه، کنگرفرنگی، جالیزیها و هلو نشان داد که کاربرد کائولین با کاهش اثر تنشهای آب و گرما بر روی صفات فیزیولوژیک باعث بهبود کیفیت، عملکرد و رشد مطلوب گیاه شد (Creamer et al., 2005). آفتاب سوختگی دمای برگ را به ۵۰–۴۹ درجه سلسیوس می‌رساند (۱۰–۸ درجه بیشتر از دمای هوا) و در نتیجه سبب از دست دادن آب برگ ها و کاهش عملکرد شده و تشکیل میوه را به خطر می اندازد. در یک مطالعه با کاربرد کائولین در تابستان به صورت اسپری بر تاج تاک های انگور گونه *V. vinifera* دمای برگ به میزان قابل توجهی (حدود چهار تا هشت درجه سلسیوس) کاهش یافت و خطر آفتاب سوختگی برگ را کاهش داد و یکپارچگی برگ ها و بافت انگور و همچنین عناصر ضروری انگور حفظ شدند. (Frioni *et al*., 2019 a).

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در یک تاکستان تجاری واقع در منطقه سعدی شهرستان شیراز در استان فارس با ۱۵۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا و موقعیت عرض جغرافیایی ۲۹/۳۶ درجه شمالی و طول ۵۲/۳۳ درجه شرقی انجام شد. این آزمایش در دو سال متوالی روی تاک‌های ۳۰ ساله انگور رقم 'عسگری' که دارای سیستم تربیتی پاچراغی با فواصل ۳×۳ متر نسبت به هم قرار داشتند صورت پذیرفت. در این پژوهش محلول‌پاشی منابع پتاسیم شامل نیترات پتاسیم ، سولفات پتاسیم[۲] کلرید پتاسیم[۳]هر کدام در دو غلظت ۱/۵ و ۳ درصد به همراه کائولین ۶درصد انجام شد که در مجموع به همراه شاهد و یک تیمار کائولین (با نام تجاری سوروند وی پی) ۶درصد، ۱۴ تیمار در ۴ تکرار اعمال، و شاخص های فیزیولوژیکی و رشدی تاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بعد از انتخاب تاک های یکنواخت و مناسب تیمارها به صورت تصادفی روی آنها اعمال شد. محلول‌پاشی در دو مرحله صورت گرفت. اولین محلول پاشی بعد از تشکیل میوه (۱۵خرداد) و دومین محلول پاشی کمی قبل از تغییر رنگ و نرم شدن حبه ها (۱تیر) اعمال شد. محلول پاشی با استفاده از یک سمپاش ۵ لیتری به صورت دستی انجام گرفت و شاخه ها و برگ ها تا مرحله خیس شدن کامل با مواد مورد نظر و چند قطره مایع ظرفشویی به عنوان مویان [۶]محلول پاشی شدند، همچنین تاک های شاهد نیز به وسیله آب مقطر برای کم کردن خطای حاصل از محلول پاشی تیمار گردیدند. پس از اعمال دومین محلول پاشی تا دوره برداشت محصول، ویژگی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک تاک ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

1KNO3
2K2SO4
3KCL
4Surround W.P
5Fruit Set
6Surfactant

ارزیابی ویژگی های مورفولوژیک

سطح برگ

برای اندازه گیری سطح برگ از هر تاک ۴ برگ بالغ کاملا توسعه یافته از میانه شاخه سال جاری و در زمان برداشت میوه در چهار جهت مختلف برداشت شد و سپس با دستگاه اندازه گیری سطح برگ ، ساخت کشور انگلستان سطح[1]برگ ها اندازه گیری و میانگین آن ها محاسبه شد.

ارزیابی ویژگی های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک

اندازه گیری کلروفیل برگ

برای تعیین میزان کلروفیل یک گرم از آخرین برگ های کاملا توسعه یافته و جوان وزن شد و در هاون چینی با مقداری استون ۸۰ درصد له شدند. عصاره حاصل، درون لوله سانتریفیوژ ریخته شد، سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۸۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ، محلول رویی از مواد رسوب یافته جدا و با استون ۸۰ درصد به حجم رسانده شد. سپس میزان جذب محلول حاصل با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و با استفاده از رابطه‌های زیر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و میزان جذب کلروفیل کل محاسبه شدند (Lichtenthaler, 1987).

$$\text{Chlorophyll a} = (12.25\ \text{Abs}\ 663\text{nm} - 2.79\ \text{Abs}\ 646\text{nm}) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{Chlorophyll b} = (21.5\ \text{Abs}\ 646\text{nm} - 5.1\ \text{Abs}\ 663\text{nm}) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{Total Chlorophyll} = (7.15\ \text{Abs}\ 663\text{nm}) + (18.71\ \text{Abs}\ 646\text{nm}) \quad \text{رابطه ۳}$$

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ ، نمونه برداری از جوان‌ترین برگ کاملا توسعه یافته و قبل از برداشت میوه صورت گرفت. نمونه ها بلافاصله درون کیسه پلاستیکی و درون یخ قرار گرفتندو پس از انتقال به آزمایشگاه، وزن تر آن‌ها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس تمامی نمونه‌ها در آب مقطر قرار داده شدند و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفتند. بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه گیری و برگ‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون قرار گرفتند و وزن خشک هر کدام اندازه گیری شد. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد (Kirnak *et al.*, 2001).

$$RWC = (FW - DW/TW - DW) \times 100 \quad \text{رابطه ۴}$$

FW: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه برداری

DW: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

TW: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

اندازه‌گیری میزان پتاسیم برگ و میوه

به‌منظور سنجش و اندازه‌گیری میزان عنصر پتاسیم برگ و میوه، نمونه‌های تصادفی برگ و میوه از تاک‌ها جمع آوری شد و پس از خشک و خاکستر کردن نمونه‌ها، پتاسیم با روش شعله سنجی با دستگاه فلیم فتومتر مدل M410 ساخت کشور انگلیس اندازه‌گیری شد.

1 Leaf area meter

2. Relaive Water Content

اندازه‌گیری مواد جامد محلول میوه

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول[1] از عصاره انگور استفاده شد. برای این منظور عصاره از حبه‌ها استخراج شد و پس از چکاندن چند قطره از عصاره روی قند سنج دستی[2] میزان قند محلول به صورت درجه بریکس قرائت و در نهایت میانگین اعداد خوانده شده برای تیمار محاسبه شد (Olfati cheirani *et al.*, 2008).

اندازه‌گیری اسید کل[3] میوه

اسید غالب در میوه انگور اسید تارتاریک می‌باشد که از روش تیتراسیون با سود ۰/۳ نرمال اندازه‌گیری شد. بدین طریق که به ۵ میلی‌لیتر عصاره میوه، پنج قطره فنل فتالئین اضافه گردید و سپس قطره قطره هیدروکسید سدیم ۰/۳ نرمال افزوده شد تا اولین تغییر رنگ ظاهر و این تغییر رنگ ثابت ماند. میزان سود مصرفی ثبت گردید و مقدار اسید کل با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد (Shirdel *et al.*, 2018).

رابطه ۵) گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه = $\frac{\text{والانس گرم اسید غالب} \times \text{نرمالیته سود} \times \text{میزان سود مصرفی}}{\text{وزن نمونه} \times 1000} \times 100$

والانس گرم اسید تارتاریک = $\frac{\text{وزن مولکولی اسید}}{\text{ظرفیت اسید}} = \frac{150}{2} = 75$

عصاره‌گیری برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم

مقدار ۰/۵ گرم نمونه برگ در دو میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار (که حاوی نمک‌های KH_2PO_4، K_2HPO_4، EDTA و PVP یک درصد) به نسبت ۴:۱ در داخل هاون چینی که از پیش در فریزر سرد شده بود به طور کامل یکنواخت گردید. مخلوط حاصل در لوله اپندورف[4] و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و پس از آن فاز بالایی جهت قرائت فعالیت آنزیم‌ها جدا گردید (Ozden *et al.*, 2009).

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای اندازه‌گیری میزان فعالیت این آنزیم از روش Chance & Maehly (1955) با اندکی تغییر استفاده شد. اندازه‌گیری بر اساس میزان اکسید شدن گوایاکول توسط این آنزیم انجام می‌گیرد. در این روش ۳۳ میکرولیتر از عصاره استخراج شده با یک میلی‌لیتر از محلول پراکسیداز حاوی ۱۳ میلی‌مولار گوایاکول، ۵ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن[5] و۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات پتاسیم (pH=۷) آمیخته شد و به مدت یک دقیقه با فاصله۱۰ ثانیه در طول موج ۴۷۰ نانومتر میزان جذب آن خوانده شد. برای ساختن ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم، ۳۹ میلی‌لیتر فسفات پتاسیم مونو بازیک ۵۰ میلی‌مولار با ۶۱ میلی‌لیتر فسفات پتاسیم دی بازیک ۵۰ میلی‌مولار آمیخته شد. میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد.

رابطه ۶)

میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز. = $\frac{\text{میزان جذب نور در طول موج ۴۷۰ نانومتر} \times 1000}{26.6} \times 2$

1TSS
2Refractometer
3TA
4Eppendorf
5H2O2

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

برای اندازه‌گیری میزان این آنزیم از روش Nakano & Asada (1981) استفاده شد. بر اساس این روش ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده با یک میلی‌لیتر محلول اندازه‌گیری آسکوربات پراکسیداز که شامل ۵۰ میلی مول بافر فسفات پتاسیم (pH=۷)، ۰/۱ میلی مولار EDTA، ۰/۵ میلی‌مولار اسید آسکوربات و ۰/۱۵ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن است مخلوط شد و پس از گذشت یک دقیقه مقدار جذب محلول حاصل در طول موج ۲۹۰ نانومتر و با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. یک واحد آنزیمی اسکوربات پراکسیداز برابر با تجزیه یک میلی‌مولار اسید اسکوربات در یک دقیقه است. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز برحسب واحد در گرم وزن تازه با استفاده از رابطه ۷ انجام شد.

رابطه ۷)

$$\text{میزان فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز} = \frac{\text{۱۰۰۰} \times \text{میزان جذب نور در طول موج ۴۷۰ نانومتر}}{\text{۲/۸}} \times \text{۲}$$

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

برای اندازه‌گیری میزان فعالیت این آنزیم از روش Beauchamp & Fridovich (1971) استفاده شد. اندازه‌گیری بر اساس توانایی آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در متوقف کردن احیاء فتوشیمیایی نیتروبلوتترازولیوم توسط رادیکال‌های سوپر اکسید در حضور ریبوفلاوین در نور صورت می‌گیرد. بر اساس این روش ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده با یک میلی لیتر محلول اندازه‌گیری سوپر اکسید دسموتاز که شامل ۵۰ میلی مول بافر فسفات پتاسیم (pH= ۷/۸)، ۷۵ میکرومولار نیتروبلوتترازولیوم ، ۱۳ میلی مولار ال – متیونین، ۰/۱ میلی مولار EDTA و ۲ میکرومولار ریبوفلاوین است، آمیخته شد. محلول ریبوفلاوین به صورت جداگانه تهیه و در ظرف تیره نگهداری شد. پس از افزودن عصاره استخراج شده محلول اندازه‌گیری سوپر اکسید دیسموتاز به کیووت افزوده شد. برای انجام واکنش، این آمیخته به مدت ۱۵ دقیقه در اتاقک نور قرار داد شد. سپس محلول حاصل در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شد و میزان جذب نوری آن در طول موج ۵۶۰ نانومتر خوانده شد. میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از رابطه ۸ و برحسب واحد در گرم وزن تر محاسبه شد.

$$\text{میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز} = \frac{\text{۱۰۰۰} \times \text{میزان جذب در طول موج ۵۶۰ نانومتر}}{\text{۶}} \times \text{۲}$$

اندازه‌گیری دمای تاج درختچه‌ها

با استفاده از ترمومتر مادون قرمز مدل ۸۸۹۵ دمای ۱۵ تا ۲۰ نقطه از قسمت‌های مختلف تاج ثبت و میانگین آن‌ها به عنوان دمای تاج گزارش شد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۶).

واکاوی آماری داده‌ها

این آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طراحی و اجرا شد. واکاوی آماری داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

1Infrared Thermometer Model: 8895
2Duncan

یافته‌های پژوهش

ویژگی‌های مورفولوژیک

نتایج نشان داد که کاربرد منابع مختلف پتاسیم باعث افزایش وزن حبه، طول خوشه، مواد جامد محلول، کلروفیل، میزان پتاسیم برگ و میوه، محتوای نسبی آب برگ و کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانتی و دمای برگ نسبت به تیمار شاهد شد.

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر کاربرد کائولین ۶ درصد و منابع مختلف پتاسیم بر صفات کمی و کیفی انگور رقم عسگری در شرایط دیم

تیمارها	محتوای نسبی آب برگ مرداد (درصد)	محتوای نسبی آب برگ تیر (درصد)	کلروفیل مرداد (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل تیر (میلی گرم بر گرم)	طول خوشه (سانتی‌متر)	وزن حبه (گرم)
شاهد (آب مقطر)	۷۶/۰۳ f	۸۲/۰۳ bc	۰/۸۵ ef	۱/۰۷ c	۱۵/۷۱ c	۱/۷۲ c
کائولین	۷۰/۰۶ h	۷۹/۵۶ de	۰/۴۶ j	۰/۶۰ i	۱۳/۵ d	۱/۵۱ d
نیترات پتاسیم ۱/۵ درصد	۷۹/۰۶ e	۸۵/۰۶ a	۰/۹۷ d	۱/۱۸ b	۱۷/۷۰ b	۱/۹۲ b
نیترات پتاسیم ۳ درصد	۸۲/۱۱ b	۸۶/۶۱ a	۱/۲۰ b	۱/۳۹ a	۱۹/۸۱ a	۲/۱۸ a
نیترات پتاسیم ۱/۵ درصد + کائولین	۷۲/۲۷ gh	۸۰/۲۷ bcde	۰/۶۵ hi	۰/۸۴ f	۱۴/۷۶ cd	۱/۷۰ c
نیترات پتاسیم ۳ درصد + کائولین	۷۳/۱۴ g	۸۱/۱۴ bde	۰/۷۲ gh	۰/۸۶ ef	۱۴/۸۸ cd	۱/۷۰ c
پتاسیم کلرید ۱/۵ درصد	۷۹ e	۸۵ a	۰/۹۵ de	۱/۱۸ b	۱۷/۸۶ b	۱/۹۲ b
پتاسیم کلرید ۳ درصد	۸۲/۳۴ b	۸۶/۸۴ a	۱/۱۹ b	۱/۳۶ a	۱۹/۹۱ a	۲/۱۴ a
پتاسیم کلرید ۱/۵ درصد + کائولین	۷۲/۱۷ gh	۸۰/۱۷ bde	۰/۶۶ hi	۰/۸۰ fg	۱۴/۵۳ cd	۱/۶۹ c
پتاسیم کلرید ۳ درصد + کائولین	۷۳/۶۴ gh	۸۱/۶۴ bcd	۰/۶۸ hi	۰/۸۵ ef	۱۴/۹۶ cd	۱/۷ c
پتاسیم سولفات ۱/۵ درصد	۷۹/۳۶ de	۸۵/۳۶ a	۰/۹۵ de	۱/۱۹ b	۱۷/۶۸ b	۱/۹۳ b
پتاسیم سولفات ۳ درصد	۸۲/۶۱ b	۸۶/۳۶ a	۱/۲۰ b	۱/۳۲ a	۱۹/۹ a	۲/۱۳ a
پتاسیم سولفات ۱/۵ درصد + کائولین	۷۲/۰۲ gh	۸۰/۰۲ cde	۰/۶۸ hi	۰/۸۲ f	۱۴/۰۱ cd	۱/۷۰ c
پتاسیم سولفات ۳ درصد + کائولین	۷۳/۴۴ g	۸۱/۴۴ b-e	۰/۷۰ ghi	۰/۸۵ ef	۱۴/۵ cd	۱/۷۰ c

(a) در هر ستون، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

سطح برگ

نتایج نشان داد که کاربرد کائولین به تنهایی سطح برگ را نسبت به شاهد کاهش داد و کاربرد آن به همراه منابع مختلف کود پتاسیم باعث افزایش جزیی ولی غیرمعنی‌دار سطح برگ نسبت به شاهد شد. تیمارهای ترکیبی کائولین ۶ درصد با کودهای پتاسه در دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد تفاوت معنی داری را با شاهد نشان ندادند. تیمار کودهای پتاسه به تنهایی در هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد باعث افزایش معنی دار سطح برگ نسبت به سایر تیمارها شد و حتی افزایش معنی داری در سطح ۳ درصد نسبت به ۱/۵ درصد مشاهده گردید (جدول۱).

وزن حبه

نتایج نشان داد که تیمار کائولین ۶ درصد به تنهایی باعث کاهش وزن حبه نسبت به شاهد شد و تیمارهای ترکیبی کائولین تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نداشتند (جدول۱). همچنین تیمار پتاسیم به تنهایی در هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد در هر سه منبع کودی باعث افزایش معنی‌دار وزن حبه نسبت به تیمار شاهد شد که این افزایش بین دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد هم معنی دار بود. بر اساس نتایج، تیمارهای منابع پتاسیم در سطح ۳ درصد بهترین تیمار در افزایش وزن حبه نسبت به تیمار شاهد بودند (جدول۱).

طول خوشه

تیمارهای پتاسیم از هر سه منبع کودی در هر دو سطح تفاوت معنی داری را در افزایش طول خوشه نسبت به تیمار شاهد ایجاد کردند. اما تیمار کائولین ۶ درصد باعث کاهش معنی دار طول خوشه نسبت به تیمار شاهد گردید. سایر تیمارها نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشتند. بر اساس نتایج تیمارهای منابع پتاسیم به تنهایی در سطح ۳ درصد بهترین تیمار در افزایش طول خوشه نسبت به تیمار شاهد بودند (جدول۱).

تیمارها	**مرداد**	**تیر**	مرداد	تیر	
شاهد (آب مقطر)	۱۴/۳۶ b	۹/۴۹ d	۱۱/۸ g	۱۸/۷۰ e	۸۵/۵۹۷c
کائولین	۱۶/۹۳ a	۱۴/۳۶ b	۳۱/۱۰ i	۱۵/۹۰ f	۷۳/۹۵۶d
نیترات پتاسیم ۱/۵ درصد	۱۲/۲۵ c	۶/۲۵ ef	۱۷/۷ ef	۲۹/۵۵ b	۹۶/۲۱۳ b
نیترات پتاسیم ۳ درصد	۷/۲۷ e	۵/۰۵ f	۲۳/۸۹ cd	۳۴/۴۰ a	۱۰۹/۷۵ a
نیترات پتاسیم ۱/۵ درصد + کائولین	۱۶/۷۴ a	۱۲/۱۸ c	۶/۲۵ h	۱۸/۵۵ ef	۸۶/۰۸۱c
نیترات پتاسیم ۳ درصد + کائولین	۱۶/۶۵ a	۱۰/۰۵ d	۸/۱۰ h	۲۲/۴۰ cd	۸۷/۲۳c
پتاسیم کلرید ۱/۵ درصد	۱۲/۲۵ c	۶/۲۴ ef	۱۷/۸ ef	۲۹/۵۰ b	۹۵/۷۲b
پتاسیم کلرید ۳ درصد	۷/۳۶ e	۴/۸۶ f	۲۳/۳cd	۳۶/۴۰ a	۱۰۶/۶۷a
پتاسیم کلرید ۱/۵ درصد + کائولین	۱۶/۷۸ a	۱۲/۳۳ c	۶/۳۰ h	۱۸/۵۵ef	۸۵/۰۶۸c
پتاسیم کلرید ۳ درصد + کائولین	۱۶/۵۴ a	۱۰/۰۹ d	۷/۱۰ h	۲۲/۹۵ cd	۸۵/۸۴۶c
پتاسیم سولفات ۱/۵ درصد	۱۲/۱۹ c	۵/۹۲ ef	۱۷/۴ ef	۲۹/۶۵ b	۹۵/۵۳b
پتاسیم سولفات ۳ درصد	۷/۲۷ e	۵/۰۳ f	۲۱/۹۵ d	۳۶/۳۰ a	۱۰۶/۵۲a
پتاسیم سولفات ۱/۵ درصد + کائولین	۱۶/۴۸ a	۱۲/۱۹ c	۶/۲۰ h	۱۸/۶۰ ef	۸۴/۹۵c
پتاسیم سولفات ۳ درصد + کائولین	۱۶/۴۶ a	۱۰/۰۷ d	۷/۲۵ h	۲۴/۶۵ c	۸۸/۱۰۷c

در هر ستون، میانگین های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

ویژگی های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک

میزان کلروفیل برگ

مشاهده شد که میزان کلروفیل کل برگ در طول دوره پژوهش به طور معنی دار کاهش یافت. تیمارهای پتاسیم از هر سه منبع کودی و در هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد تفاوت معنی داری را در افزایش میزان کلروفیل کل برگ نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (جدول۱). تیمارهای کائولین ۶درصد و تیمارهای ترکیبی کائولین به همراه منابع پتاسیمی، تفاوت معنی داری را با تیمار شاهد در کاهش میزان کلروفیل کل برگ نشان دادند. بر اساس نتایج تیمارهای منابع پتاسیم در سطح ۳ درصد بهترین تیمار در افزایش میزان کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد بودند (جدول۱).

محتوای نسبی آب برگ

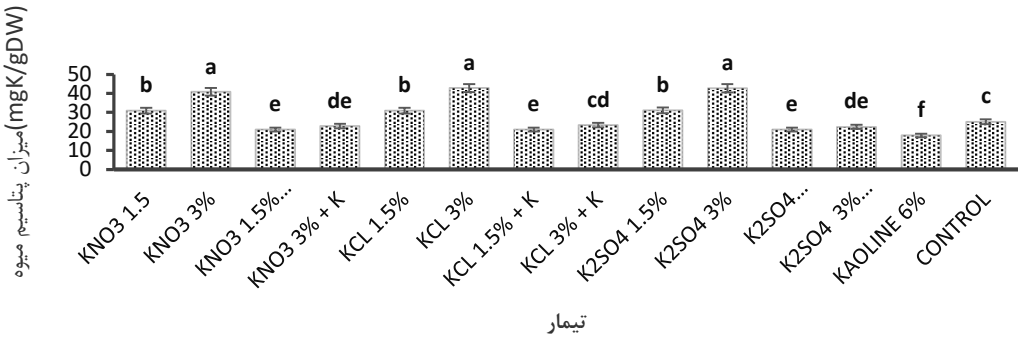
مشاهده شد که محتوای نسبی آب برگ از ماه تیر تا ماه مرداد به طور معنی دار کاهش یافت. تیمار کائولین ۶درصد در هر دو ماه اندازه گیری شده باعث کاهش معنی دار در میزان محتوای نسبی آب برگ نسبت به تیمار شاهد شد. تفاوت معنی داری بین تیمارهای ترکیبی کائولین به همراه منابع پتاسیم و تیمار شاهد در ماه اول دیده نشد، اما در ماه دوم تفاوت مشاهده شده بین این تیمارها و تیمار شاهد معنی دار بود (جدول۱).

تیمارهای منابع پتاسیم در هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد و در هر دو ماه تفاوت معنی داری در افزایش معنی دار محتوای نسبی آب برگ نسبت به تیمار شاهد داشتند. همچنین، در ماه دوم بین دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد تیمارهای منابع پتاسیم تفاوت معنی دار دیده شد (شکل۵). بر اساس نتایج بدست آمده در ماه اول تیمارهای منابع پتاسیم در دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد بهترین

تیمار در افزایش محتوای نسبی آب برگ نسبت به تیمار شاهد بودند، در صورتی که در ماه دوم تیمارهای منابع پتاسیم در سطح ۳ درصد بهترین تیمار در افزایش وزن حبه نسبت به تیمار شاهد بودند (جدول۱).

میزان پتاسیم برگ و میوه

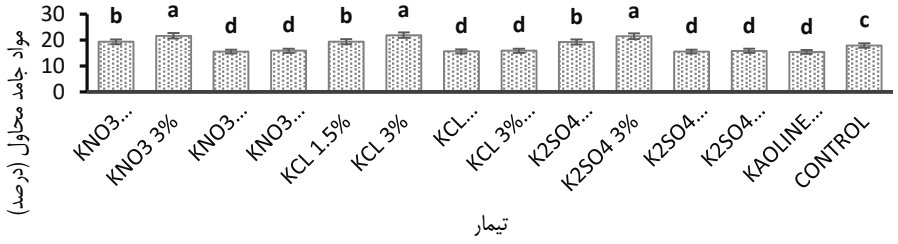
نتایج در هر دو ماه نشان داد که تیمارهای منابع پتاسیم سبب افزایش معنی دار میزان پتاسیم برگ نسبت به تیمار شاهد شد، اما تیمار کائولین ۶درصد در هر دو ماه موجب کاهش معنی دار پتاسیم برگ نسبت به تیمار شاهد شد. بر اساس نتایج، در ماه اول تیمار ترکیبی کائولین ۶درصد به همراه منابع پتاسیم ٪۳ موجب افزایش معنی داری در میزان پتاسیم برگ نسبت به تیمار شاهد شد اما تفاوت معنی داری بین تیمار ترکیبی کائولین به همراه منابع پتاسیم ۱/۵ درصد در ماه اول مشاهده نشد. همچنین، در ماه دوم تفاوت مشاهده شده بین تیمارهای دارای کائولین و تیمار شاهد معنی دار بود (جدول۱). تیمارهای پتاسیم ۱/۵ و ۳ درصد موجب افزایش معنی داری در میزان پتاسیم حبه نسبت به تیمار شاهد شدند. به جز تیمار ترکیبی کائولین به همراه کلرید پتاسیم ۳ درصد، سایر تیمارهای دارای کائولین تفاوت معنی داری را در کاهش میزان پتاسیم حبه نسبت به شاهد نشان دادند (شکل ۱).



شکل ۱. اثر محلول پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر میزان پتاسیم حبه انگور'عسگری' در شرایط دیم. (منبع: یافته‌های تحقیق)

میزان مواد جامد محلول میوه

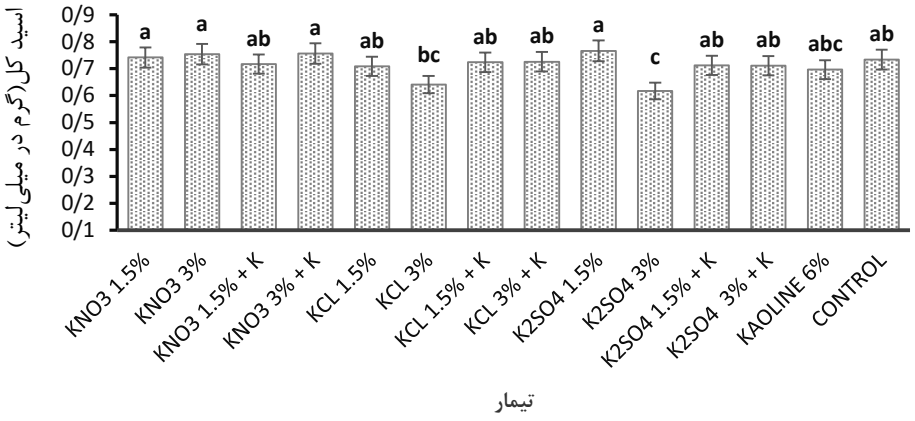
نتایج نشان داد که تیمارهای پتاسیم در هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد موجب افزایش معنی دار میزان مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین تفاوت معنی داری نیز بین دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد مشاهده شد (شکل ۲). تمامی تیمارهای حاوی کائولین موجب کاهش معنی داری در میزان مواد جامد محلول میوه نسبت به تیمار شاهد شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای پتاسیم در هر دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد موجب افزایش معنی دار میزان مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین تفاوت معنی داری نیز بین دو سطح ۱/۵ و ۳ درصد مشاهده شد. تمامی تیمارهای حاوی کائولین تفاوت معنی داری را در کاهش میزان مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد ایجاد کردند (شکل ۲).



شکل۲. اثر محلول پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر میزان مواد جامد محلول انگور'عسکری' در شرایط دیم. (منبع: یافته‌های تحقیق)

اسید کل

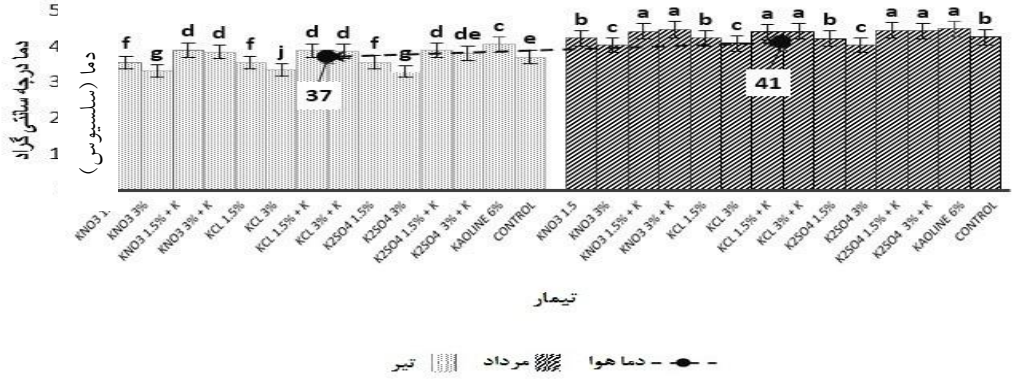
طبق نتایج، تنها تیمار سولفات پتاسیم ۳درصد تفاوت معنی‌داری را در کاهش میزان اسید کل نسبت به تیمار شاهد نشان داد و هیچ یک از تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد نشان ندادند (شکل ۳).



شکل ۳. اثر محلول پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر میزان اسید کل انگور'عسگری' در شرایط دیم. (منبع: یافته‌های تحقیق)

دمای تاج تاک

میانگین بیشینه دمای هوا در تیر ماه برابر با ۳۷ درجه سلسیوس بود. در این شرایط دمای تاج تاک در تیمار شاهد نزدیک به دمای هوا حفظ شد (شکل ۴). تیمارهای پتاسیم ۱/۵ و ۳ درصد تفاوت معنی داری را از نظر کاهش دمای تاج تاک با تیمار شاهد نشان دادند. تیمارهای دارای کائولین در تیر ماه تفاوت معنی داری در افزایش دما نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. در مرداد ماه در حالی که دما به ۴۱ درجه سلسیوس رسید، تیمار شاهد نتوانست دمای تاج تاک را کمتر یا مساوی دمای محیط تثبیت کند. در این شرایط تیمار پتاسیم ۳درصد تفاوت معنی داری در کاهش دما نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۴). این درشرایطی است که تیمارهای دارای کائولین موجب افزایش معنی دار دما نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۴).



شکل ۴. اثر محلول پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر دمای تاج انگور'عسگری' در شرایط دیم. (منبع: یافته‌های تحقیق)

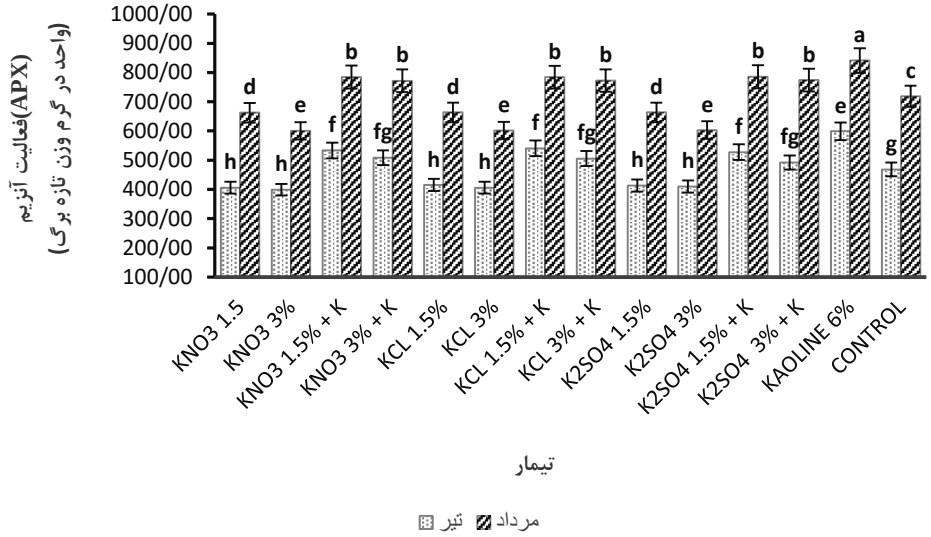
میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز از تیر تا مرداد ماه به صورت معنی دار افزایش یافت. در هر دو ماه تیمارهای پتاسیم ۱/۵ و ۳ درصد از هر سه منبع کودی باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ نسبت به تیمار شاهد

شدند. در هر دو ماه تیمارهای کائولین ۶درصد و تیمارهای ترکیبی کائولین به همراه پتاسیم ۱/۵ درصد باعث افزایش معنی دار میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. در تیر ماه تفاوت معنی داری بین تیمار ترکیبی کائولین به همراه پتاسیم ۳ درصد و تیمار شاهد دیده نشد اما این تفاوت به صورت معنی دار در مرداد ماه حاصل شد (جدول۱).

میزان فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز

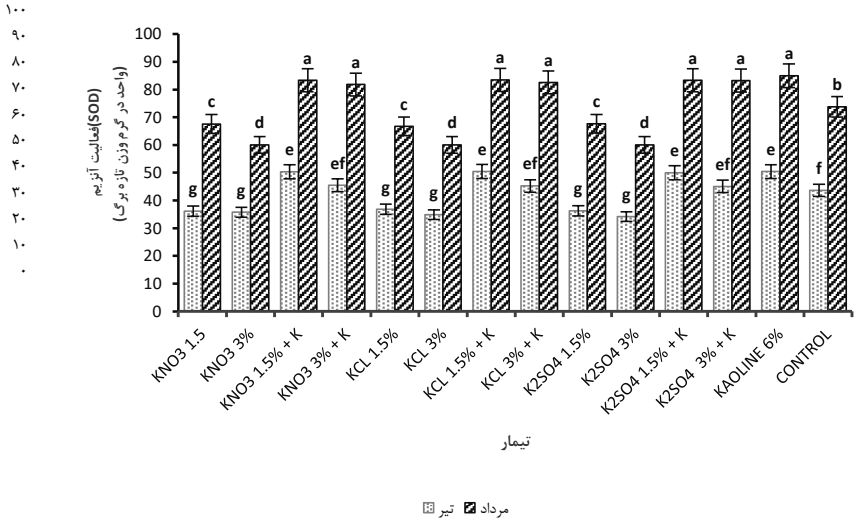
نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز از تیر تا مرداد ماه به صورت معنی دار افزایش یافت در هر دو ماه تیمارهای پتاسیم ۱/۵ و ۳ درصد از هر سه منبع کودی باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز برگ نسبت به تیمار شاهد شدند در هر دو ماه تیمارهای کائولین ۶درصد و تیمارهای ترکیبی کائولین به همراه پتاسیم ۱/۵ درصد باعث افزایش معنی دار میزان فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. در تیر ماه تفاوت معنی داری بین تیمارترکیبی کائولین به همراه پتاسیم ۳ درصد و تیمار شاهد دیده نشد اما این تفاوت به صورت معنی دار در مرداد ماه حاصل شد (شکل ۵).



شکل ۵. اثر محلول پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر میزان فعالیت آنزیم اسکوربات پراکسیداز (APX) برگ انگور رقم 'عسگری' در شرایط دیم.
(منبع: یافته‌های تحقیق)

میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز از تیر تا مرداد ماه به صورت معنی دار افزایش یافت. در هر دو ماه تیمارهای پتاسیم ۱/۵ و ۳ درصد از هر سه منبع کودی باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. در هر دو ماه تیمارهای کائولین ۶درصد و تیمارهای ترکیبی کائولین به همراه پتاسیم ۱/۵ درصد باعث افزایش معنی دار میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. در تیر ماه تفاوت معنی داری بین تیمار ترکیبی کائولین به همراه پتاسیم ۳ درصد و تیمار شاهد دیده نشد اما این تفاوت به صورت معنی دار در مرداد ماه حاصل شد (شکل ۶).



شکل ۶. اثر محلول پاشی کائولین و منابع کودی پتاسیم بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز(SOD) برگ انگور'عسگری' در شرایط دیم.(منبع: یافته های تحقیق)

بحث

گرم شدن جهانی و خشکسالی‌های اخیر، عوامل اصلی کاهش محصولات کشاورزی هستند. هدف از این پژوهش افزایش توان خوگیری تاک انگور در مقابل تنش خشکی بود. به این منظور واکنش تاک دیم رقم "عسگری" به محلول‌پاشی برگی کائولین (با غلظت ۶ درصد) و منابع پتاسیم (نیترات پتاسیم، سولفات پتاسیم و کلراید پتاسیم در دو غلظت ۱/۵ و ۳درصد) در طی دو فصل رشد مطالعه شد. گسترش بیشتر سلولی و در نتیجه افزایش سطح برگ می‌تواند در نتیجه افزایش غلظت پتاسیم برگ رخ دهد. گزارش شده است که سطح برگ در پنبه با کاهش غلظت پتاسیم کاهش یافت است (Reddy & Zhao, 2005). تاک های انگور دچار کمبود پتاسیم دارای خوشه های کمتر و کوچکتر به همراه حبه های کوچک ناهمسان می باشند (Peacock, 1999). تیمار دو برابر توصیه شده پتاسیم در تاک انگور منجر به افزایش معنی دار عملکرد نسبت به شاهد شد (Tadayon & Tehrani, 2011) محلول پاشی نیترات پتاسیم ۱ و ۲ درصد بر تاک موجب افزایش عملکرد و وزن هزار حبه نسبت به تیمار شاهد شد (Altindisli *et al.*, 1999). ارتباط قوی بین میزان تجمع پتاسیم در حبه و وزن تازه حبه وجود دارد، در واقع پتاسیم نقش کلیدی در توسعه سلولی و در نتیجه رشد حبه دارد (Rogiers *et al.*, 2006; Etchebarne *et al.*, 2009). کاهش در میزان کلروفیل یا پروتئین یکی از نشانه‌های بارز تنش اکسیداتیو در گیاهان است (Egert & Tevini, 2002). در پسته گزارش شده است که کاربرد پتاسیم موجب افزایش میزان کلروفیل کل برگ شده است (Karimi *et al.*, 2012). تنش خشکی در انجیر (Gholami *et al.*, 2012)، تنباکو (Cvikrová *et al.*, 2013) و تنش گرمایی در خیار (Dai *et al.*, 2012) موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ شد. پتاسیم نقش مهمی در تنظیم حرکت روزنه‌ها به عنوان سازوکار مهم در مهار برنامه آبی بازی می-کند(Marschner, 2012). در شرایط نیمه خشک کاربرد پتاسیم محتوای نسبی آب برگ در سیب زمینی را افزایش داده است (Dkhil *et al.*, 2011). کاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر محلول پاشی کائولین می تواند در اثر کاهش جذب پتاسیم و به دنبال آن کاهش پتاسیم برگ باشد که در گیاهان سالم جذب پتاسیم در برگ‌ها توسط نور تحریک می‌شود (Zorb et al.,2014). علت کاهش پتاسیم در تاک های تیمار شده با کائولین می تواند ناشی از تاثیر کائولین در کاهش نور و عوامل مربوط به آن و در نتیجه کاهش میزان جذب برخی از عناصر غذایی مثل پتاسیم باشد. ثابت شده است که در انگور تجمع مواد جامد محلول ارتباط مستقیمی با میزان پتاسیم موجود در حبه دارد (Rogiers *et al.*, 2006). در پژوهشی محلول پاشی نیترات پتاسیم ۱ و ۲

درصد بر تاک موجب افزایش مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد شد (Altindisli *et al.*, 1999). افزایش میزان فنول در مرداد ماه می‌تواند به خاطر کاهش رشد شاخساره و برگ و به دنبال آن افزایش قندها در نتیجه مصرف کمتر قند بوجود آمده باشد. بیان شده که بیشترین تجمع فنول در زمانی اتفاق می‌افتد که رشد رویشی برگ و شاخساره رو به کاهش است (Riipi *et al.*, 2002). کمبود پتاسیم فعالیت هیدرولاز یا اکسیداز خاصی از قبیل پلی فنول اکسیداز را افزایش می‌دهد (Marschner, 2012). در ریحان تیمار پتاسیم موجب افزایش فنول کل شده است (Nguyen *et al.*, 2010). علت کاهش میزان فنول در برگ های تیمار شده با کائولین می‌تواند به دلیل کاهش شدت نور در اثر کاربرد کائولین باشد، زیرا تحت شرایط تنش شدید ناشی از شدت نور زیاد خورشید نیاز به فنیل آلانین به منظور تولید پلی فنول‌ها افزایش می‌یابد (Pollastrini *et al.*, 2011). دمای تاج گیاه از تیر تا مرداد در همه تیمارها به دنبال افزایش دمای هوا افزایش یافت. در شرایط دیم میزان آب خاک در پایان فصل رشد کاهش می یابد. کمبود آب موجب کاهش تعرق و افزایش دمای تاج خواهد شد(Carmo-silva *et al.*, 2012). کائولین با اثری که احتمالا بر کاهش میزان فتوسنتز و کاهش جذب پتاسیم دارد، موجب می‌شود که در این تیمارها گیاهان از سلامت کمتری برخوردار باشند و نتوانند حرکات روزنه ای را به خوبی تنظیم و در نتیجه در مواجهه با دمای بالا نتواند دمای خود را در شرایط بهتری حفظ کنند. همچنین از آنجایی که تیمارهای کائولین موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ شدند(جدول ۱) این افزایش دمای تاج را نسبت به تیمار شاهد شدت دادند. در انگور گونه *V. vinifera* با کاربرد کائولن دمای برگ به میزان قابل توجهی حدود ۴ تا ۶ درجه کاهش یافت و خطر آفتاب سوختگی برگ را کاهش داد (Frioni., 2019a). آفتاب سوختگی دمای برگ را به ۵۰-۴۹ درجه سلسیوس می رساند یعنی ۱۰-۸ درجه بیشتر از دمای هوا و سبب از دست دادن آب برگ ها شده و عملکرد کاهش یافته و تشکیل میوه را به خطر می اندازد. با استفاده از کائولن در تابستان به صورت اسپری بر تاج گیاهان انگورهای تاکستان ، آسیب های ناشی از تنش دمایی محدود شده و یکپارچگی برگ ها و بافت انگور و همچنین عناصر ضروری انگور حفظ می‌شوند. کاربرد کائولن به صورت اسپری کردن آن در یک طرف هر ردیف انگورها، تکنیکی سریع و کم هزینه است و هزینه ای در حدود ۲۰-۱۸ یورو در هر هکتار تیمار دارد (Frioni *et al.*, 2019 a). به هر حال در آزمایش حاضر یافته های ما قدری متفاوت با این گزارش ها بودند که ممکن است به خاطر شرایط دیم ودمای بالای تابستان شیراز و تفاوت در نوع کائولین و همچنین پاسخ متفاوت رقم باشد. ممکن است افزایش تنش‌های محیطی نظیر گرما و کم آبی سبب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز شود. گزارش شده است که میزان آنزیم پراکسیداز در انجیر ارقام 'سبز' استهبان، 'دیم' دهدز و 'سیاه' تحت تنش خشکی افزایش یافته است (Gholami *et al.*, 2012). کمبود پتاسیم تولید رادیکال‌های آزاد را تحریک و موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی- اکسیدانی می شود. میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه گیاهان گوجه فرنگی که دچار کمبود پتاسیم بودند پس از گذشت ۴ روز از کمبود پتاسیم، افزایش یافت (Hernandez *et al.*, 2012). . سطح زیادی از کشور در نقاط خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و مقدار تبخیر سالانه در مقایسه با بارندگی بیشتر است (Sadrzadeh *et al.*, 2008). جهت مقابله با خشکسالی که مجموعه‌ای از تنش‌های نور شدید، دمای بالا و کمبود آب است، باید به نحوی این تنش‌ها را کاهش و یا گیاهان را نسبت به این تنش‌ها سازگار و مقاوم کرد. به این منظور استفاده از ضد تعرق‌ها و بهبود تغذیه گیاه به ویژه با عنصر پتاسیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. محلول پاشی برخی مواد بازتابنده بر روی تاج درختان به عنوان یک راهکار نو، نتایج بسیار امید بخشی داشته است(Rosati *et al.*, 2006). پتاسیم نقش مهمی از طریق تنظیم روزنه ها و تعادل یونی در درون سیستم گیاهی در کاهش تنش های حاصل از کم آبی ایفا می کند (Molodi, 2006). در مناطق کشت دیم انگور، تاک های دارای پتاسیم کافی، به دلیل تبخیر و تعرق کمتر رطوبت کمتری از دست می دهند (Tadayon & Tehrani, 2011). کائولین در شرایط خوب آبیاری، تجمع کربن و تعرق را کمی کاهش می‌دهد. کائولین به عنوان یک ضد تعرق با دوام بالا برای تاکستان ها می باشد و برای محافظت خوشه های انگور از گرمای زیاد و آفتاب سوختگی یک استراتژی واقع بینانه و جذاب می باشد(Frioni *et al.*, 2019b).

نتیجه گیری کلی

از آن‌جایی که کشت دیم شرایطی غیر بهینه برای گیاه فراهم می کند، فنونی لازم است تا با کاربرد آن‌ها گیاه با شرایط حاضر در دیم سازگارتر شود و به دنبال آن راندمان و عملکرد بهبود یابد. برای افزایش راندمان گیاه در شرایط آبی به وسیله پژوهشگران پیشین راهکارهایی پیشنهاد و اعمال شد. در این پژوهش با کاربرد کائولین و منابع مختلف پتاسیم به صورت محلول پاشی سعی بر افزایش سازگاری گیاه در شرایط دیم شد. منابع پتاسیم در هر دو غلظت نسبت به تیمار شاهد توانست ویژگی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه را بهبود بخشد که نتیجه این بهبود مقابله برتر این تاک ها با تنش های خشکی و گرما و افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد بود. در این پژوهش کاربرد کائولین چندان اثر مثبتی نداشت که ممکن است به خاطر غلظت به کار برده شده باشد. بنابراین، بررسی غلظت های پایین تر کائولین روی تاک‌های انگور در شرایط دیم پیشنهاد می‌شود.

منابع

آمارنامه جهاد کشاورزی (۱۳۹۰). انتشارات *سازمان تحقیقات*، آموزش و ترویج کشاورزی.

تدین، محمد سعید و طهرانی، مهدی (۱۳۸۹). ارزیابی اثر کاربرد کودهای پتاسیمی بر عملکرد تاک رقم عسکری. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۲(۴)، ۲۹-۴۲.

جلیلی مرندی، رسول. (۱۳۸۴). *میوه‌های ریز*. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه ارومیه، ارومیه: ایران.

الفتی‌چیرانی، جمال علی؛ بابالار، مصباح؛ کاشی، عبدالکریم؛ یزدانی، حسین؛ داداشی‌پور، احمد و شاهمرادی، خدیجه (۱۳۸۷). اثر سطوح مختلف آمونیوم و مولیبدن بر تجمع نیترات در دو رقم خیار گلخانه‌ای. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۲۲(۱)، ۶۹-۷۸.

صدرزاده، محمد؛ معلمی، نوراله و عالم زاده انصاری، ناصر (۱۳۸۶، شهریور). *تاثیر آبیاری و پتاسیم بر برخی خصوصیات رویشی نهال دو رقم زیتون زرد و محلی باغ ملک*. پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. شیراز. ۷۱۷-۷۱۶.

شیردل، محسن؛ عشقی، سعید و قرقانی، علی.(۱۳۹۶). مقایسه عملکرد و ویژگی‌های کیفی رقم‌های تجاری توت‌فرنگی در منطقه‌های جنوبی استان فارس به منظور تولید خارج ازفصل. *علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۸* (۴)، ۳۴۳-۳۵۲.

کرمی، محمد جواد، عشقی، سعید و تفضلی، عنایت‌اله. (۱۳۹۶). بررسی واکنش‌های فیزیولوژیک و سازگاری برخی رقم‌های انگور به گرمای شدید جنوب فارس. *علوم باغبانی ایران، ۴۸*(۱)، ۱۶۱-۱۷۴.

مولودی، شهرام .۱۳۸۴ . آب و بهینه سازی مصرف کود، فصل نامه علمی، مهندسی، *اطلاع رسانی و فرهنگی*. ۲، ۴۸-۴۷.

REFERENCES

Altindisli, A., Irget, M., Kalkan, H., Kara, S & Oktay, M. (1999). Effect of foliar applied KNO_3 on yield, quality and leaf nutrients of Carignane and Colombard wine grapes. In D. Anac & P. Martin-Prevel (Eds.), *Improved Crop Quality by Nutrient Management*. (86,103-106).

Beauchamp, C. & Fridovich, I. (1971.)Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*, 44(1) 276-287.

Carmo-Silva, A. E., Gore, M. A., Andrade-Sanchez, P., French, A. N., Hunsaker, D. J., & Salvucci, M. E. (2012)Decreased CO_2 availability and inactivation of Rubisco limit photosynthesis in cotton plants under heat and drought stress in the field. *Environmental and Experimental Botany*, 83,1-11.

Chance B., &. Maehly, A. (1955).Assay of catalases and peroxidases. *Methods in Enzymology*. 2, 764-775.

Creamer, R., Sanogo, S., El-Sebai, O. A., Carpenter, J. and Sanderson, R. (2005). Kaolin-based foliar reflectant affects physiology and incidence of beet curly top virus but not yield of Chile pepper.

Horticultural Science, 40, 574-576.

Cvikrová M., Gemperlová, L., Martincová, O., & Vanková, R. (2013) Effect of drought and combined drought and heat stress on polyamine metabolism in proline-over-producing tobacco plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 73, 7-15.

Dai, A. H., Nie, Y. X., Yu, B., Li, Q., Lu, L. Y., Bai, J. G (2012). Cinnamic acid pretreatment enhances heat tolerance of cucumber leaves through modulating antioxidant enzyme activity. *Environmental and Experimental Botany*, 79: 1-10.

Di Dono, P. (2009). *Managing green water: Soil moisture management*. International Fund for Agricultural Development, Rome, Italy.

Dkhil, B.B., Denden, M & Aboud, S. (2011). Foliar potassium fertilization and its effect on growth, yield and quality of potato grown under loam-sandy soil and semi-arid conditions. *International Journal of Agricultural Research*, 6, 593-600.

Egert, M. & Tevini. M . (2002). Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environmental and Experimental Botany*, 48(1), 43-49.

Etchebarne, F., Ojeda, H and Deloire, A. (2009)Influence of water status on mineral composition of berries in 'Grenache Noir' (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, 48. 63-68.

Frioni ,T., Saracino, S., Squeri , C., Tombesi ,S., Palliotti, A., Sabbatini, P., Magnanini, E. & Poni, S.(2019a)Understanding kaolin effects on grapevine leaf and whole-canopy physiology during water stress and re-watering. *Journal of Plant Physiology*, 242, 153020

Frioni, T., Tombesi, S., Luciani ,E., Sabbatini, P., G. Berrios, J & Palliotti, A. (2019b). Kaolin treatments on Pinot noir grapevines for the control of heat stress damages , *BIO Web of Conferences* 13, 04004

Gholami, M., Rahemi, M. Kholdebarin, B. & Rastegar, S. (2012) . Biochemical responses in leaves of four fig cultivars subjected to water stress and recovery. *Scientia Horticulturae*, 148, 109-117.

Glenn, D. M. and Puterka, G. J. (2005). Particle films: A new technology for agriculture. Horticultural Review (*American Society for Horticultural Science*), 31, 1-44.

Harben, P. W. 1995. *The industrial minerals handbook II: A guide to markets, specifications, and prices*. Arby Industrial Minerals Division Metal Bulletin. PLC, London.

Hernandez, M., Fernandez-Garcia, N., Garcia-Garma, J., Rubio-Asensio, J., Rubio, F. & Olmos, E. (2012). Potassium starvation induces oxidative stress in (*Solanum lycopersicum* L.) roots. *Journal of Plant Physiology*, 169 (14), 1366-1374.

Jalili Marandi, R. (2006). *Small fruits*. Urmia, Urmia University. Jahade Daneshgahi Publication.(In Persian)

Karimi, H., Sevandi-Nasab, S. & Roosta, H.(2012)The effect of salicylic acid and potassium on some characteristics nut and physiological parameters of pistachio trees cv. Owhadi. *Journal of Nuts*. 3(3), 21-26 .(In Persian)

Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. & Higgs, D. (2001). The influences of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. *Plant Physiology, 27* (3-4), 34-46.

Kotzé, W.A.G., Carreira, J.A., Beukes, O. & Redelinghuys, A.U. (1988). Effect of evaporative cooling on the growth, yield and fruit quality of apples. *Deciduous Fruit Grower*, 38, 20-24.

Lichtenthaler, H.K. (1987)Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol*, 148,350-382.

Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press. San Diego.

Molodi, Sh. (2006) Water and optimization of fertilizer use. *Scientific, Engineering, Informational*

and Cultural Journal. 2, 48-47. (In Persian).

Nakano Y. and Asada, K. (1981.)Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22, 867-880

Nguyen, P. M., Kwee, E. M. &. Niemeyer, E. D. (2010). Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry*, 123(4), 1235-1241.

Ozden, M., Demirel, U., & Kahraman, A., (2009). Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H2O2. *Scientia Horticulture, 119*, 163–168. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.031

Peacock, B. (1999). *Potassium in soils and grapevine nutrition*. University of California Cooperative Extension -Tulare County.

Pollastrini, M., Stefano, V. Di., Ferretti, M., Agati, G., Grifoni, D., Zipoli, G., Orlandini, S & Bussotti, F. (2011.)Influence of different light intensity regimes on leaf features of (*Vitis vinifera* L.) in ultraviolet radiation filtered condition. *Environmental and Experimental Botany*, 73, 108-115.

Reddy, K. R. &Zhao, D. (2005.)Interactive effects of elevated CO_2 and potassium deficiency on photosynthesis, growth, and biomass partitioning of cotton. *Field Crops Research*, 94(2), 201-213.

Riipi, M., Ossipov, V., Lempa, K., Haukioja, E. , Koricheva, J., Ossipova, S & Pihlaja, K. (2002) Seasonal changes in birch leaf chemistry: are there trade-offs between leaf growth and accumulation of phenolics. *Oecologia*, 130(3), 380-390.

Rogiers, S.Y., Greer, D.H. , Hatfield, J.M. , Orchard, B.A & Keller, M. (2006)Mineral sinks within ripening grape berries (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, 45, 115-123.

Rosati, A., Metcalf, S. G.. Buchner, R. P Fulton A. E. & Lampinen, B. D. (2006)Physiological effect of kaolin application in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Annals of Botany*, 98 (1), 267-275.

Sadrzadeh, M., Moalemi, N & Alamzadeh Ansari, N. (2008, September 3-6).*The effect of irrigation and potassium on some vegetative characteristics of seedlings of two varieties of yellow and local olives from Malek garden*. 5th Congress of Iranian Horticultural Science,. Shiraz, Iran, 716-717. (In Persian).

Saour, G., & Makee, H. (2003). A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *Journal of Applied Entomology*, 128 (1), 28-31.

Shirdel, M. Eshghi, S. & Gareghani, A. (2018).Yield Comparison and qualitative characteristics of commercial cultivars of strawberry in southern parts of Fars province in order to off-season production. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 2018; 18 (4) :343-352

Statistics of Agricultural Jahad, (2021). Publications of Agricultural Research, Education and Promotion Organization. (In Persian).

Tadayon, M. & Tehrani, M. (2011) Evaluation of the effect of using potassium fertilizers on the yield of Asgari vine. *Journal of Plant Eco-physiology*, 2(4), 29-42. (In Persian).

Tenkinel, O., Kamber, R. , Yazar, A. & Ozekeei, B. (1992, Sep. 27-Oct. 2.).*Drought conditions and supplemental irrigation in Turkey*. In international conference on supplementory irrigation and drought water management. Volume 1. Bari, Italy. C.I.H.E.A.M.

Widmar, A. (2001). Light intensity and fruit quality under hail protection net. *Acta Horticulturae*, 557, 421-426.

Winkler, A. J. (1962*). General viticulture*. University of California Press.

Zörb, C., Senbayram, M & Peiter, E.(2014). Potassium in agriculture–Status and perspective, *Journal of Plant Physiology*, 171(9), 656-669.