The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

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

The Effect of the Method and Stage of Zinc and Iron Micronutrients Application on Bunch Characteristics and Fruit Yield of Yaghouti Grapes

Mansour Fazeli Rostampour✉

Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran. E-mail: mansour_fazeli@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 13 March 2023

Received in revised form: 7 August 2023

Accepted: 12 August 2023

Published online: 23 September 2023

Keywords:

Berry number in bunch,

Berry weight,

Bunch length and width,

Bunch/Vine,

Bunch weight.

ABSTRACT

Zinc and iron deficiency in Sistan soils, no use of micro- nutrients fertilizers by gardeners, and low yield are problems facing yaghoti grape production as an earliest-ripening grape cultivar in Iran.

This experiment was carried out in the form of factorial based on a randomized complete block design with three replications. The first experimental factor was fertilizing methods included: 1- control (Fm1), 2- foliar spraying of zinc and iron (Fm2), 3- localized placement method of zinc and iron (Fm3) and 4- localized placement method of zinc and iron + foliar spraying of zinc and iron (Fm4) and the second factor was fertilizing stages included 1- bud swelling (Fs1), 2- emergence of bunch (Fs2), 3- verasion (Fs3) and 4- leaf fall (Fs4). The concentration of iron and zinc elements in the fruit in Fm4×Fs3 condition increased by 21.3 and 30.7%, respectively, compared to the control. In the Fm4×Fs2 treatment, bunch length and width, and berry diameter increased by 19, 16.3 and 23% compared to the control, respectively. Also, berry weight, number of berries per bunch, bunch weight, bunchs/vine and fruit yield in the Fm4×Fs1 treatment were increased by 15.7, 18.5, 19.5 and 19%, compared to the control, respectively. The traits measured in this experiment increased each year compared to the previous year. Considering the positive role of zinc and iron elements in improving fruit characteristics and yield, fertilizing Yaghouti grape trees by a combination of localized placement and foliar application methods, with a 19% increase in yield, is recommended.

Cite this article: Fazeli Rostampour, M. (2023). The Effect of the Method and Stage of Zinc and Iron Micronutrients Application on Bunch Characteristics and Fruit Yield of Yaghouti Grapes. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (3), 457-473. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.356518.2097

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.356518.2097

Extended Abstract

Introduction

Yaghouti grape, the dominant variety of Sistan vineyards, is one of the seedless, early ripening grapes adapted to the storms of the Sistan region and suitable for table grapes. All plants require a sufficient amount of nutrients and micronutrients, which improve the physiological and biochemical reactions of the plant. The important factor that determines the yield and quality of the fruit is the utilization of nutrients in the adequate amount and at the appropriate time, which will increase the efficiency of fertilizer application.

Zinc plays a key role in the structural composition of a wide range of enzymes, different proteins, metabolisms of carbohydrates, proteins, auxins and many other important biochemical pathways in plants. Iron is the most abundant micronutrient in grape tissues, and has crucial roles in carbohydrate metabolism and fruit quality. The soil of the Sistan region is poor in terms of organic matter and nutrients, particularly the amount of trace elements. In this region, there are more than 1100 hectares of Yaghouti grapes, and due to the lack of micronutrients, the average yield of most vineyards in this region is five tons per hectare. The aim of this

research was to determine the best method and time for the application of iron and zinc elements in order to improve the quantitative and qualitative traits of the Yaghouti grape.

Material and methods

This research was conducted in the Zahak agricultural research station with a latitude of 30'38'53", longitude of 49'40'61" and an altitude of 495 meters above sea level during the years 2018 to 2021. Zahk city has cold and dry winters with warm and dry summers. This experiment was carried out in the form of factorial based on a randomized complete block design with three replications. The first experimental factor was fertilizing methods included: 1- control, 2- foliar spraying of zinc and iron, 3- localizeed placement method of zinc and iron and 4- localized placement method of zinc and iron + foliar spraying of zinc and iron and the second factor was fertilizing stages included 1- bud swelling, 2- emergence of bunch, 3- verasion and 4- leaf fall.

Results

The effects of year, fertilizing method, fertilizing stage, as well as the interaction of fertilization method and fertilization stage on the characteristics of bunch length, bunch width, bunch number, bunch weight, berry number of the bunch, berry weight, berry diameter and grape fruit yield were significant. The concentration of iron and zinc elements was increased in the fruit by using the localized placement method in combination with the foliar spraying method of zinc and iron elements at the stage of verasion by 21.3 and 30.7%, respectively, compared to the control. Meanwhile, in comparison to control, this treatment increased the bunch length and width and berry diameter by 19, 16.3 and 23 percent at the stage of bunch appearance, respectively, and the berry weight, number of berries per bunch, bunch weight, bunches/vine and fruit yield at the bud swelling stage by 15.7, 18.5, 19.5 and 19 percent, respectively.

Discussion

The bud swelling stage in mid-March was the most productive period for Yaghouti across all fertilization methods. During this stage, nutrients from other plant parts migrate to the buds. Foliar spraying was crucial at this stage because the buds require a lot of nutrients for rapid initial growth at this time, but the roots can not absorb enough elements from the soil. However, the root system became active for nutrient uptake one to two weeks after the bud swelling stage. Therefore, the grapevine's own nutrient reserve was the key factor in this sensitive and essential stage. The higher the nutrient reserve, the better the flowering and fruiting processes, as well as the product quality and performance.

Conclusion

Fertilization is one of the most important management techniques in the vineyard, and has a significant effect on the amount of production and the final quality of the grapes. Unbalanced use of chemical fertilizers, high acidity and lack of organic matter in the soil cause signs of deficiency of elements, including low-use elements such as iron and zinc, in vineyards. At the beginning of the growing season, the aerial part of the tree, including vegetative and reproductive buds, begins its activity with rapid growth, while the active roots have not yet begun to grow and absorb the nutrients from the soil enough to meet the tree's nutritional needs. Therefore, the best time to apply the fertilizers used in this study was the swelling stage of the buds and the best method of fertilizer application was localized placement along with foliar spraying, which was more effective than the single application of each of them.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۳

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

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

بررسی اثر روش و مرحله کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن بر ویژگی‌های خوشه و عملکرد میوه انگور یاقوتی

منصور فاضلی رستم پور ✉

۱. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران. رایانامه: mansour_fazeli@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:

تعداد حبه در خوشه، تعداد خوشه در تاک، طول و عرض خوشه، وزن حبه، وزن خوشه.

چکیده

کمبود روی و آهن در خاک‌های منطقه سیستان، عدم مصرف کودهای ریزمغذی توسط باغداران و عملکرد پایین انگور یاقوتی بعنوان زودرس‌ترین رقم انگور در ایران ازجمله مشکلات پیش روی تولید این محصول است.

این آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی سه سال در ایستگاه تحقیقات زهک در استان سیستان و بلوچستان انجام شد. فاکتور اول آزمایش عبارت بود از روش کوددهی شامل ۱- شاهد -2 (Fm1)محلول‌پاشی عناصر روی و آهن -3 (Fm2)چالکود عناصر روی و آهن -4 (Fm3) چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن ((Fm4 و فاکتور دوم عبارت بود از مرحله کوددهی شامل ۱-تورم جوانه‌ها -2 (Fs1)ظهور خوشه -3 (Fs2) تغییر رنگ خوشه -4 (Fs3)خزان (.(Fs4 غلظت عناصر آهن و روی میوه در تیمار Fm4×Fs3 نسبت به شاهد بترتیب به میزان ۲۱/۳ و ۳۰/۷ درصد افزایش یافت. صفات طول خوشه، عرض خوشه و قطر حبه در تیمار Fm4×Fs2 نسبت به شاهد بترتیب به میزان ۱۹، ۱۶/۳ و ۲۳ درصد افزایش یافت. همچنین صفات وزن حبه، تعداد حبه در خوشه، وزن خوشه، تعداد خوشه در تاک و عملکرد در تیمار Fm4×Fs1 نسبت به شاهد بترتیب به میزان ۱۵/۷، ۱۸، ۱۸/۵، ۱۹/۵ و ۱۹ درصد افزایش یافت. صفات اندازه‌گیری شده، به‌ترتیب در سال سوم نسبت به سال دوم و در سال دوم نسبت به سال اول افزایش یافت. باتوجه به نقش مثبت عناصر روی و آهن در بهبود خصوصیات میوه و عملکرد، کود دهی انگور یاقوتی به روش ترکیبی چالکود و محلول پاشی روی و آهن، با افزایش ۱۹ درصدی عملکرد، توصیه می‌شود.

استناد: فاضلی رستم پور، منصور (۱۴۰۲). بررسی اثر روش و مرحله کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن بر ویژگی‌های خوشه و عملکرد میوه انگور یاقوتی. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۳)، ۴۷۳-۴۵۷. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.356518.2097

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.356518.2097

مقدمه

انگور یاقوتی، رقم غالب تاکستان‌های سیستان، جزء انگورهای بی‌دانه، مناسب تازه‌خوری و زودرس و نوبر است (Fazeli Rostampour, 2020). سطح زیر کشت انگور یاقوتی در سیستان ۱۱۰۰ هکتار و متوسط عملکرد آن در این منطقه ۵ تن در هکتار بوده اما، پتانسیل تولید این رقم در شرایط مناسب اقلیمی و مدیریتی تا ۱۸ تن در هکتار می‌باشد (Mahmoudzadeh & Fanaei 2019). با درنظر گرفتن محدودیت های اقلیمی، افزایش عملکرد دراین منطقه مستلزم افزایش اطلاعات و دانش فنی تولید و انتقال آن به کارشناسان مروج پهنه‌ها و تولیدکنندگان می‌باشد (Kavoosi & Mahmoudi 2021). انگور یاقوتی علاوه بر توسعه کاشت در مناطق سردسیر و معتدل، بدلیل نوبرانه بودن، ارزش بالایی داشته و در مناطق گرمسیری مانند سیستان مورد توجه و استقبال فراوان است (Fazeli Rostampour 2020).

کوددهی یکی از فنون مدیریتی مهم تاکستان است که تأثیر بسزایی بر میزان تولید و کیفیت نهایی انگور دارد. مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، بالا بودن اسیدیته و کمبود مواد آلی خاک، باعث ظهور علائم کمبود عناصر ازجمله عناصرکم مصرف نظیر آهن و روی در تاکستان‌ها می‌گردد. در ابتدای فصل رشد، بخش هوایی درخت شامل جوانه‌های رویشی و زایشی فعالیت خود را با رشد سریع آغاز می‌کنند. همه گیاهان به مقدار کافی از عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی نیاز دارند که موجب بهبود واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه می‌شود (Kavousi et al., 2009; Sedri et al., 2021). فاکتور مهم و تعیین کنندهٔ میزان عملکرد و کیفیت میوه، کاربرد عناصر غذایی به میزان لازم در زمان مناسب است که موجب افزایش کارآیی مصرف کودها خواهد شد (Shahabi Far & Mostashari, 2021;Wang et al., 2022). در واقع اهمیت استفاده از ریز مغذی‌ها در انگور باعث گلدهی بیشتر و تشکیل میوه با کیفیت، فتوسنتز بیشتر برای رسیدن میوه و تولید بهتر و رسیدن یکنواخت میوه‌ها در تاکستان‌ها می‌گردد (Taheri & Mehrabi, 2015). عناصر روی و آهن دو ریزمغذی مهم برای رشد رویشی و زایشی انگور هستند (Mohebbi et al., 2022) و در فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تولید هورمون‌های رشد و تشکیل کلروفیل گیاهی دخالت دارند و کمبود آن‌ها می‌تواند موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً کاهش کمیت و کیفیت محصول شود (Ruiz et al., 2000). گزارش شده که محلول‌پاشی عناصر مس و آهن باعث افزایش غلظت این عناصر در برگ و میوه انگور می‌گردد (Maa et al., 2019).

کوتاه بودن دوره جوانه زنی تا رسیدن محصول انگور یاقوتی در منطقه سیستان و طولانی بودن دوره بعد از برداشت در این رقم، می‌تواند بر الگوی توزیع عناصر غذایی تأثیر گذاشته و برای افزایش ذخیره غذایی آن موثر باشد. خاک این منطقه از نظر مواد آلی و عناصر غذایی فقیر و میزان عناصر کم مصرف درآن ناچیز است. باتوجه به این که انگور یاقوتی تنها محصول باغی و محل تامین معاش خانوار باغداران این منطقه است، بنابراین هرگونه توصیه به‌باغی و افزایش تولید و درآمد باعث کاهش مهاجرت و افزایش پایداری در این منطقه حساس و مرزی می گردد. از طرف دیگر بدلیل عدم کاربرد ریزمغذی‌ها، متوسط عملکرد اغلب تاکستان‌ها بسیار پایین است. هدف از این پژوهش دستیابی به بهترین روش و زمان کاربرد عناصر آهن و روی در راستای بهبود صفات کمی و کیفی انگور رقم یاقوتی و افزایش تولید و درآمد خانوار باغداران این منطقه است.

پیشینهٔ پژوهش

عنصر روی نقش کلیدی در ترکیب ساختاری طیف گسترده‌ای از آنزیم‌ها و پروتئین‌های مختلف داشته و در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین، اکسین و بسیاری از مسیرهای مهم بیوشیمیایی گیاه دخالت دارد (Kramer & Clemens, 2006). آهن، فراوانترین ریزمغذی در بافت‌های تاک است (Gartel, 1993). آهن یک کوفاکتور برای تقریباً ۱۴۰ آنزیم است که واکنش‌های بیوشیمیایی منحصر به فرد را کاتالیز می کند (Abdel-Salam, 2016). عنصر آهن نقش کلیدی را در متابولیسم کربوهیدرات و کیفیت میوه بازی می‌کند (Shi *et al*., 2018). کاربرد آهن به میزان متوسط در مقایسه با کاربرد کم یا زیاد

آهن، اثر مثبت بر روی فتوسنتز، تجمع قندها و غلظت آنتوسیانین در حبه انگور و و در نتیجه رنگ‌گیری مناسب آن دارد (Karimi *et al*., 2019; Shi *et al*., 2017). گزارش شده که اثر کود آهن کلاته در تغذیه تاک و بهبود کلروز آهن، بیش از کودهای آهن غیر کلاته است (Alvarez-Fernandez *et al*., 2003).

روش کوددهی در مدیریت تغذیه‌ی گیاهان اهمیت زیادی دارد. یکی از بهترین و ساده ترین روش‌های صحیح کوددهی، روش چالکود است (Mostashari, 2013). محلول‌پاشی ازجمله روش‌های مکمل کوددهی در باغبانی است که به مدت زیادی مورد توجه بوده و باتوجه به راندمان پایین جذب ریزمغذی‌ها از طریق خاک، نقش بسیار مهمی در جذب دارد (Shahabi Far & Mostashari, 2021). مستشاری (Mostashari, 2013) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف کوددهی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی انگور بیان داشت که انگور نسبت به کمبود ریزمغذی‌های روی، آهن، بور و منگنز حساس بوده و تلفیق چالکود و محلول‌پاشی انگور باعث تولید ۱۹/۲ تن میوه در هکتار شد در حالی که میزان عملکرد در تیمار شاهد، محلول‌پاشی و چالکود بترتیب ۴/۹۴، ۹/۶۲ و ۱۷/۱ تن میوه انگور در هکتار بود.

با آگاهی از دوره‌های رشد رویشی گیاه و تشخیص حداکثر نیاز گیاه به عناصر غذایی ضروری، می‌توان عنصر غذایی را در زمان مناسب در اختیار گیاه قرارداده و درنتیجه کارآیی مصرف کودهای گوناگون را افزایش داد تا گیاه از وضعیت تغذیه‌ای بهتری برخوردار شود. یکی از مهم‌ترین مراحل کاربرد کودها، مرحله تشکیل میوه است (Shahabi Far & Mostashari, 2021). فاصله زمانی بین متورم شدن جوانه‌ها تا تشکیل میوه بحرانی‌ترین مرحله برای کمبود روی است (Vatankhah *et al*., 2017). در بررسی اثر زمان محلول‌پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی انگور دیم، محلول‌پاشی در مرحله متورم شدن جوانه‌ها موثرتر از دو بار محلول‌پاشی در مراحل تورم جوانه‌ها و بعد از تشکیل میوه بوده است، همچنین عنصر روی بیشترین تاثیر را بر روی تعداد حبه داشته است (Sedri *et al*., 2021). اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز در سه مرحله شامل یک‌بار (بعد از گلدهی)، دوبار (قبل از گلدهی و بعد از تشکیل میوه) و سه بار محلول‌پاشی (قبل از گلدهی، بعد از تشکیل میوه و مرحله رشد میوه‌ها) در دو رقم انگور سفید بی‌دانه و قرمز رومی نشان داد که سه بار محلول‌پاشی در مقایسه با شاهد بیشترین اثر را بر عملکرد و اجزای عملکرد دارد (Bacha *et al*., 1995). گزارش شده که درصورتی‌که عنصر روی در جوانه‌ها ذخیره سازی نشود در اوایل بهار علائم کمبود آن اتفاق خواهد افتاد (Broadley *et al*., 2007) و این کمبود، باعث کوچک ماندن برگ‌ها شده که با کاهش شدت فتوسنتز، رشد ضعیف دانه گرده و کاهش تشکیل میوه، توقف رشد حبه‌ها، کاهش تعداد حبه، اندازه و وزن میوه، رسیدن غیریکنواخت انگور و کاهش عملکرد از طریق ریزش حبه‌ها همراه خواهد بود (Bybordi & Shabanov, 2010). بررسی اثر میزان کاربرد ترکیب کودی نیتروژن، بور، روی و مولیبدن در مراحل شروع گلدهی و همچنین زمان شکوفایی گل، بر درصد تشکیل میوه و ویژگی‌های کیفی میوه انگور سمرقندی نشان داده است که بیشترین تاثیر مثبت کاربرد کودها در مرحله شروع گلدهی است (Ranjbar & Eshghi, 2014). کمبود آهن، رشد رویشی، تجمع مواد خشک و سطح برگ را کاهش داده و در نتیجه ریزش میوها افزایش می‌یابد (Bertamini & Nadunchezhian, 2005).

فاکتورهای ژنتیکی، عملیات باغی از قبیل کوددهی و فاکتورهای اکولوژیکی نظیر دما، نور، رطوبت، خاک و غیره تأثیر زیادی بر محتوای عناصر برگ و میوه دارند (Bertoldi *et al*., 2011). نتایج مطالعه‌ی نشان داد که بین غلظت آهن و عملکرد گیاه رابطه خطی معنی‌دار وجود دارد (Amaliotis *et al*., 2002). نتایج بررسی اثر کاربرد برگی اوره و کلات آهن بر تشکیل میوه، عملکرد و شاخص‌های کیفی و تغذیه‌ای انگور رقم بیدانه سفید نشان داد که بیشترین غلظت عناصر آهن (۵۵/۲ پی‌پی‌ام) و روی (۱۳/۷ پی‌پی‌ام) در میوه، مربوط به تاک‌های تیمار شده با آهن و اوره یک درصد و کمترین غلظت آهن میوه (۳۰/۴ پی‌پی‌ام) مربوط به میوه تاک‌های شاهد بود (Karimi *et al*., 2018). دولتی بانه و طاهری (Doulati Baneh & Taheri, 2009) گزارش کردند که محلول‌پاشی بوته‌های انگور رقم خوشناو با کود حاوی آهن، روی و منگنز تاثیر مثبتی بـر وزن حبه، وزن خوشه، افزایش تشکیل میوه و تعداد خوشه داشته و بیشترین درصد تشکیل میوه در تیمارهای حاوی عنصر روی دیده شد.

ساکی و همکاران (Saki *et al*., 2012) گزارش کردند که کاربرد عناصر اوره و آهن باعث افزایش وزن خوشه انگور رقم عسکری نسبت به شاهد به‌میزان ۱۳۳ گرم گردید. نتایج حاصل از پژوهشی نشان داد که تیمار محلول‌پاشی آهن باعث افزایش حجم حبه انگور می‌شود و تغذیه برگی سولفات آهن با غلظت ۰/۵ درصد قبل از شکوفه‌دهی و بعد از مرحله تشکیل میوه در انگور رقم تامسون بیدانه سبب افزایش حجم حبه‌ها شده است (Yogeesha, 2005). همچنین گزارش شده‌است که با مصرف آهن قطر حبه انگور افزایش یافته و کاربرد سولفات آهن باعث افزایش معنی‌دار قطر حبه انگور رقم عسگری شد، همچنین با محلول‌پاشی دو در هزار سولفات آهن، قطر حبه، وزن خوشه و عملکرد میوه نسبت به شاهد بترتیب ۷، ۱۰ و ۱۷ درصد افزایش یافت (Vatankhah *et al*., 2017). گزارش شده که محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد میوه انگور می‌گردد (Shi *et al*., 2017). بررسی اثر تغذیه‌ای ازت و آهن روی رشد، عملکرد وکیفیت میوه انگور رقم عسگری در شهرستان خرم آباد نشان داد که بالاترین میزان عملکرد با ترکیب پنج درهزار اوره و سه در هزار آهن و ۱۰ در هزار اوره و ۱/۵ در هزار آهن بدست آمد که نسبت به شاهد حدود دو کیلوگرم معادل ۵۷ درصد در بوته افزایش عملکرد داشت .(Saki *et al*., 2012)

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک با عرض جغرافیایی″۳۸ ′۵۳ °۳۰ درجه شمالی، طول جغرافیایی ″۴۹ ′۴۰ °۶۱ درجه شرقی و ارتفاع ۴۹۵ متر از سطح دریا طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ انجام شد. شهرستان زهک دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد که بر اساس طبقه‌بندی کوپن، جزو آب و هوای بیابانی خشک بسیار گرم است (Karimi *et al*., 2013). آمار ایستگاه سینوپتیک شهرستان زهک بیان‌گر آن است که میزان متوسط بارندگی ۵۷ میلی‌متر، گرم‌ترین ماه‌های سال، خرداد و تیر (۴۷/۴ درجه سانتی‌گراد)، بیشترین درصد رطوبت (۸۴ درصد) مربوط به دی‌ماه و بیشترین سرعت باد (۵۹/۸۵ کیلومتر بر ساعت) مربوط به مردادماه می‌باشد (Danesh Shahraki *et al*., 2017). همچنین آزمون خاک به شرح جدول یک بود.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک تاکستان محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	**بافت**	**شوری** (دسی‌زیمنس بر متر)	**اسیدیته**	**کربن آلی** (درصد)	**نیتروژن** (درصد)	**فسفر**	**پتاسیم**	**روی**	**آهن**
						میلی‌گرم بر کیلوگرم			
۳۰-۰	لوم-شنی	۳/۱۷	۷/۷۴	۰/۲۵	۰/۰۷	۶/۴	۱۲۰	۱/۰۱	۰/۹۲
۶۰-۳۰	لوم-رسی-شنی	۳/۶۵	۷/۸۷	۰/۲۶	۰/۰۵	۶/۲	۱۱۵	۰/۵۶	۰/۶۴

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات زهک در سیستان روی تاک‌های ۱۲ ساله انگور رقم یاقوتی انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها سه متر و فاصله روی ردیف‌ها دو متر بود. بوته‌ها به شکل خزنده و کوتاه تربیت شده بودند. آبیاری تاکستان با استفاده از روش غرقابی و بر اساس عرف منطقه، هر۱۰ تا ۱۲ روز یک‌بار انجام می‌گرفت و با تنظیم دریچه‌های ورود آب به تکرارها، آب به یک اندازه وارد آن‌ها می‌شد. کنترل آفات و علف‌های هرز براساس عرف منطقه انجام گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی سه سال (۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) انجام شد. فاکتور اول روش کوددهی شامل ۱- شاهد یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن (Fm_1) ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن (Fm_2) ۳- چالکود عناصر روی و آهن (Fm_3) ۴- چالکود عناصر روی و آهن به همراه محلول پاشی عناصر روی و آهن (Fm_4) و فاکتور دوم مرحله کوددهی شامل ۱-تورم جوانه‌ها (Fs_1) ۲-ظهور خوشه (Fs_2) ۳-تغییر رنگ خوشه (Fs_3) ۴- خزان برگ‌ها (Fs_4) بود. مقدار عناصر آهن و روی در حالت محلول‌پاشی به ترتیب ۳ و ۶ در هزار (۳ و ۶ کیلوگرم در هزار لیتر آب) و در حالت چالکود به ترتیب ۲۰ و ۴۰ گرم

برای هر تاک بود. کودهای آهن و روی مورد استفاده در حالت محلول‌پاشی به ترتیب کودهای آهن کلات Fe-EDTA سیزده درصد و سولفات روی و در حالت چالکود بترتیب کودهای کلات آهن Fe-EDDHA شش درصد و سولفات روی بود.

کود پایه در همه تیمارها براساس آزمایش خاک و به روش چالکود (حفر دو چاله به قطر ۳۰ و عمق ۴۰ سانتی‌متر در قسمت انتهایی سایه‌انداز درخت و در مسیر عبور آب و کاربرد ۳ کیلوگرم کود حیوانی پوسیده، ۱۰۰ گرم سولفات آمونیوم، ۲۵۰ گرم سولفات پتاسیم، ۵۰ گرم سوپر فسفات تریپل، ۱۵ گرم سولفات مس، ۱۰۰ گرم سولفات منیزیم به ازاء هر تاک) داده شد. محلول‌پاشی عناصر آهن و روی از منابع کلات آهن و سولفات روی با استفاده از دستگاه محلول‌پاش ۱۵ لیتری و به جهت کاهش خطر احتمال سوختگی، صبح‌ها طوری انجام شد که تاج تاک انگور آغشته به محلول گردیده و بوته انگور کاملا خیس شده و بعد از محلول‌پاشی بلافاصله تاکستان آبیاری شد. تاک‌های شاهد با محلول آب و مویان محلول‌پاشی شدند. با هدف کاهش خطر احتمال سوختگی، محلول‌پاشی‌ها صبح زود انجام گرفت. برای محلول‌پاشی تیمارهای عناصر غذایی، سه لیتر محلول کودی به ازای هر درختچه مصرف شد. همچنین به‌منظور کاهش کشش سطحی محلول و توزیع یکنواخت محلول غذایی روی سطح برگ و اندام‌ها و افزایش راندمان محلول پاشی، از محلول مویان سیتویت با غلظت نیم در هزار استفاده گردید و برای تیمار شاهد صرفا از محلول آب و سیتووت استفاده شد.

پس از رسیدگی کامل میوه (رنگ یاقوتی یکنواخت خوشه همراه با بریکس بالا)، برخی صفات خوشه و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد. صفات طول و عرض خوشه و قطر حبه توسط خط‌کش و کولیس اندازه‌گیری شد. صفات تعداد خوشه و تعداد حبه در خوشه شمارش شده و وزن حبه‌ها (میانگین وزن ۱۰ حبه در هر خوشه)، وزن خوشه‌ها (میانگین وزن چهار خوشه از هر بوته) و عملکرد (میانگین عملکرد سه بوته) به وسیله ترازوی دیجیتال OHAUS مدلSKX2202 ساخت کشور سوئیس بـا دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد (Gatti *et al*., 2012). برای اندازه‌گیری مقدار عناصر آهن و روی، نمونه‌های میوه، با برداشت خوشه‌ها از بخش‌های مختلف بوته، تهیه شد و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و آسیاب شدند. سپس مقدار عناصر آهن و روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Spectrometer AA 919 UNICAM ساخت کشور انگلیس برحسب میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری و گزارش گردید (Allan, 1963; Emami, 1997; Karimi *et al*., 2019).

جهت واکاوی آماری، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و با استفاده از رویه GLM انجام شد. تجزیه واریانس مرکب مربوط به ۳ سال وقتی انجام شد که آزمون بارتلت همگنی واریانس‌ها را تایید نمود. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. تجزیه رگرسیون چندگانه خطی براساس مدل آماری زیر (رابطه ۱) و با هدف بررسی میزان اثرگذاری صفات طول خوشه (B_uL) ، عرض خوشه (B_uW_e) ، قطر حبه (B_eW_i)()، وزن حبه (B_eW_e)، تعداد حبه (B_e/B_u) ، وزن خوشه (B_uW_e)، تعداد خوشه در تاک (B/V) بر عملکرد (Yield) انجام شد.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_kx_k + e$$ رابطه ۱)

y متغیر وابسته، b متغیرهای مستقل از ۱ تا k و e خطا یا باقیمانده است.

یافته‌های پژوهش

غلظت آهن میوه

اثر سال، روش کوددهی، سال در روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر غلظت آهن میوه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۹۶۵/۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و کم‌ترین (۷۹۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک) غلظت آهن میوه انگور به‌ترتیب در تیمار ترکیبی روش چالکود و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ و شاهد بود که ۲۱/۳ درصد افزایش نشان داد. غلظت آهن میوه در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن کمترین بود. بیشترین غلظت آهن میوه در تیمار ترکیبی روش چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ و همچنین محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ بود. در تیمار ترکیبی روش چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن، کمترین غلظت آهن میوه مربوط به مرحله خزان بود (جدول ۳). بررسی اثر سال بر غلظت آهن میوه نشان داد که بیشترین (۹۴۷/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و کمترین (۷۲۹/۶۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) غلظت آهن میوه به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۲۹/۸ درصدی را نشان داد. اما بین سال دوم و سوم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تاثیر روش و مرحله کوددهی بر صفات غلظت عناصر آهن و روی میوه، طول و عرض خوشه، وزن خوشه، قطر حبه، وزن حبه، تعداد حبه در خوشه، تعداد خوشه در تاک و عملکرد انگور یاقوتی

		میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	آهن	روی	طول خوشه	عرض خوشه	قطر حبه	وزن حبه	تعداد حبه در خوشه	وزن خوشه	تعداد خوشه	عملکرد میوه
سال	۲	۶۶۵۵۸۷**	۷۶۶/۰۱**	۶/۶۵*	۲۲/۳۸**	۲/۱۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۴۱۱۱/۵۰*	۹۷۸/۲۰**	۴۲/۳۱**	۲۳۶۵۸۱۱**
سال در تکرار	۶	۴۲۶۷	۲۶/۰۰	۰/۶۸	۰/۹۴	۱/۳۹	۰/۰۰۷	۵۴۲/۶۸	۳۴۳/۸۳	۱/۲۷	۱۱۵۹۶۳
روش کوددهی	۳	۷۳۶۲۳**	۴۳۵/۲۰**	۴/۱۶**	۲/۵۰**	۷/۲۳**	۰/۰۲**	۴۰۰۲/۴۹**	۱۵۰۷/۸۴**	۱۶/۶۳**	۱۴۰۱۲۳۷**
روش کوددهی×سال	۶	۶۲۸۱*	۴۵/۹۳**	۰/۲۹^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۰/۹۰^{ns}	۰/۰۰۶**	۱۹۷/۴۸^{ns}	۴۱۲/۵۵*	۰/۶۲^{ns}	۶۱۵۳۶^{ns}
مرحله کوددهی	۳	۴۴۷۱۸**	۸۴/۵۹**	۳/۹۳**	۰/۴۷^{ns}	۴/۵۱**	۰/۰۱**	۲۷۹۸/۱۵**	۱۰۵۵**	۱۹/۵۸**	۱۷۷۲۰۲۹**
روش کوددهی×مرحله کوددهی	۹	۶۱۷۸*	۹/۸۲*	۰/۷۳*	۰/۵۹*	۰/۸۹*	۰/۰۰۳*	۴۱۳/۳۱*	۴۷۱/۴۴*	۳/۵۸**	۳۹۵۸۲**
مرحله کوددهی×سال	۶	۵۰۴۶^{ns}	۳/۴۲^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۰/۶۲*	۰/۳۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۳۹۱/۸۱^{ns}	۱۱۲/۲۶^{ns}	۲/۳۸^{ns}	۱۷۹۰۰۹^{ns}
روش کوددهی×مرحله کوددهی×سال	۱۸	۱۶۲۲^{ns}	۲/۰۳^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱۱۲/۱۰^{ns}	۱۰۱/۰۹^{ns}	۱/۲۵^{ns}	۹۸۱۴۴^{ns}
خطا	۷۲	۲۳۹۹	۴/۷۷	۰/۳۶	۰/۲۶	۰/۴۳	۰/۰۰۱	۱۹۴/۰۷	۱۴۹/۳۴	۱/۰۹	۹۵۰۴۵/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۶۸	۵/۷۵	۶/۱۲	۵/۴۳	۸/۵۳	۵/۴۶	۵/۳۳	۶/۶۷	۵/۴۹	۵/۶۱

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد (منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۳. برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر صفات غلظت عناصر آهن و روی میوه، طول و عرض خوشه، وزن خوشه، قطر حبه، وزن حبه، تعداد حبه در خوشه، تعداد خوشه در تاک و عملکرد میوه انگور یاقوتی

تیمارها		صفات									
روش کوددهی	مرحله کوددهی	آهن (میکروگرم بر گرم وزن خشک)	روی (میکروگرم بر گرم وزن خشک)	طول خوشه (سانتی‌متر)	عرض خوشه (سانتی‌متر)	قطر حبه (میلی‌متر)	وزن حبه (گرم)	تعداد حبه در خوشه	وزن خوشه (گرم)	تعداد خوشه	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)
F_{m1}	F_{s1}	۷۹۸/۸۸^{e}	۳۲/۸۵^{d}	۸/۷۲^{e}	۷/۱۳^{de}	۷/۰۱^{e}	۰/۷۱^{de}	۲۴۴/۷۵^{ef}	۱۷۳/۴۴^{f}	۱۸/۰۳^{e}	۵۲۰۷^{d}
	F_{s2}	۷۹۹/۲۴^{e}	۳۲/۷۴^{d}	۸/۶۹^{e}	۷/۱۷^{cde}	۷/۰۴^{e}	۰/۷۱^{de}	۲۴۶/۱۴^{ef}	۱۷۵/۹۸^{def}	۱۸/۰۵^{e}	۵۲۱۴^{d}
	F_{s3}	۷۹۶/۲۸^{e}	۳۳/۰۲^{d}	۸/۷۱^{e}	۷/۱۴^{cde}	۷/۱۰^{e}	۰/۷۰^{e}	۲۴۷/۳۸^{ef}	۱۷۵/۳۶^{ef}	۱۸/۱۰^{de}	۵۲۲۶^{d}
	F_{s4}	۷۹۶/۰۰^{e}	۳۲/۹۰^{d}	۸/۶۹^{e}	۷/۱۲^{e}	۷/۱۴^{e}	۰/۷۰^{e}	۲۴۳/۷۷^{ef}	۱۷۵/۵۹^{ef}	۱۸/۰۵^{e}	۵۲۱۲^{d}
F_{m2}	F_{s1}	۸۵۴/۲۶^{d}	۳۹/۹۱^{ab}	۹/۳۶^{bcd}	۷/۵۹^{bc}	۸/۱۵^{ab}	۰/۷۷^{b}	۲۷۹/۶۳^{ab}	۱۹۲/۰۴^{b}	۲۰/۵۰^{b}	۵۹۴۶^{b}
	F_{s2}	۸۶۶/۸۲^{d}	۳۹/۸۵^{ab}	۹/۹۱^{ab}	۷/۷۴^{b}	۸/۵۴^{ab}	۰/۷۵^{bc}	۲۶۹/۴۲^{bc}	۱۸۷/۶۳$^{b-e}$	۱۹/۳۹^{c}	۵۶۱۵^{c}
	F_{s3}	۹۵۳/۲۹^{a}	۴۰/۸۱^{ab}	۸/۸۷^{cde}	۷/۵۷^{bcd}	۷/۱۷^{e}	۰/۷۱^{de}	۲۵۲/۳۳^{ef}	۱۸۰/۳۲$^{c-f}$	۱۸/۱۰^{de}	۵۲۱۴^{d}
	F_{s4}	۸۴۲/۹۱^{d}	۳۶/۳۶^{c}	۹/۲۰^{cde}	۷/۵۹^{bcd}	۷/۶۸$^{c-e}$	۰/۷۲^{cd}	۲۵۹/۰۲^{cd}	۱۷۷/۷۱^{def}	۱۹/۰۸^{cd}	۵۵۲۲^{c}
F_{m3}	F_{s1}	۸۵۸/۰۹^{d}	۴۰/۴۲^{ab}	۹/۳۵^{bcd}	۷/۵۳$^{b-e}$	۸/۰۱$^{a-d}$	۰/۷۵^{bc}	۲۷۷/۶۶^{ab}	۱۸۸/۹۹^{bcd}	۱۹/۵۹^{c}	۵۶۷۴^{c}
	F_{s2}	۸۹۲/۲۳^{bcd}	۳۹/۵۲^{b}	۹/۴۶^{bc}	۷/۴۹$^{b-e}$	۷/۹۴$^{a-d}$	۰/۷۲^{cd}	۲۶۷/۵۲^{bcd}	۱۸۱/۳۵$^{c-f}$	۱۹/۳۷^{c}	۵۶۰۹^{c}
	F_{s3}	۹۳۱/۰۴^{ab}	۴۰/۷۳^{ab}	۸/۸۲^{de}	۷/۳۷$^{b-e}$	۷/۴۷^{cde}	۰/۷۲^{cd}	۲۵۲/۳۶^{ef}	۱۸۲/۰۳$^{b-f}$	۱۸/۱۰^{de}	۵۲۲۸^{d}
	F_{s4}	۸۴۳/۱۶^{de}	۳۶/۴۲^{c}	۹/۱۸^{cde}	۷/۷۶^{b}	۷/۵۵^{cde}	۰/۷۲^{cd}	۲۵۷/۳۶^{cde}	۱۷۷/۹۹^{def}	۱۹/۱۶^{c}	۵۵۱۱^{c}
F_{m4}	F_{s1}	۸۷۰/۴۳^{dc}	۴۱/۵۳^{ab}	۹/۳۹^{bcd}	۷/۷۱^{b}	۸/۵۹^{a}	۰/۸۱^{a}	۲۸۷/۱۴^{a}	۲۰۵/۸^{a}	۲۱/۵۴^{a}	۶۲۱۶^{a}
	F_{s2}	۹۱۷/۶۳^{abc}	۴۱/۵۷^{ab}	۱۰/۳۶^{a}	۸/۲۸^{a}	۸/۶۳^{a}	۰/۷۵^{bc}	۲۶۹/۰۵^{bc}	۱۹۴/۳۹^{b}	۱۹/۴۷^{c}	۵۶۳۷^{c}
	F_{s3}	۹۶۵/۳۰^{a}	۴۲/۰۸^{a}	۸/۸۱^{de}	۷/۴۹$^{b-e}$	۷/۳۷^{de}	۰/۷۱^{de}	۲۵۳/۰۷^{def}	۱۸۳/۰۸$^{b-f}$	۱۸/۱۶^{de}	۵۲۱۱^{d}
	F_{s4}	۸۴۱/۱۲^{de}	۳۷/۳۲^{c}	۹/۳۸^{bcd}	۷/۵۱$^{b-e}$	۷/۸۷^{bcd}	۰/۷۷^{b}	۲۵۹/۵۵^{cde}	۱۷۹/۹۸^{cf}	۱۹/۴۵^{c}	۵۶۳۱^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند. (منبع: یافته های تحقیق)

Fm_1: شاهد یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن، Fm_2: محلول پاشی عناصر روی و آهن، Fm_3: چالکود عناصر روی و آهن و Fm_4: ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهنFs_1: تورم جوانه‌ها، Fs_2: ظهور خوشه، Fs_3: تغییر رنگ خوشه، Fs_4: اوائل پاییز

جدول ۴. اثر سال بر صفات غلظت عناصر آهن و روی میوه، طول و عرض خوشه، تعداد حبه در خوشه، وزن خوشه، تعداد خوشه در تاک و عملکرد انگور یاقوتی

	صفات							
سال	آهن (میکروگرم بر گرم وزن خشک)	روی (میکروگرم بر گرم وزن خشک)	طول خوشه (سانتی‌متر)	عرض خوشه (سانتی‌متر)	تعداد حبه در خوشه	وزن خوشه (گرم)	تعداد خوشه	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)
اول	۷۲۹/۶۴^{b}	۳۳/۸۵^{c}	۸/۹۳^{b}	۶/۷۵^{c}	۲۵۳/۱۸^{b}	۱۸۰/۲۷^{b}	۱۷/۹۹^{c}	۵۳۴۲^{b}
دوم	۹۱۴/۳۰^{a}	۳۸/۳۴^{b}	۹/۰۰^{b}	۷/۷۱^{b}	۲۵۸/۲۷^{ab}	۱۸۱/۰۰^{b}	۱۹/۲۱^{b}	۵۳۸۷^{b}
سوم	۹۴۷/۳۱^{a}	۴۱/۸۲^{a}	۹/۶۱^{a}	۸/۰۸^{a}	۲۶۹/۷۱^{a}	۱۸۸/۴۳^{a}	۱۹/۸۳^{a}	۵۷۴۷^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند (منبع: یافته های تحقیق)

غلظت عنصر روی میوه

اثر سال، روش کوددهی، سال در روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر غلظت عنصر روی میوه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۴۲/۰۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و کمترین (۳۲/۷۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) غلظت عنصر روی میوه به‌ترتیب در تیمار چالکود و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ و شاهد بود که ۳۰/۷ درصد افزایش نشان داد. غلظت عنصر روی میوه در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن کمترین بود. در تیمار ترکیبی چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن، کمترین طول خوشه مربوط به مرحله تغییر رنگ بود (جدول ۳). بررسی اثر سال بر غلظت عنصر روی میوه نشان داد که بیشترین (۴۱/۸۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و کمترین (۳۳/۸۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک) غلظت عنصر روی میوه بترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۲۳/۵ درصدی را نشان داد. علاوه بر این، بین سال اول و دوم، و دوم با سوم تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴).

طول خوشه

اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر طول خوشه انگور معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۱۰/۳۶ سانتی‌متر) و کمترین (۸/۶۹ سانتی‌متر) طول خوشه انگور به‌ترتیب در تیمار ترکیبی چالکود و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه و شاهد بود که ۱۹ درصد افزایش نشان داد. طول خوشه در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن کمترین بود. بیشترین طول خوشه مشاهده شده در تیمار ترکیبی چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه ($F_{m4}\times F_{s2}$) و همچنین محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه ($F_{m2}\times F_{s2}$) بود که تفاوت معنی‌داری هم با یکدیگر نداشتند. در تیمار ترکیبی چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن، کمترین طول خوشه مربوط به مرحله تغییر رنگ بود (جدول ۳). بررسی اثر سال بر طول خوشه نشان داد که بیشترین (۹/۶۱ سانتی‌متر) و کمترین (۸/۹۳ سانتی‌متر) طول خوشه به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۷/۶ درصدی را نشان داد. اما بین سال اول و دوم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴).

عرض خوشه

اثر سال، روش کوددهی، برهمکنش روش کوددهی در مرحله کوددهی و سال در مرحله کوددهی بر عرض خوشه انگور معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۸/۲۸ سانتی‌متر) و کمترین (۷/۱۲ سانتی‌متر) عرض خوشه انگور به‌ترتیب در شرایط ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه ($F_{m4}\times F_{s2}$) و شاهد بود که افزایش ۱۶/۳ درصدی را نشان

داد. کمترین عرض خوشه وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود. در شرایط چالکود و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن، بیشترین عرض خوشه در مرحله ظهور خوشه مشاهده شد (جدول ۳). بررسی اثر سال بر عرض خوشه نشان دهنده بیشترین (۸/۰۸ سانتی‌متر) و کمترین (۶/۷۵ سانتی‌متر) عرض خوشه انگور به‌ترتیب در سال‌های سوم و اول بود که با افزایش ۱۹/۷ درصدی همراه بود. همچنین، میانگین هر سه سال از نظر عرض خوشه متفاوت بود (جدول ۴).

قطر حبه

اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر قطر حبه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۸/۶۳ میلی‌متر) و کمترین (۷/۰۱ میلی‌متر) قطر حبه به‌ترتیب در شرایط کاربرد ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه و شاهد بود که ۲۳ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه، چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، چالکود عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه، محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله ظهور خوشه، از نظر بیشترین قطر حبه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین کمترین قطر حبه در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن مشاهده شد (جدول ۳).

وزن حبه

اثر روش کوددهی، سال در روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر وزن حبه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۰/۸۱گرم) و کمترین (۰/۷ گرم) وزن حبه به‌ترتیب در تیمار ترکیبی چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و شاهد بود که ۱۵/۷ درصد افزایش نشان داد. کمترین وزن حبه در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد حبه در خوشه

اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی و برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر تعداد حبه در خوشه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۲۸۷) و کمترین (۲۴۳) تعداد حبه در خوشه به‌ترتیب در شرایط ترکیب روش‌های چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مراحل تورم جوانه‌ها و شاهد بود که ۱۸ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، از نظر بیشترین تعداد حبه در خوشه تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. همچنین کمترین تعداد حبه در خوشه در شرایط عدم کاربرد کودهای روی و آهن مشاهده شد (جدول ۳). بررسی اثر سال بر تعداد حبه نشان داد که بیشترین (۲۷۰) و کمترین (۲۵۳ میلی‌متر) تعداد حبه انگور به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که ۷ درصد افزایش نشان داد. هم‌چنین، تعداد حبه در سال اول با دوم و سال دوم با سوم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

وزن خوشه

اثر سال، روش کوددهی، سال در روش کوددهی مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر وزن خوشه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۲۰۵/۸ گرم) و کمترین (۱۷۳ گرم) وزن خوشه به‌ترتیب در شرایط ترکیب روش‌های چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و شاهد بود که افزایش ۱۸/۵ درصدی را نشان داد (جدول ۳). بررسی اثر سال بر وزن خوشه نشان داد که بیشترین (۱۸۸/۴۳ گرم) و کمترین (۱۸۰/۲۷ گرم) وزن خوشه انگور

به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۴/۵ درصدی را نشان داد. اما بین سال اول و دوم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴).

تعداد خوشه

اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر تعداد خوشه در تاک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۲۱/۵۴) و کم‌ترین (۱۸/۰۳) تعداد خوشه در تاک بترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و شاهد بود که ۱۹/۵ درصد افزایش نشان داد. همچنین کمترین تعداد خوشه در شرایط عدم کاربرد کودهای روی و آهن و همچنین کاربرد کودهای روی و آهن در مرحله تغییر رنگ مشاهده شد (جدول ۳). بررسی اثر سال بر تعداد خوشه نشان داد که بیشترین (۱۹/۸۳) و کم‌ترین (۱۷/۹۹) تعداد خوشه انگور بترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که ۱۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴).

عملکرد میوه

اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی و همچنین برهمکنش روش کوددهی در مرحله کوددهی بر عملکرد میوه انگور یاقوتی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۶۲۱۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۲۰۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد در تاک به‌ترتیب در شرایط ترکیب روش های چالکود و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و شاهد بود که افزایش ۱۹ درصدی را نشان داد. کمترین عملکرد در شرایط عدم کاربرد کودهای روی و آهن و همچنین کاربرد کودهای روی و آهن در مرحله تغییر رنگ مشاهده شد. از نظر بیشترین میزان عملکرد، پس از سطح تیمار ترکیب چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، سطح تیماری محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها با میانگین عملکرد ۵۹۴۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد مشاهده شد (جدول ۳). بررسی اثر سال بر عملکرد میوه انگور یاقوتی نشان داد که بیشترین (۵۷۴۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۳۴۲ کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد به‌ترتیب مربوط به سال سوم و اول می‌باشد که افزایش ۷/۶ درصدی داشت. اما بین سال اول و دوم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴). آنالیز رگرسیون چندگانه خطی برای عملکرد انگور یاقوتی انجام شد و نشان داد که از بین صفات اندازه گیری شده، صفات طول خوشه (B_uL)، عرض خوشه (B_uW_e) و تعداد خوشه در تاک (B/V) بر عملکرد (Yield) تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج بدست آمده نشان داد که معادله پیش‌بینی شده برای عملکرد میوه انگور پس از حذف صفات وزن خوشه، قطر، وزن و تعداد حبه که اثر آن‌ها بر عملکرد میوه انگور معنی‌دار نشده بود به شرح رابطه ۲ بود:

رابطهٔ ۲)

$$Yield = ۱۲۸۱/۲۶ - ۲۱۶/۵۹\ B_uL + ۹۸/۹۶\ B_uW_e + ۷۷/۷۹\ B/V$$

به نظر می‌رسد باتوجه به نقش پررنگ تر ابعاد و تعداد خوشه بر عملکرد میوه انگور، اثر صفات وزن خوشه و قطر، وزن و تعداد حبه بر عملکرد میوه انگور بی‌معنی شده باشد.

بحث

کاربرد عناصر روی و آهن باعث بهبود صفات غلظت عناصر آهن و روی میوه، طول خوشه، عرض خوشه، قطر حبه، وزن حبه، تعداد حبه، وزن خوشه، تعداد خوشه در تاک و عملکرد گردید. کاربرد عناصر آهن و روی بصورت محلول‌پاشی و چالکود باعث افزایش غلظت آن‌ها در تاک شده است (Amiri and Fallahi, 2007). افزایش غلظت این عناصر بر روی جذب دیگر عناصر نیز تأثیر گذاشته و درنتیجه بیوسنتز تنظیم کننده‌های رشد از جمله جیبرلین و اکسین افزایش یافته و برآیند فعالیت‌های فیزیولوژیک این عناصر ضمن افزایش فتوسنتز (Bertamini & Nadunchezhian, 2005)، به توسعه سیستم ریشه‌ای و به دنبال آن توانایی بیشتر گیاه برای جذب آب و املاح منجر می‌شود (Karimi *et al*., 2019). عنصر آهن از طریق آوند آبکش

و عنصر روی از طریق آوند چوبی در تاک انگور جریان می‌یابند. پس از شروع رنگ‌گیری جریان حرکتی عنصر آهن تغییر کرده و شروع به افزایش می‌نماید (Rogiers *et al*., 2006). به همین دلیل نیز در تحقیق حاضر کاربرد آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه باعث افزایش غلظت آهن حبه نسبت به کوددهی در سایر مراحل گردید. از طرف دیگر، بدلیل کاهش جریان حرکتی عنصر روی در مرحله تغییر رنگ و همچنین گرادیان فشار هیدرواستاتیک در آپوپلاست حبه (Bondada *et al*., 2005) میزان آن تفاوت معنی‌داری با مراحل تورم جوانه و ظهور خوشه نداشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که خوشه‌های بزرگ‌تر، اندازه حبه درشت‌تر، تعداد خوشه بیشتر و درنتیجه عملکرد محصول بالاتر ناشی از محلول‌پاشی همراه با چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها بود که موثرتر از کاربرد تکی هر کدام از این روش‌ها در سایر مراحل رشد انگور یاقوتی بود. طاهری و مهرابی (Taheri & Mehrabi, 2015) در بررسی اصول تغذیه صحیح در تاکستان‌های شهرستان باغملک گزارش کردند که کاربرد کودهای حاوی عنصر روی باعث افزایش طول و عرض خوشه انگور در مرحله ظهور خوشه می‌گردد. کمبود آهن باعث توقف رشد برگ و تقسیم سلول و کاهش میزان کلروفیل و سیتوکروم شده، ولی با مصرف آن، ساخت کربوهیدرات‌ها در گیاه افزایش و قطر حبه انگور افزایش می‌یابد (Mohebbi *et al*., 2022). بنابراین، مصرف آهن کمی قبل از باردهی باعث ساخت کربوهیدرات‌ها و درنتیجه افزایش وزن، تعداد و قطر حبه، وزن خوشه، تعداد خوشه و عملکرد میوه می‌گردد (Alvarez-Fernandez *et al*., 2003; Pestana *et al*., 2003; Saki *et al*., 2012; Singh & Usha, 2001; Yogeesha, 2005).

محلول‌پاشی همراه با چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، نسبت به محلول پاشی تنها، ۴/۵ درصد افزایش عملکرد داشت. همچنین، روش محلول‌پاشی علاوه بر تفاوت معنی‌دار با چالکود، ۴/۸ درصد نسبت به آن برتری داشت. در اواخر زمستان و اوایل بهار که دمای خاک پایین است و برگ‌ها ظاهر نشده اند، جریان شیره گیاهی بسیار کند است، دراین شرایط تغذیه جوانه‌ها اهمیت زیادی دارد. در چنین شرایطی، عناصر روی و آهن در فرآیند جذب از ریشه با هم رقابت می‌کنند و به همین دلیل، ممکن است در محلول‌پاشی این رقابت وجود نداشته باشد (Vatankhah *et al*., 2017). در این حالت محلول‌پاشی درختان میوه برای ذخیره‌سازی عناصر مورد نیاز برای شروع فعالیت مجدد گیاه و رشد جوانه‌ها و گلدهی و تشکیل میوه بسیار مفید خواهد بود. برهمکنش روش کوددهی و مرحله کوددهی نشان داد که بیشترین عملکرد (۶۲۱۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایط ترکیب روش‌های چالکود و محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و کمترین عملکرد در شاهد بدست آمد. نتایج یک بررسی نشان داد که مناسبترین زمان مصرف کود آهن، اوایل دوره رشد گیاه است. کاربرد کودهای آهن و روی در مرحله ظهور خوشه باعث افزایش قطر حبه و طول و عرض خوشه انگور و در نتیجه بهبود خصوصیات خوشه گردید (Karimi *et al*., 2019; Taheri & Mehrabi, 2015). بین میزان کافی عنصر روی در گیاه و تولید آنزیم کربونیک آنهیدراز[1] رابطه مستقیم وجود دارد. این آنزیم نقش مهمی در فتوسنتز گیاه داشته و سبب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود. آهن نیز در ساخت کلروفیل، تیلاکوئید و نمو کلروپلاست شرکت دارد. بنابراین، محلول‌پاشی گیاه با آهن و روی منجر به افزایش شدت فتوسنتز گیاه و درنتیجه انتقال کربوهیدرات بیشتری به ریشه‌ها می‌شود، این خود موجب می شود که رشد و جذب عناصر غذایی توسط ریشه زیاد شده و عملکرد میوه افزایش یابد.

در همه روش‌های کوددهی، بیشترین عملکرد میوه انگور یاقوتی در مرحله تورم جوانه‌ها در نیمه اسفندماه بدست آمد. همزمان با شروع مرحله تورم جوانه‌ها، یکسری از عناصر غذایی از دیگر اندام‌های گیاه به سمت جوانه‌ها حرکت می‌کنند. دلیل اهمیت محلول پاشی در این مرحله، نیاز فوق العاده زیاد جوانه‌ها برای رشد سریع اولیه و عدم جذب عناصر از طریق ریشه‌ها در این مرحله از رشد گیاه است. بین مرحله تورم جوانه‌ها و شروع فعـالیت سیستم ریشه ای برای جذب عناصر غذایی، یک اختلاف زمانی یک تا دو هفته ای وجود دارد. در این مرحله حساس و اساسی که درخت برای تولید و عملکرد نیاز بسیار زیادی به عناصر غذایی دارد، ذخیره خود تاک انگور تعیین کننده است. هرچقدر ذخیره عناصر غذایی درخت بالاتر باشد، باعث بهبود و افزایش

1 Carbonic anhydrase

گلدهی و تبدیل بیشتر گل‌ها به میوه و افزایش کیفیت محصول و در نتیجه عملکرد بهتری خواهد بود. مطابق با این یافته، گزارش شده است که کاربرد عنصر روی در پاییز و مرحله تورم جوانه‌ها برای تشکیل میوه ضروری بوده و بسیاری از مشکلات مرتبط با ریزش میوه، حبه‌ها و عدم گل انگیزی را برطرف می‌کند (Shahabi Far & Mostashari, 2021). افزایش تعداد حبه و تعداد خوشه در اثر کاربرد تیمارهای کودی را می‌توان به بالارفتن غلظت عنصر روی در گیاه نسبت داد. نتایج نشان داد که خصوصیات خوشه و میزان عملکرد محصول به‌ترتیب در سال سوم نسبت به سال دوم و در سال دوم نسبت به سال اول افزایش یافت. نتایج محققین دیگر نیز این یافته را تایید می‌نماید که می‌تواند بدلیل تقویت بنیه تاک و درنتیجه افزایش تشکیل میوه به واسطه افزایش باروری جوانه‌ها و افزایش جوانه‌های بارده باشد (Doulati Baneh & Taheri, 2009). همچنین، گزارش شده است که بیشترین وزن خوشه، اندازه حبه، قطر شاخه، مواد جامد محلول و عملکرد کمی و کیفی در سال دوم مشاهده شد (Sedri *et al*., 2021). باتوجه به نقش مثبت عناصر روی و آهن در بهبود خصوصیات میوه و عملکرد انگور یاقوتی، مصرف این عناصر به صورت چالکود همراه با محلول‌پاشی بعد از هرس و در مرحله متورم شدن جوانه‌ها توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با به کارگیری روش و تغذیه مناسب و در نتیجه بهبود شرایط تاک، صفات اندازه‌گیری شده در سال سوم نسبت به سال دوم و در سال دوم نسبت به سال اول بهبود یافت. بیشترین عملکرد از محلول‌پاشی همراه با چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها در اواسط اسفندماه بدست آمد که نسبت به روش محلول‌پاشی به میزان ۴/۵ درصد و نسبت به روش چالکود به میزان ۹/۵ درصد برتری داشت. بنابراین، کاربرد ۳۳/۳ کیلوگرم کود کلات آهن EDDHA شش درصد و ۶۶/۶ کیلوگرم کود سولفات روی بصورت چالکود در هر هکتار و همچنین محلول‌پاشی کود آهن کلات EDTA سیزده درصد و سولفات روی به‌ترتیب به میزان ۱۸ و ۳۶ کیلوگرم برای هر هکتار در مرحله تورم جوانه‌ها در نیمه اسفندماه باعث افزایش ۱۹ درصدی عملکرد انگور یاقوتی نسبت به شاهد گردید.

منابع

جلیلی، مهدی و کریمی، روح اللّه (۱۴۰۰). اثر کاربرد ترکیبی نیتروژن، روی و منگنز بر عملکرد و ویژگی های کیفی میوه انگور. *زیست شناسی گیاهی ایران*، ۱۳ (۴)، ۵۶-۳۳.

دولتی بانه، حامد و طاهری، مهدی (۱۳۸۸). اثر تغذیه برگی عناصر غذایی بر تشکیل میوه و خصوصیات کمی و کیفی انگور کشمشی. *مجله به زراعی نهال و بذر*، ۲ (۱)، ۱۱۵-۱۰۳.

دانش شهرکی، مهدی؛ شهریاری، علی؛ گنجعلی، مجتبی و بامری، ابوالفضل (۱۳۹۵). تغییرات فصلی و مکانی نرخ گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای دشت سیستان و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی. *نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک*، ۲۳ (۶)، ۲۱۵-۱۹۹.

رنجبر، روح اله و عشقی، سعید (۱۳۹۲). اثر زمان و میزان کاربرد ترکیب کودی (نیتروژن، روی و بُر) و مولیبدن بر درصد ساچمه‌ای‌شدن، تشکیل میوه و ویژگی‌های کیفی میوهٔ انگور رقم‌سیاه سمرقندی. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۴۴ (۴)، ۳۹۹-۳۸۹.

ساکی، آذر؛ ارشادی، احمد؛ کلهر، منوچهر و رضایی نژاد، عبدالحسین (۱۳۸۸). اثر تغذیه ای اوره و آهن روی رشد، عملکرد و کیفیت میوه انگور رقم عسگری در شهرستان خرم آباد. *یازدهمین کنگره علوم خاک ایران*، ۱۴۸۵-۱۴۸۳.

سدری، محمدحسین؛ کرمی، فرهاد و اوستان، صابر (۱۴۰۰).بررسی اثر نیتروژن، روی، بور و منیزیم و زمان محلولپاشی بر خصوصیات کمی و کیفی انگور دیم. *نشریه علمی پژوهشهای خاک*، ۳۵ (۲)، ۱۵۵-۱۳۵.

شهابی فر، جعفر و مستشاری مهرزاد (۱۴۰۰). ضرورت محلول‌پاشی پاییزه و زمستانه در افزایش تشکیل گل و جلوگیری از ریزش حبه‌های انگور. *مجله ترویجی انگور*، ۱ (۳)، ۳۵-۲۸.

طاهری، مدینه و مهرابی، فرشاد (۱۳۹۵). بررسی اصول تغذیه صحیح در باغات انگور شهرستان باغملک. *اولین سمپوزیوم ملی میوه‌های ریز–دانشگاه بوعلی سینا*، ۲۷–۲۱.

فاضلی رستم پور، منصور (۱۳۹۹). تأثیر رژیم آبیاری و هرس سبز بر برخی صفات کیفی، فیزیولوژیک و عملکرد انگور رقم یاقوتی. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۴ (۱)، ۱۹۶–۱۸۵.

کاووسی، بیژن و راضیه محمودی (۱۳۹۹). بازدید از تاکستان‌های منطقه سیستان به منظور آموزش اصول هرس و پیوند انگور با هدف انتقال و ارتقاء دانش فنی کارشناسان و بهره برداران. *مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری*، ص ۱۶–۱.

کاووسی، بیژن؛ عشقی، سعید و تفضلی، عنایت الله (۱۳۸۸). تأثیر تنک خوشه و سطوح مختلف سربرداری شاخه های بارور بر عملکرد متعادل و بهبود کیفیت میوه انگور عسکری. *نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳ (۴۸)، ۲۷–۱۵.

کریمی، روح الله؛ کولیوند، محمد و رسولی، موسی (۱۳۹۷). اثر کاربرد برگی اوره و کلات آهن بر تشکیل میوه، عملکرد و شاخص‌های کیفی و تغذیه‌ای انگور. *نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۸ (۲)، ۷۸–۶۱.

کریمی، مرتضی؛ یزدانی، محمدحامد و نادری، افشین (۱۳۹۲). تاثیر بادهای ۱۲۰ روزه بر امنیت منطقه سیستان. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان)*، ۲۴ (۲)، ۱۲۸–۱۱۱.

محبی، حاجعلی؛ عبادی، علی؛ طاهری، مهدی؛ ضرابی، محبوبه و بی همتا، محمدرضا (۱۴۰۱). تاثیر سطوح مختلف محلولپاشی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز بر خصوصیات زایشی و عملکرد انگور در برخی تاکستان‌های استان زنجان. *نشریه علوم باغبانی*، ۳۶ (۲)، ۴۵۷–۴۴۳.

محمودزاده، حسن و فنایی، حمیدرضا (۱۳۹۸). ترویج کلون های برتر انگور یاقوتی برای احداث باغات جدید و سرشاخه کاری در منطقه زابل. *مجله ترویجی انگور*، ۱، ۴۸–۴۴.

مستشاری، مهرزاد (۱۳۹۱). تاثیر روش های مختلف کوددهی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی انگور در قزوین. *پژوهشنامه کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۴(۲)، ۳۹–۳۵.

وطن خواه، اکرم؛ محمدخانی، عبدالرحمان؛ هوشمند، سعداله و کیانی، شهرام (۱۳۹۵). اثر محلول پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر برخی شاخص های فیزیولوژی،کمیت و کیفیت میوه انگور رقم عسکری. *نشریه تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۶ (۲۲)، ۱۱۹–۱۰۷.

REFERENCES

Abdel-Salam, M.M. (2016). Effect of foliar application of salicylic acid and micronutrients on the berries quality of "Bez El Naka" local grape cultivar. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 6(1), 178-188.

Allan, J.E. (1961). The determination of zinc in agricultural materials by atomic absorption spectrophotometer, *Analyst.* 86, 530-543.

Alvarez-Fernandez, A., Paniagua, P., Abadia, J., and Abadia, A. (2003). Effects of Fe deficiency chlorosis on yield and fruit quality in peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5738-5744. doi.org/10.1021/jf034402c.

Amaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S., and Karapetsas, N. (2002). Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. *Acta Horticulturae*, 567, 447-450. doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.567.93.

Amiri, M.E., and Fallahi, E. (2007). Influence of mineral nutrients on growth, yield, berry quality, and petiole mineral nutrient concentrations of table grape. *Journal of Plant Nutrition*, 30(3), 463-470.

Bacha, M., Sabbah, S., and El-Hamady, M. (1995). Effect of foliar applications of iron, zinc and manganese on yield, berry quality and leaf mineral composition of Thompson seedless and Roumy red grape cultivars. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 40(3), 315-331. doi.org/10.21608/MJAE.2021.87350.1035.

Bertamini, M., and Nedunchezhian, N. (2005). Grapevine growth and physiological responses to iron

deficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 28(5), 737-749. doi.org/10.1081/PLN-200055522.

Bertoldi, D., Larcher, R., Bertamini, M., Otto, S., Concheri G., and Nicolini, G. (2011). Accumulation and distribution pattern of macro and microelements and trace elements in *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay berries. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 59, 7224-7236.

Bondada, B.R., Matthews, M.A., and Shackel, K.A. (2005). Functional xylem in the post-veraison grape berry. *Journal of Experimental of Botany*, 56, 2949-2957.

Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I., and Lux. A. (2007). Zinc in plants. *New Phytologist*, 173, 677–702. doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.01996.

Bybordi, A., and Shabanov, J.A. (2010). Effects of the foliar application of magnesium and zinc on the yield and quality of three grape cultivars grown in the calcareous soils of Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, 2, 81-86. doi.org/10.15835/nsb223575.

Danesh Shahraki, M., Shahriari, A., Gangali, M., and Bameri, A. (2017). Seasonal and spatial variability of airborne dust loading rate over the Sistan plain cities and its relationship with some climatic parameters. *Journal of Water and Soil Conservation*, 23(6), 199-215. https://doi.org/10.22069/jwfst.2017.11530.2595. (In Persian)

Doulati Baneh, H., and Taheri, M. (2009). Effects of foliar application of nutrient elements on fruit set and quantitative and qualitative traits of keshmeshi grape cultivar. *Journal of Seed and Plant Production*, 2(1), 103-115. doi.org/10.22092/sppj.2017.110367. (In Persian)

Emami, A. (1997). Plant Analysis Methods. *Agricultural Research Education and Extension Organization Publication, Iran*. (In Persian)

Fazeli Rostampour, M. (2020). The effect of irrigation regime and green pruning on some physiologic traits and yield of Yaghouti grape. *Journal of Horticultural Science*, 34(1), 185-196. Doi:10.22067/jhorts4.v34i1.83688. (In Persian)

Gartel, W. (1993). Grapes. In W. F. Bennett (Ed.). *Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants*. United States. APS Press.

Gatti, M., Bernizzoni, F., Civardi, S., & Poni, S. (2012). Effects of cluster thinning and preflowering leaf removal on growth and grape composition in cv. Sangiovese. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(3), 325-332. doi: 10.5344/ajev.2012.11118.

Karimi, R., Koulivand, M., and Ollat, N. (2019). Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen. Acta *Physiologiae Plantarum*, 41(7), 61-78. doi.org/10.1007/s11738-019-2910-1.

Karimi, R., Koulivand, M., and Rasouli, M. (2018). The effect of foliar application of urea and iron chelate on fruit set, yield, quality and nutritional indices of grape. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(2), 61-78. (In Persian)

Karimi, M., Yazdani, M.H., and Naderi, A. (2013). The effect of 120-day winds on the safety of Sistan region. *Geography and Environmental Planning Journal*, 50(2), 111-128. doi: 20.1001.1.20085362.1392.24.2.9.6. (In Persian)

Kavousi, B., Eshghi, S., and Tafazoli, A. (2009). Effects of cluster thinning and cane topping on balanced yield and fruit quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Askari. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 13(48), 15-27. doi: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.2.2. (In Persian)

Kavoosi, B., & Mahmoudi, R. (2021). Visiting the vineyards of Sistan region in order to teach the principles of pruning and graft grape with the aim of transferring and improving technical knowledge experts and farmers. *Horticultural Sciences Research Institute. Temperate Fruit Research Center*, 1-16. (In Persian)

Kramer, U., and Clemens, S. (2006). Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification. *Berlin, Germany. Springer*. doi.org/10.1016/j.bbamcr.2012.05.016.

Maa, J., Zhanga, Min., Liua, Zhiguang., Chenb, Haining., Lic, Y.C., Sund, Y., Mae, Q., & Zhaoa C. (2019). Effects of foliar application of the mixture of copper and chelated iron on the yield, quality, photosynthesis, and microelement concentration of table grape (*Vitis vinifera* L.).

Scientia Horticulturae, 254, 106–115. doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.075

Mahmoudzadeh, H., & Fanaei, H.R. (2019). Promoting the best clones of Yaghoti grape for the construction of new orchards and top working method in Zabol region. *Grape Extension Magazine*, 1, 48-44. (In Persian)

Mohebbi, H., Ebadi, A., Taheri, M., Zarabi, M., and Bihamta, M.R. (2022). The effect of different levels of foliar application of zinc, iron, and manganese micronutrients on reproductive characteristics and yield of *Vitis vinifera* grapes in some vineyards of Zanjan province. *Journal of Horticultural Science*, 36(2), 443-457. doi:10.22067/JHS.2021.71776.1078. (In Persian)

Mostashari, M. (2013). The effect of different fertilization methods on some quantitative and qualitative characteristics of grapes in Qazvin. *Agricultural and Natural Resources Journal*, 14(2), 35-39. doi:10.1007/0-306-47624-X_384. (In Persian)

Pestana, M., Vernnes, A.D., and Afaria, E. (2003). Diagnosis and correction of Iron chlorosis in fruit trees: A review. *Food, Agriculture and Environment Journal*, 1(1), 46-51. doi.org/10.1016/j.envc.2022.1006.

Ranjbar, R., and Eshghi, S. (2014). The effect of time and rate of combined fertilizer (Nitrogen, Zinc, Boron) as well as molybdenum application on fruit-Set and fruit quality in grapevine cv. Samarghandi. *Iranian Journal of Horticulture Science*, 44(4), 389-399. (In Persian).

Rogiers, S.Y., Greer, D.H., Hatfield J.M., Orchard, B.A., and Keller, M. (2006). Mineral sinks within ripening grape berries (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, 45(3), 115–123.

Ruiz, J.M., Baghour, M., and Romers, L. (2000). Efficiency of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of fe and the response of some bioindicators. *Plant Nutrition*, 23, 1777-1786.

Saki, A., Ershadi, A., Kalhore, M., and Rezaeinejhad, A. (2012). The effect of urea and iron nutrition on growth, yield and quality of grapes (cultivar Askari) in the Khorramabad. *The 11th Congress of Soil Sciences of Iran, 1483-1485.* (In Persian)

Sedri, M.H., Karami, F., and Avestan, S. (2021). Effect of nitrogen, zinc, boron, and magnesium and time of foliar application on quality and quantity of rainfed grapevine. *Iranian Journal of Soil Research*, 35(2), 135-155. doi:10.22092/IJSR.2021.354395.604. (In Persian)

Shahabi Far, J., and Mostashari, M. (2021). The necessity of autumn and winter foliar spraying to increase the formation of flowers and prevent the drop of grapes. *Grape Promotional Journal*, 1(3), 28-35.

Shi, P., Li, B., Chen, H., Song, C., Meng, J., Xi, Z., and Zhang, Z. (2017). Iron supply affects anthocyanin content and related gene expression in berries of vitis vinifera cv. *Cabernet Sauvignon. Molecules*, 22(2), 283-296. doi.org/10.3390/molecules22020283.

Shi, P., Song, C., Chen, H., Duan, B., Zhang, Z., and Meng, J. (2018). Foliar applications of iron promote flavonoids accumulation in grape berry of *Vitis vinifera* cv. Merlot grown in the iron deficiency soil. *Food Chemistry*, 253, 164-170. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.109.

Singh, B., and Usha, K. (2001). Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. *Acta Horticulturae*. 594, 197-202. doi.org/197-202. 10.17660/ActaHortic.2002.594.21.

Taheri, M., and Mehrabi, F. (2015). The principles of proper nutrition in the vineyards of Baghmolek. *1st National Symposium on Small Fruits*, 207-211. (In Persian)

Vatankhah, A., Mohammadkhani, A., Houshmand, S., Kiani, S.H. (2017). Effect of humic acid and ferrous sulfate foliar application on some physiological indices, quantity and quality of grape cv. "Askari". *Journal of Crop Production and Processing*, 6(22), 107-119. doi.org/10.22059/jci.2016.56570. (In Persian).

Wang, J., Gu C., Ma, T., and Wang, R. (2022). Effects of foliar iron spraying on Cabernet Sauvignon phenolic acids and proanthocyanidins. *Food Science and Technology*, 42, 1-7. doi.org/10.1590/fst.44622.

Yogeesha, L. (2005). Effect of iron on yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) in calcareous vertisol. Master thesis. *University of Agricultural Sciences, Dharvad-580005*.