Journal of Soil Management and Sustainable Production

Print ISSN: 2322-1267
Online ISSN: 2322-1275

Soil Science Society of Iran

The effect of the method and stage of zinc and iron micronutrients application on some characteristics of physiological, qualitative and fruit yield of Yaghouti grapes

Mansour Fazeli Rostampour[*1], Mohamad Reza Pahlavan Rad[2], Seyed Ali Ghaffari Nejad[3]

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Horticultural Crops Research, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran. E-mail: mansour_fazeli@yahoo.com
2. Assistant Prof., Dept. of Soil and Water Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. E-mail: m.pahlavanrad@areeo.ac.ir
3. Assistant Prof., Dept. of Chemistry, Soil Fertility and Plant Nutrition, Soil and Water Institute Research, AREEO, Karaj, Iran. E-mail: ma_ghaffari51@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 07.23.2023
Revised: 01.19.2024
Accepted: 01.21.2024

Keywords:
Bearing coefficient,
Bud break,
Chlorophyll index,
Leaf area

ABSTRACT

Background and Objectives: The Yaghouti grape, the dominant variety of the Sistan vineyards, is one of the seedless and early ripening grapes, adapted to the storms of the Sistan region and suitable for table grapes. Utilizing nutrients at the right time and with the right amount, which increases the efficiency of utilized fertilizer, are imperative factors that determine the yield and quality of the fruit. This research aimed to investigate the effect of the method and time application of iron and zinc fertilizers on the quantitative and qualitative parameters of Yaghouti grapes to improve the production and income of gardeners in the Sistan region.

Materials and Methods: This research was conducted at the Zahak agricultural research station from 2019 to 2022 with a latitude of 30'38'53", longitude of 49'40'61" and altitude of 495 meters above sea level. Winters of Zahk city are cold and dry winters, while summers are warm and dry. This research was performed in the form of a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. Fertilization treatments were composed of (1) control, (2) foliar spraying of zinc and iron, (3) local placement of zinc and iron and (4) local placement of zinc and iron + foliar spraying of zinc and iron. Fertilization stage treatments were also composed of (1) bud swelling, (2) emergence of bunch, (3) version, and (4) leaf fall.

Results: The chlorophyll index, bunch coloring, soluble solids and acidity in $F_{m4}\times F_{s3}$ conditions increased by 15, 23.4, 17 and 21.2 percent compared to the control, respectively. In the $F_{m4}\times F_{s1}$ conditions, the characteristics of leaf area, bud break, bearing coefficient and fruit yield increased by 30, 21, 27.4 and 28.2 percent compared to the control, respectively. Additionally, the titratable acidity trait was the highest value at the leaf fall stage in the control condition and in the treatment of iron and zinc application. The chlorophyll index, leaf area, bud break, bearing coefficient and fruit yield increased in the third year compared to the first year by 15, 11.8, 12.5, 12.1 and 9.6 percent, respectively.

Conclusion: Fertilization is one of the critical techniques in vineyard management, which has a significant impact on the amount of production

and the final quality of grapes. At the beginning of the growing season, the aerial part of the tree, including vegetative and reproductive buds, begins their activity with rapid growth. This is while the active roots have not yet started to grow and do not absorb nutrients from the soil to meet the nutritional needs of the tree. Therefore, the best time to use these fertilizers was the swelling bud stage and the local placement method along with foliar spraying of zinc and iron elements. The results of this research indicated that the measured traits increased in the third year compared to the second year and in the second year compared to the first year, respectively. Considering the positive role of zinc and iron elements in improving fruit characteristics and yield, it is recommended to utilize zinc and iron elements local placement in addition to foliar spraying of zinc and iron elements in the bud swelling stage, which increases yield by 24.3 percent.

Cite this article: Fazeli Rostampour, Mansour, Pahlavan Rad, Mohamad Reza, Ghaffari Nejad, Seyed Ali. 2024. The effect of the method and stage of zinc and iron micronutrients application on some characteristics of physiological, qualitative and fruit yield of Yaghouti grapes. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 14 (2), 67-86.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJSMS.2024.21571.2111
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
شاپا چاپی: ۱۲۶۷-۲۳۲۲
شاپا آنلاین: ۱۲۷۵-۲۳۲۲
انجمن علوم خاک ایران

تأثیر روش و زمان کاربرد کودهای روی و آهن بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، کیفی و عملکردی انگور یاقوتی

منصور فاضلی رستم‌پور*[۱]، محمدرضا پهلوان‌راد[۲]، سیدعلی غفاری‌نژاد[۳]

۱. نویسنده مسئول، استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران. رایانامه: mansour_fazeli@yahoo.com
۲. استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: m.pahlavanrad@areeo.ac.ir
۳. استادیار بخش شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: ma_ghaffari51@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱

واژه‌های کلیدی:
جوانه‌های سبزشده،
سطح برگ،
شاخص کلروفیل،
ضریب باردهی

چکیده

سابقه و هدف: انگور یاقوتی، رقم غالب تاکستان‌های سیستان، یکی از انگورهای بی‌دانه، سازگار با طوفان‌های منطقه سیستان، زودرس و مناسب برای تازه‌خوری است. عامل مهمی که عملکرد و کیفیت میوه را تعیین می‌کند، استفاده از مواد مغذی به مقدار مناسب و در زمان مناسب است که باعث افزایش راندمان مصرف کود می‌شود. هدف از این پژوهش دستیابی به بهترین روش و زمان کاربرد عناصر آهن و روی به‌منظور بهبود کمی و کیفی انگور یاقوتی و افزایش تولید و درآمد باغداران این منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: 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 ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ به‌صورت فاکتوریل با پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول روش کوددهی شامل ۱- کنترل یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن (F_{m1}) ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن (F_{m2}) ۳- چالکود عناصر روی و آهن (F_{m3}) ۴- چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن (F_{m4}) و فاکتور دوم مرحله کوددهی شامل ۱- تورم جوانه‌ها (F_{s1}) ۲- ظهور خوشه (F_{s2}) ۳- تغییر رنگ خوشه (F_{s3}) ۴- خزان (Fs_4) بود.

یافته‌ها: شاخص کلروفیل، درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول و اسیدیته آب میوه در شرایط $F_{m4}\times F_{s3}$ نسبت به کنترل به‌ترتیب به میزان ۱۵، ۲۳/۴، ۱۷ و ۲۱/۲ درصد

افزایش یافت. صفات سطح برگ، درصد جوانه‌های سبزشده، ضریب باردهی و عملکرد در شرایط $F_{m4}\times F_{s1}$ نسبت به کنترل به‌ترتیب به میزان ۳۰، ۲۱، ۲۷/٤ و ۲۸/۲ درصد افزایش یافت. هم‌چنین صفت اسید قابل تیتراسیون در شرایط کنترل و کاربرد آهن و روی در مرحله خزان بیش‌ترین مقدار بود. صفات شاخص کلروفیل، سطح برگ، درصد جوانه‌های سبزشده، ضریب باردهی و عملکرد میوه در سال سوم نسبت به سال اول به‌ترتیب ۱۵، ۱۱/۸، ۱۲/۵، ۱۲/۱ و ۹/٦ درصد افزایش داشت.

نتیجه‌گیری: کوددهی یکی از تکنیک‌های مهم مدیریتی در تاکستان است که تأثیر به‌سزایی در میزان تولید و کیفیت نهایی انگور دارد. در ابتدای فصل رشد قسمت هوایی درخت شامل جوانه‌های رویشی و زایشی با رشد سریع فعالیت خود را آغاز می‌کند. این در حالی است که ریشه‌های فعال هنوز شروع به رشد نکرده‌اند و مواد مغذی را از خاک جذب نمی‌کنند تا نیازهای تغذیه‌ای درخت را تامین کنند. بنابراین بهترین زمان برای استفاده از این کودها مرحله تورم جوانه‌ها و روش چالکود همراه با محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بود. نتایج این آزمایش نشان داد که صفات اندازه‌گیری‌شده، 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، تیمار چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها باعث افزایش ۲٤/۳ درصدی عملکرد شده و توصیه می‌شود.

استناد: فاضلی رستم‌پور، منصور، پهلوان‌راد، محمدرضا، غفاری‌نژاد، سیدعلی (۱۴۰۳). تأثیر روش و زمان کاربرد کودهای روی و آهن بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، کیفی و عملکردی انگور یاقوتی. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱۴ (۲)، ۸۶-۶۷.
DOI: 10.22069/EJSMS.2024.21571.2111

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

انگور یاقوتی یک میوه زودرس، نوبر و مناسب تازه‌خوری است که ضمن سازگاری با تنش گرمایی و طوفان‌های منطقه سیستان، رقم غالب تاکستان‌های این منطقه نیز می‌باشد (۱). 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 (۲). وسعت زیادی از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران به‌دلیل آهکی و قلیایی بودن دارای کمبود عناصر ریزمغذی، به‌ویژه روی و آهن می‌باشند (۳). خاک‌های منطقه سیستان از نظر مواد آلی و عناصر غذایی ریزمغذی روی و آهن دچار کمبود بوده و به‌طوری‌که میانگین روی و آهن قابل‌جذب در اراضی شهرستان زهک و دشت سیستان به‌ترتیب ۰/۲ و ۳/٤٥ میلی‌گرم در یک کیلوگرم خاک گزارش شده که پایین‌تر از حد بحرانی است (٤ و ٥). این در حال است که حد بحرانی عناصر روی و آهن قابل‌جذب برای انگور به‌ترتیب ۱ و ۸ میلی‌گرم در یک کیلوگرم خاک گزارش شده است (٦). هرساله در اثر برداشت میوه و هم‌چنین هرس، بخش قابل‌توجهی از عناصر تغذیه‌ای از تاک‌ها حذف می‌شوند (۷). مدیریت تغذیه صحیح می‌تواند باعث افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های خشکی، شوری و دمایی، بهبود رشد و افزایش کمی و کیفی محصول انگور شود (۸ و ۹). یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده میزان عملکرد و کیفیت میوه، کاربرد عناصر غذایی به‌میزان لازم در زمان مناسب و با روش مناسب است که موجب افزایش کارایی مصرف کودها خواهد شد (۱۰ و ۱۱).

روش کوددهی در مدیریت تغذیه گیاهان اهمیت زیادی دارد. یکی از بهترین، مؤثرترین و ساده‌ترین روش‌های کوددهی روش چالکود است (۱۲). از طرف دیگر باتوجه به راندمان پایین جذب عناصر کم‌مصرف بخصوص آهن، روی از طریق خاک، محلول‌پاشی ازجمله روش‌های مکمل کوددهی در تغذیه گیاه است که نقش بسیار مهمی در بهبود جذب عناصر دارد (۱۰). 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 کارایی مصرف کودهای گوناگون را افزایش داده و وضعیت تغذیه‌ای گیاه را بهتر نمود. یکی از مهم‌ترین مراحل کاربرد کودها، مرحله تشکیل میوه است (۱۰). فاصله زمانی بین متورم شدن جوانه‌ها تا تشکیل میوه بحرانی‌ترین مرحله برای کمبود روی است (۱۳). کمبود روی در این مرحله سبب کاهش رشد شاخه و برگ، رشد ضعیف دانه گرده و نهایتاً کاهش تشکیل میوه شده و در مراحل بعدی باعث کاهش رنگ و اندازه میوه می‌شود (١٤). در بررسی اثر زمان محلول‌پاشی نیتروژن، روی، بُر و منیزیم بر خصوصیات کمی و کیفی انگور دیم گزارش شده است که محلول‌پاشی در مرحله متورم شدن جوانه‌ها مؤثرتر از دو بار محلول‌پاشی در مراحل تورم جوانه‌ها و بعد از تشکیل میوه بوده است (۹). درصورتی‌که عنصر روی در جوانه‌ها ذخیره‌سازی نشود در اوایل بهار کمبود آن اتفاق خواهد افتاد و این کمبود، باعث کوچک ماندن برگ‌ها شده و درنتیجه کاهش شدت فتوسنتز، رشد ضعیف دانه گرده و کاهش جوانه‌های سبزشده و تشکیل میوه، رسیدن غیریکنواخت انگور و کاهش عملکرد از طریق ریزش حبه‌ها اتفاق می‌افتد (۱۵). طی یک پژوهش اثر میزان کاربرد ترکیب کودی نیتروژن، بور، روی و مولیبدن در مراحل شروع گلدهی و هم‌چنین زمان شکوفایی گل بر درصد جوانه‌های سبز شده، تشکیل میوه و ویژگی‌های کیفی میوه انگور سمرقندی بررسی شد. نتایج نشان داد که

بیش‌ترین تأثیر مثبت کاربرد کودها در مرحله شروع گلدهی بود (۱٦). کاربرد ریز مغذی‌ها در انگور، باعث افزایش فتوسنتز، گلدهی و تشکیل میوه و افزایش کیفیت آن و یکنواختی رسیدگی میوه می‌گردد (۱۷ و ۱۸). نیاز انگور به مواد غذایی نسبت به سایر محصولات باغی کم‌تر اما نسبت به کمبود ریزمغذی‌های روی، آهن، بور و منگنز حساس می‌باشد (۱۲).

آهن در بین عناصر کم‌مصرف بالاترین غلظت را در بخش هوایی گیاه تاک دارد و نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و کیفیت میوه بازی می‌کند (۱۹) و کاربرد آن به‌میزان متوسط در مقایسه با کاربرد کم یا زیاد آهن، اثر مثبت بر روی فتوسنتز، تجمع قندها و غلظت آنتوسیانین در حبه انگور داشته و موجب رنگ‌گیری مناسب آن می‌شود (۲۰ و ۲۱). در یک آزمایش اثر تغذیه اوره و آهن بر انگور رقم عسکری نشان داد که کاربرد آهن با غلظت سه در هزار باعث افزایش اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول به‌ترتیب به‌میزان ۳۵/۵ و ۹/۹ درصد و کاهش اسیدیته آب میوه به میزان ۲۳/٤ درصد نسبت به کنترل گردید (۲۲). نتایج یک پژوهش نشان داد که اسیدیته آب میوه در تیمار کنترل برابر ۳/۹٦ (گرم بر لیتر) بوده و در تیمار محلول‌پاشی آهن عدد ۳/۱۹ (گرم بر لیتر) و در مصرف خاکی کود آهن عدد ۳/۸٦ است (۲۳). کاربرد کلات آهن به میزان ۷/۵ گرم در یک کیلوگرم خاک در مقایسه با کنترل موجب افزایش در شاخص کلروفیل برگ ارقام رشه و بیدانه قرمز شد (۲٤). در بررسی اثرات مصرف کلات آهن در انگور اعلام شد که شاخص کلروفیل در کنترل کم‌تر از بوته‌های انگوری بود که در آن‌ها آهن مصرف شده بود (۲۵). کاربرد یک میلی‌گرم در لیتر آهن در انگور رقم کنکورد موجب افزایش سطح برگ شد (۲٦). رشد رویشی، ماده خشک تولیدی و سطح برگ انگور رقم پوینت نور در واکنش به کمبود آهن کاهش یافته و ریزش میوه‌ها افزایش یافت (۲۷). گزارش شده که با کاربرد سولفات پتاسیم، گوگرد، آهن، روی، مس و بور عملکرد میوه انگور به میزان۹۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (۲۸).

عنصر روی نقش کلیدی در ساختار تعداد زیادی از آنزیم‌ها و پروتئین‌های مختلف داشته و در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین، اکسین و هم‌چنین بسیاری از مسیرهای مهم بیوشیمیایی گیاه دارد (۲۹). کمبود روی در انگور باعث کاهش میزان کلروفیل برگ و زردی بین رگبرگ‌ها می‌شود (۱۵). نتایج یک پژوهش درخصوص انگور رقم کشمشی سفید نشان داد که بیش‌ترین جوانه سبزشده، ضریب باردهی و درصد تشکیل میوه در تیمارهای حاوی عناصر روی و کم‌ترین درصد در کنترل مشاهده گردید (۳۰). کاربرد عنصر روی به‌میزان ۰/۲ درصد در انگور رقم عسگری باعث افزایش میزان کلروفیل a و مواد جامد محلول به‌ترتیب به‌میزان ۱۲/۱۲ و ۲/٦ نسبت به کنترل و هم‌چنین کاهش میزان اسیدیته آب میوه به‌میزان ٤/۸ نسبت به کنترل گردید (۱۳). نتایج آزمایش دیگری نشان داد که کاربرد عنصر روی باعث افزایش اسیدیته آب میوه، اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول به‌ترتیب به‌میزان ۳، ۳۲ و ۸/۷ درصد نسبت به کنترل گردید (۳۱). در بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر روی، آهن و منگنز در زمان‌های مختلف بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور، مشاهده شد که درصد مواد جامد محلول حبه‌ها افزایش و اسیدیته کل کاهش پیدا کرد. هم‌چنین، محلول‌پاشی سولفات روی به کاهش اسیدیته‌ی آب میوه و اسید قابل تیتر، افزایش مواد جامد محلول، فنول کل، فلاونوئید کل و آنتوسیانین انگور منجر شد (۳۲ و ۳۳). گزارش شده که با کاربرد اوره، اسید بوریک و سولفات روی با غلظت پنج در هزار، میزان تشکیل میوه در انگور افزایش یافته و

تیمارهای حاوی روی در مقایسه با تیمارهای حاوی بور بیش‌ترین درصد تشکیل میوه را موجب شدند (۳٤). نتایج یک پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی ریزمغذی روی همراه با بور در مرحله تمام گل و هم‌چنین دوبار محلول‌پاشی در مرحله رویشی، سبب ایجاد بیش‌ترین عملکرد و نیز افزایش مواد جامد محلول، میزان قند و نسبت قند به اسیدیته و کاهش اسیدیته نسبت به سایر تیمارها شد (۳۵). نتایج حاصل از آزمایش دیگری نشان داد که تیمار محلول‌پاشی آهن و روی باعث افزایش عملکرد به میزان ۵۰ درصد گردید (۳٦). بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز در مراحل قبل و بعد از گلدهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور رقم خوشناو نشان داد که بیش‌ترین میزان اسیدیته آب میوه (۳/۵۹) مربوط به زمان بعد از گلدهی و کم‌ترین اسیدیته آب میوه (۳/۵٦) مربوط به زمان هر دو مرحله محلول‌پاشی شامل قبل و بعد از مرحله گلدهی بود (۳۷).

کوتاه بودن دوره شروع رشد 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 مؤثر باشد. خاک این منطقه از نظر مواد آلی و عناصر غذایی به‌خصوص روی و آهن بسیار فقیر می‌باشد. باتوجه به این‌که 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 می‌گردد. از طرف دیگر به‌دلیل عدم کاربرد عناصر کم‌مصرف، 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.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک واقع در منطقه سیستان با عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۵۳ °۳۰ درجه شمالی، طول جغرافیایی ″٤۹ ′٤۰ °٦۱ درجه شرقی و ارتفاع ٤۹۵ متر از سطح دریا طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱٤۰۱ 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 (۳۸). آمار ایستگاه سینوپتیک شهرستان زهک بیان‌گر آن است که گرم‌ترین ماه‌های سال، خردادماه و تیرماه با ٤۷/٤ درجه سانتی‌گراد، میزان متوسط بارندگی ۵۷ میلی‌متر، بیش‌ترین درصد رطوبت در دی‌ماه با ۸٤ درصد و بیش‌ترین سرعت باد در مردادماه با ۵۹/۸۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد (۳۹). نتایج آزمون خاک در جدول یک ارائه شده است. بافت خاک در عمق ۳۰-۰ متوسط و در عمق ٦۰-۳۰ سانتی‌متر سنگین می‌باشد. مقدار کربن آلی خاک بسیار کم و هم‌چنین مقدار عناصر فسفر، روی و آهن قابل‌جذب خاک کم‌تر از حد بحرانی است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک تاکستان محل آزمایش.

Table 1. Some physicochemical properties of the experimental vineyard soil.

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت Texture	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربن آلی (٪) %OC	نیتروژن (٪) %N	فسفر P	پتاسیم K	روی Zn	آهن Fe
						میلی‌گرم بر کیلوگرم $mg\ kg^{-1}$			
0-30	SiL	3.17	7.74	0.25	0.07	6.4	120	0.78	3.5
30-60	SiCL	3.65	7.87	0.26	0.05	6.2	115	0.56	3.2

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات زهک 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، هر ۱۰ تا ۱۲ روز یک‌بار انجام می‌گرفت و با تنظیم دریچه‌های ورود آب به کرت‌ها، آب به یک اندازه وارد آن‌ها می‌شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی سه سال (۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱٤۰۰) انجام شد. فاکتور اول روش کوددهی شامل ۱- کنترل 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) ٤- چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی 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) ٤- خزان (Fs_4) بود. عناصر آهن و روی در حالت محلول‌پاشی به‌ترتیب ۳ و ٦ در هزار و در حالت چالکود به‌ترتیب ۲۰ و ٤۰ گرم برای هر تاک بود. کودهای آهن و روی مورد استفاده در حالت محلول‌پاشی به‌ترتیب کودهای آهن کلات Fe-EDTA سیزده درصد و سولفات روی و در حالت چالکود به‌ترتیب کودهای کلات آهن Fe-EDDHA شش درصد و سولفات روی بود. محلول‌پاشی با استفاده از دستگاه محلول‌پاش ۱۵ لیتری و جهت جذب مطلوب، قبل از طلوع خورشید طوری انجام شد که تاج تاک انگور آغشته به محلول گردیده و بوته مو کاملاً خیس شده و بعد از محلول‌پاشی بلافاصله تاکستان آبیاری 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 تیمار کنترل صرفاً از محلول آب و سیتووت استفاده شد. کود پایه در همه تیمارها ازجمله کنترل، براساس آزمایش خاک و به روش چالکود (حفر دو چاله به قطر ۳۰ و عمق ٤۰ سانتی‌متر در قسمت انتهایی سایه‌انداز درخت و در مسیر عبور آب همراه با 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 منیزیوم به‌ازای هر تاک) داده شد.

به‌منظور اندازه‌گیری سطح برگ از هر تیمار از گره‌های ۵-٤ و ۷-۸ چهار برگ انتخاب شده و با کمک دستگاه سنجش سطح برگ مدل AM 200-ADC، دو هفته قبل از شروع برداشت محصول، سطح برگ‌ها اندازه‌گیری و میانگین سطح برگ در هر تیمار تعیین گردید. شاخص کلروفیل در برگ‌های موقعیت گره ۸ و ۹ از نوک شاخساره، دو هفته قبل از شروع برداشت محصول، با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر

(Minolta SPAD-502) تعیین شد (٤٠). درصد جوانه‌های سبزشده در بوته از تقسیم تعداد جوانه‌های سبزشده در بوته بر تعداد کل جوانه‌های بوته ضرب در ١٠٠ و ضریب باردهی از تقسیم تعداد خوشه‌های بوته بر تعداد جوانه‌های سبزشده بوته به‌دست آمد (٤١ و ٤٢). برای تعیین درصد رنگ‌گیری خوشه، از تقسیم تعداد حبه‌های کاملاً رنگ گرفته به تعداد حبه کل خوشه ضرب در ١٠٠ استفاده شد. مواد جامد قابل‌حل (TSS) با دستگاه رفراکتومتر دستی و اسیدیته آب میوه با استفاده از pH متر دیجیتال در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (٤١). به‌منظور اندازه‌گیری میزان اسید قابل تیتر، ابتدا عصاره میوه از صافی عبور داده شد تا مواد معلق و زائد حذف شوند و سپس مقدار ١٠ میلی‌لیتر از محلول به‌دست آمده را درون ارلن ریخته و با افزودن آب مقطر به حجم ١٠٠ میلی‌لیتر رسانده شد. اسید قابل تیتر با اضافه کردن تدریجی سود ٠/١ نرمال و در حضور معرف فنل فتالئین ثبت شد (٤٣). پس از رسیدگی کامل عملکرد (میانگین عملکرد سه بوته) به‌وسیله ترازوی دیجیتال OHAUS با دقت ٠/٠١ گرم اندازه‌گیری شد (٤٤).

جهت واکاوی آماری، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ٩/٤ و با استفاده از رویه GLM انجام شد. تجزیه واریانس مرکب مربوط به ٣ سال وقتی انجام شد که آزمون بارتلت همگنی واریانس‌ها را تایید نمود. مقایسات میانگین نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل برگ: اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی، روش کوددهی × مرحله کوددهی و سال × مرحله کوددهی بر شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار بود (جدول ٢). بیش‌ترین (٣٣/٩٣) و کم‌ترین (٢٧/٠١) شاخص کلروفیل برگ به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه ($F_{m4}\times F_{s3}$) و کنترل بود که افزایش ٢٥/٦ درصدی را نشان داد. در شرایط چالکود و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن، بیش‌ترین شاخص کلروفیل برگ در مرحله تغییر رنگ خوشه مشاهده شد. بین سطوح $Fm_4\times Fs_2$، $Fm_4\times Fs_3$، $Fm_3\times Fs_2$ و $Fm_3\times Fs_3$ از نظر بیش‌ترین شاخص کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کم‌ترین شاخص کلروفیل برگ وقتی مشاهده شد که عناصر روی و آهن به‌کار برده نشده بود (جدول ٣). شاخص کلروفیل برگ در هر سه سال آزمایش با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. بررسی اثر سال بر شاخص کلروفیل برگ نشان داد که بیش‌ترین (٣١/٤٩) و کم‌ترین (٢٧/٣٨) شاخص کلروفیل برگ به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ١٥ درصدی را نشان داد (جدول ٤). گزارش شده که کاربرد ٧/٥ میلی‌گرم آهن در یک کیلوگرم خاک موجب افزایش شاخص کلروفیل در ارقام رشه، کشمشی قرمز و قزل ازوم می‌گردد (٢٤). در یک پژوهش اثر مصرف کلات آهن در انگور بررسی و اعلام گردید که شاخص کلروفیل در تیمار کنترل کم‌تر از بوته‌های انگوری بود که در آن‌ها آهن مصرف شده بود (٢٥). گزارش شده که کاربرد ٧/٥ میلی‌گرم آهن در یک کیلوگرم خاک موجب افزایش شاخص کلروفیل در ارقام رشه، کشمشی قرمز و قزل ازوم می‌گردد (٢٤). عنصر روی از طریق تأثیر بر محتوای عناصر غذایی مؤثر در تشکیل کلروفیل مانند آهن و منیزیم، باعث افزایش میزان کلروفیل در دو رقم انگور قزل‌اوزوم و حسینی گردید (٤٥). گزارش شده که بیش‌ترین مقدار کلروفیل برگ در تیمار کاربرد در هزار سولفات روی و کم‌ترین آن مربوط به کنترل بود (٤٦).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب تأثیر کوددهی روش و مرحله کوددهی بر برخی صفات و عملکرد انگور یاقوتی.

Table 2. ANOVA for the effect of fertilization methods and fertilization stages on some traits and yield of grapevine cv. Yaghouti.

منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares									
		شاخص کلروفیل Chlorophyll index	سطح برگ Leaf area	درصد جوانه‌های سبزشده Bud break (%)	ضریب باردهی Bearing coefficient	درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه Bunch coloring (%)	مواد جامد محلول Soluble solids	اسیدیته آب میوه pH	اسید قابل تیتر اسیون Titratable acidity	عملکرد میوه Fruit yield
سال Year	2	204.71*	61.54**	1440.11*	0.08**	302.48^{ns}	16.13^{ns}	0.63^{ns}	1.65^{ns}	1.225*
خطای اول Error 1	6	36.40	5.077	271.81	0.002	81.46	3.61	0.20	0.39	0.16
روش کوددهی Fertilization method	3	89.65**	82.06**	347.06**	0.05**	710.70**	11.98**	1.96**	4.24**	1.23**
سال × روش کوددهی Year × Fertilization method	6	3.65^{ns}	4.44^{ns}	26.80**	0.003^{ns}	25.08^{ns}	1.33^{ns}	0.04^{ns}	0.33^{ns}	0.09^{ns}
مرحله کوددهی Fertilization Stage	3	86.78**	33.08**	536.87**	0.03**	587.32**	24.95**	1.61**	2.53**	0.54**
روش کوددهی × مرحله کوددهی Fertilization method × Fertilization Stage	9	18.37*	5.18*	94.20**	0.007**	73.91*	3.22*	0.19*	0.44*	0.16*
سال × مرحله کوددهی Year × Fertilization Stage	6	29.28**	5.63*	29.48^{ns}	0.002^{ns}	56.03^{ns}	2.88^{ns}	0.04^{ns}	0.27^{ns}	0.08^{ns}
سال × روش کوددهی × مرحله کوددهی Year × Fertilization method × Fertilization stage	18	4.79^{ns}	2.88^{ns}	12.54^{ns}	0.002^{ns}	19.37^{ns}	0.81^{ns}	0.07^{ns}	0.48**	0.05^{ns}
خطای دوم Error 2	72	8.01	2.10	18.14	0.002	34.16	1.57	0.08	0.17	0.07
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	9.7	7.0	5.6	6.0	6.6	7.0	8.00	8.11	8.3

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

^{ns}, * and ** non significant and significant at 5 and 1% probability levels respectively

جدول ۳- برهم‌کنش روش کوددهی و مرحله کوددهی بر برخی صفات و عملکرد انگور یاقوتی طی سال‌های آزمایش.

Table 3. The interaction of fertilization methods and fertilization stages on some traits and yield of grapevine cv. Yaghouti during the years of experimentation.

تیمارها		صفات									
روش کوددهی Fertilization method	مرحله کوددهی Fertilization stage	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm^2)	جوانه‌های سبزشده (درصد) Bud break (%)	ضریب باردهی Bearing coefficient	جبه‌های یاقوتی رنگ خوشه (درصد) Bunch coloring (%)	مواد جامد محلول (بریکس) Soluble solids (Brix)	اسیدیته آب میوه pH	اسید قابل تیتراسیون (درصد) Titratable acidity (%)	عملکرد میوه (کیلوگرم در تاک) Fruit yield (kg/Vine)
F_{m1}	F_{s1}	27.01^{e}	18.43^{f}	71.14^{c}	0.62^{i}	80.18^{e}	17.09^{c}	3.22^{fg}	5.65^{a}	3.00^{e}
	F_{s2}	27.11^{e}	18.60^{f}	72.47^{c}	0.63^{ih}	81.48^{de}	17.04^{c}	3.21^{g}	5.64^{a}	3.02^{e}
	F_{s3}	27.10^{e}	18.58^{f}	71.51^{c}	0.64^{ghi}	82.15^{de}	17.18^{c}	3.24^{efg}	5.66^{a}	3.03^{e}
	F_{s4}	27.12^{e}	18.36^{f}	71.00^{c}	0.65^{f-i}	82.37^{de}	17.11^{c}	3.23^{fg}	5.63^{a}	3.02^{e}
F_{m2}	F_{s1}	27.87^{de}	22.83^{ab}	85.69^{a}	0.77^{ab}	86.47^{cde}	17.40^{c}	3.53^{cde}	5.08^{cde}	3.57^{ab}
	F_{s2}	30.46^{bcd}	22.00^{bc}	71.38^{c}	$0.68e^{fgh}$	87.90^{cd}	17.81^{c}	3.66^{cd}	5.16^{bcd}	3.37^{bcd}
	F_{s3}	32.55^{ab}	20.00^{e}	79.82^{b}	0.68^{fgh}	97.72^{a}	19.79^{a}	4.01^{ab}	4.67^{ef}	3.13^{de}
	F_{s4}	27.71^{de}	20.38^{de}	83.49^{cd}	0.73^{bcd}	82.37^{de}	17.18^{c}	3.43^{d-g}	5.29^{abcd}	3.32^{bcd}
F_{m3}	F_{s1}	29.72^{bcde}	22.46^{bc}	79.81^{b}	0.72^{cde}	86.90^{cd}	17.49^{c}	3.56^{cd}	5.04^{cde}	3.41^{bc}
	F_{s2}	31.74^{abc}	21.79^{bcd}	74.72^{c}	0.68^{d-g}	90.78^{bc}	18.32^{c}	3.66^{cd}	5.13^{bcd}	3.37^{bcd}
	F_{s3}	29.85^{bcde}	20.09^{e}	72.67^{c}	0.69^{d-g}	95.19^{ab}	19.25^{ab}	3.98^{ab}	4.67^{cf}	3.14^{cde}
	F_{s4}	27.68^{de}	21.18^{cde}	79.91^{b}	0.73^{bc}	85.59^{cde}	17.21^{c}	3.25^{efg}	5.54^{ab}	3.31^{bcd}
F_{m4}	F_{s1}	29.06^{cde}	23.98^{a}	86.03^{a}	0.79^{a}	87.67^{cd}	17.65^{c}	3.59^{cd}	4.90^{de}	3.73^{a}
	F_{s2}	32.25^{ab}	21.70^{bcd}	74.56^{c}	0.69^{def}	94.30^{ab}	19.06^{ab}	3.75^{bc}	4.69^{ef}	3.39^{bcd}
	F_{s3}	33.93^{a}	20.18^{e}	72.28^{c}	0.68^{fgh}	98.96^{a}	19.93^{a}	4.18^{a}	4.33^{f}	3.13^{de}
	F_{s4}	27.95^{de}	21.19^{cde}	80.08^{b}	0.74^{bc}	85.61^{cde}	17.21^{c}	3.52^{c-f}	5.47^{abc}	3.38^{bcd}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

In each column means composed of same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($P<0.05$)

Fm_1: کنترل یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن، Fm_2: محلول‌پاشی عناصر روی و آهن، Fm_3: چالکود عناصر روی و آهن و Fm_4: چالکود عناصر روی و آهن+محلول پاشی عناصر روی و آهن

Fs_1: تورم جوانه‌ها، Fs_2: ظهور خوشه، Fs_3: تغییر رنگ، Fs_4: اوائل پاییز

Fm_1: Control (no application of zinc and iron elements), Fm_2: Foliar spraying of zinc and iron elements, Fm_3: Manure-pit application of zinc and iron elements and Fm_4: Manure-pit application of zinc and iron elements + foliar spraying of zinc and iron elements and fertilization stages included

Fs_1: Bud swelling stage, Fs_2: Emergence of bunch, Fs_3: Color change and Fs_4: Leaf fall

Table 4. Effect of year on some traits and yield of grapevine cv. Yaghouti.

سال Year	صفات					
	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm^2)	جوانه‌های سبزشده (درصد) Bud break (%)	ضریب باردهی Bearing coefficient	عملکرد میوه (کیلوگرم در تاک) Fruit yield (kg/Vine)
اول First	27.38^{b}	19.54^{b}	71.53^{b}	0.66^{c}	3.11^{b}
دوم Second	29.08^{ab}	20.81^{a}	76.27^{ab}	0.70^{b}	3.27^{ab}
سوم Third	31.49^{a}	21.85^{a}	80.48^{a}	0.74^{a}	3.41^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

In each column means composed of same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($P<0.05$)

سطح برگ: اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی، روش کوددهی × مرحله کوددهی و سال × مرحله کوددهی بر سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۲۳/۹۸ سانتی‌مترمربع) و کم‌ترین (۱۸/٤۳ سانتی‌مترمربع) سطح برگ به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ($Fm_4 \times Fs_1$) و کنترل بود که ۳۰ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح $Fm_4 \times Fs_1$ و $Fm_2 \times Fs_1$ از نظر بیش‌ترین سطح برگ تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۳). بررسی اثر سال بر سطح برگ نشان داد که بیش‌ترین (۲۱/۸۵ سانتی‌مترمربع) و کم‌ترین (۱۹/٥٤ سانتی‌مترمربع) سطح برگ به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که ۱۱/۸ درصد افزایش نشان داد. ضمن این‌که سطح برگ در سال‌های دوم و سوم با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٤). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد آهن، سطح برگ را افزایش داده و باعث افزایش عملکرد می‌گردد (۲۷). گزارش شده که تیمار مصرف کلات آهن به‌میزان ۷/٥ میلی‌گرم آهن در یک کیلوگرم خاک، باعث بیش‌ترین مساحت سطح برگ در رقم انگور رشه نسبت به کنترل گردید (۲٤).

درصد جوانه‌های سبزشده: اثر سال، روش کوددهی، سال × روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی × مرحله کوددهی بر درصد جوانه‌های سبزشده معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۸٦/۰۳ درصد) و کم‌ترین (۷۱/۱٤ درصد) درصد جوانه‌های سبز شده به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ($Fm_4 \times Fs_1$) و کنترل بود که ۲۱ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح $Fm_2 \times Fs_1$ و $Fm_4 \times Fs_1$ از نظر بیش‌ترین درصد جوانه‌های سبزشده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بررسی اثر سال بر درصد جوانه‌های سبزشده نشان داد که بیش‌ترین (۸۱/٤۱ درصد) و کم‌ترین (۷۰/٥۳ درصد) درصد جوانه‌های سبزشده به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۱٥/٤۳ درصدی را نشان داد. ضمن این‌که درصد جوانه‌های سبزشده در سال اول با دوم و سال دوم با سوم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٤). گزارش شده که باتوجه به نقش ساختاری و آنزیمی عنصر روی، بر تغییرات هورمون‌ها، قندهای محلول و زمان باز شدن و سبزشدن جوانه‌ها تأثیر مثبت دارد (٤۷). نتایج بررسی اثرات تعداد جوانه، طول شاخه یک‌ساله و برخی عناصر غذایی اصلی و ریزمغذی بر کیفیت و عملکرد انگور بیدانه نشان داد که کاربرد ۲٥ گرم آهن و ۳٥ گرم سولفات روی باعث سبز شدن ٦۹/٥۲ درصد از جوانه‌ها گردید (٤۲).

ضریب باردهی: اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی × مرحله کوددهی بر ضریب باردهی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۰/۷۹) و کم‌ترین (۰/٦۲) ضریب باردهی به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ($Fm_4 \times Fs_1$) و کنترل بود که ۲۷/٤ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح $Fm_4 \times Fs_1$ و $Fm_2 \times Fs_1$ از نظر بیش‌ترین ضریب باردهی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. کم‌ترین ضریب باردهی از نظر عددی در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن مشاهده شد (جدول ۳). ضریب باردهی در هر سه سال با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشت و نشان داد که بیش‌ترین (۰/۷٤) و کم‌ترین (۰/٦٦) ضریب باردهی به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۱۲/۱۲ درصدی را نشان داد (جدول ٤). گزارش شده که محلول‌پاشی سولفات روی در انگور باعث افزایش ۲۰ درصدی تشکیل میوه گردید (۲۸). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد آهن باعث افزایش سطح

برگ و در نتیجه کاهش ریزش گل‌ها و میوها و افزایش ضریب باردهی می‌گردد (۲۷). گزارش شده که کاربرد برگی ترکیب اوره (یک درصد) و کلات آهن (یک درصد) باعث افزایش درصد تشکیل میوه گردید (٤٨). نتایج بررسی اثرات تعداد جوانه، طول شاخه یک‌ساله و برخی عناصر غذایی اصلی و ریزمغذی بر کیفیت و عملکرد انگور بیدانه نشان داد که کاربرد ۲۵ گرم آهن و ۳۵ گرم سولفات روی باعث ضریب باردهی ۰/۸٦ گردید (٤٢). در بررسی اثر محلول‌پاشی برخی عناصر ریزمغذی قبل و بعد از گلدهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور رقم "خوشناو"، مشخص شد که بیش‌ترین درصد تشکیل میوه در تیمار محلول‌پاشی عنصر روی و کم‌ترین در تیمار کنترل مشاهده کردند. با توجه به نقشی که عنصر روی در تولید هورمون اکسین دارد، تولید این هورمون سبب افزایش سطح برگ و نهایتاً ضریب باردهی و تعداد میوه در هر درخت می‌شود (۳۷).

درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه: اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی×مرحله کوددهی بر درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۹۸/۹٦ درصد) و کم‌ترین (۸۰/۱۸ درصد) درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ ($Fm_4 \times Fs_3$) و کنترل بود که افزایش ۲۳/٤ درصدی را نشان داد. بین سطوح $Fm_4 \times Fs_3$، $Fm_4 \times Fs_2$، $Fm_3 \times Fs_3$ و $Fm_2 \times Fs_3$ از نظر بیش‌ترین درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه برگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کم‌ترین درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه از نظر عددی در شرایط عدم کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن مشاهده شد (جدول ۳). کاربرد مقدار کافی آهن، باعث افزایش رنگ‌گیری میوه می‌گردد (۱۱). محلول‌پاشی سولفات روی در انگور باعث افزایش تجمع فنول کل، فلاونوئیدها و آنتوسیانین حبه‌ها شده است (٤۹). کوددهی بهینه به‌ویژه با عنصر روی از طریق تأثیر بر غلظت هورمون‌های درونزاد گیاهی ازجمله اکسین بر بیوسنتز فلاونوئیدها اثر گذاشته و باعث بهبود رنگ‌گیری خوشه می‌گردد (۵۰).

مواد جامد محلول: اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی × مرحله کوددهی بر مواد جامد محلول معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۱۹/۹۳ درجه بریکس) و کم‌ترین (۱۷/۰۹ درجه بریکس) مواد جامد محلول در تاک به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه ($Fm_4 \times Fs_3$) و کنترل بود که ۱۷ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح $Fm_4 \times Fs_2$، $Fm_4 \times Fs_3$، $Fm_3 \times Fs_2$ و $Fm_3 \times Fs_3$ از نظر بیش‌ترین مواد جامد محلول برگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در شرایط کاربرد عناصر روی و آهن، بیش‌ترین مواد جامد محلول از نظر عددی مربوط به مرحله تغییر رنگ بود (جدول ۳). طی یک پژوهش گزارش شد که محلول‌پاشی روی و سولفات آهن باعث بالاترین میزان مواد جامد محلول شد که نسبت به کنترل ۲/۲۷ درصد افزایش نشان داد (۲). گزارش شده که تغذیه برگی سولفات روی باعث افزایش میزان مواد جامد محلول انگور شده است (۳۲). محلول‌پاشی آهن باعث افزایش میزان مواد جامد محلول در انگور رقم Cabernet Sauvignon گردید (۱۱). کاربرد برگی آهن باعث افزایش مواد جامد محلول در انگور رقم بیدانه سفید گردید (٤٨).

اسیدیته آب میوه: اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی × مرحله کوددهی بر اسیدیته آب میوه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۳/۷۲) و کم‌ترین (۳/۰۷) اسیدیته آب میوه به‌ترتیب در کنترل

(عدم کاربرد عناصر روی و آهن) و در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه مشاهده شد که ۲۱/۲ درصد کاهش نشان داد. به‌عبارت دیگر اسیدیته آب میوه در شرایط کاربرد ریزمغذی‌های روی و آهن کاهش یافت و کم‌ترین اسیدیته آب میوه از نظر عددی در شرایط کاربرد عناصر روی و آهن، مربوط به مرحله تغییر رنگ بود. بین سطوح $Fm_4 \times Fs_3$، $Fm_4 \times Fs_2$، $Fm_4 \times Fs_3$، $Fm_3 \times Fs_2$ و $Fm_2 \times Fs_3$ از نظر کم‌ترین اسیدیته آب میوه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). گزارش شده که غلظت‌های ۲۳، ٤٦ و ۹۲ میکرومول آهن در انگور باعث افزایش اسیدیته آب میوه به میزان ۱۵، ۱۸ و ۱۱ درصد نسبت به کنترل گردید (۲۱). بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز قبل و بعد از گلدهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور رقم خوشناو نشان داد که محلول‌پاشی در مرحله بعد از تمام گل باعث افزایش اسیدیته آب میوه نسبت به محلول‌پاشی قبل از گلدهی شد (۳۷).

اسید قابل تیتراسیون: اثر روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی × مرحله کوددهی بر اسید قابل تیتراسیون معنی‌دار بود (جدول ۲). صفت اسید قابل تیتراسیون در شرایط کنترل و هم‌چنین کاربرد عناصر روی و آهن در مرحله خزان بیش‌ترین مقدار بود. بین سطوح کنترل، $Fm_4 \times Fs_4$، $Fm_3 \times Fs_4$ و $Fm_2 \times Fs_4$ از نظر بیش‌ترین اسید قابل تیتراسیون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). گزارش شده که محلول‌پاشی سولفات روی باعث کاهش اسید قابل تیتراسیون در انگور شد (۳۳). نتایج یک آزمایش نشان داد که کاربرد برگی آهن باعث کاهش اسید قابل تیتراسیون در انگور رقم بیدانه سفید گردید (٤۸). در بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر روی، آهن و منگنز در زمان‌های مختلف بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور، مشاهده شد که اسید قابل تیتراسیون کاهش پیدا کرد (۳۲ و ۳۳).

عملکرد میوه: اثر سال، روش کوددهی، مرحله کوددهی و روش کوددهی × مرحله کوددهی بر عملکرد میوه انگور یاقوتی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۳/۷۳ کیلوگرم در تاک) و کم‌ترین (۳ کیلوگرم در تاک) عملکرد تاک به‌ترتیب در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ($Fm_4 \times Fs_1$) و کنترل بود که افزایش ۲٤/۳ درصدی را نشان داد. کم‌ترین عملکرد تاک 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 تیماری $Fm_4 \times Fs_1$، در سطح تیماری $Fm_2 \times Fs_1$ با میانگین عملکرد ۳/۵۷ کیلوگرم در تاک بیش‌ترین عملکرد مشاهده شد (جدول ۳). بررسی اثر سال بر عملکرد میوه انگور یاقوتی نشان داد که بیش‌ترین (۳/٤۱ کیلوگرم در تاک) و کم‌ترین (۳/۱۱ کیلوگرم در تاک) میزان عملکرد به‌ترتیب در سال سوم و اول مشاهده شد که افزایش ۹/٦ درصدی را نشان داد. اما بین سال اول و دوم تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ٤). نتایج تجزیه همبستگی پیرسون نشان داد که عملکرد میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۹۷، ۰/۷٦ و ۰/۹۳ با صفات سطح برگ، درصد جوانه‌های سبزشده و ضریب باردهی همبستگی داشت. مستشاری (۲۰۱۳) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف کوددهی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی انگور بیان داشت که تلفیق چالکود و محلول‌پاشی در انگور باعث عملکردی به‌میزان ۱۹/۲ تن در هکتار شد در حالی‌که میزان عملکرد در تیمار کنترل، محلول‌پاشی و چالکود به‌ترتیب ٤/۹٤، ۹/٦۲ و ۱۷/۱ تن در هکتار بود (۱۲). نتایج یک پژوهش نشان داد که سولفات آهن باعث

افزایش عملکرد انگور رقم عسکری در سطح احتمال یک درصد شده و با محلول‌پاشی دو در هزار سولفات آهن، وزن خوشه ۱۷ درصد نسبت به کنترل افزایش یافت (۱۳). بررسی اثر تغذیه‌ای عناصر نیتروژن و آهن بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه انگور رقم عسگری در شهرستان خرم‌آباد 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 به‌دست آمد که نسبت به کنترل حدود دو کیلوگرم معادل ۵۷ درصد در بوته افزایش عملکرد داشت (۲۲). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد آهن، باعث افزایش رشد رویشی، تجمع مواد خشک و سطح برگ و در نتیجه کاهش ریزش میوه و افزایش عملکرد می‌گردد (۲۷). نتایج آزمایش دیگری نشان داد که محلول‌پاشی بوته‌های انگور رقم خوشناو با کود حاوی آهن، روی و منگنز باعث افزایش عملکرد میوه شد (۳۷). نتایج پژوهش دیگری نشان داد که تغذیه برگی سولفات روی باعث افزایش میزان عملکرد انگور شده است (۳۲).

جدول ۵- ضرایب همبستگی پیرسون بین برخی صفات انگور یاقوتی.

Table 5. The Pearson correlation coefficient between some traits of grapevine cv. Yaghouti.

	۱ 1	۲ 2	۳ 3	٤ 4	٥ 5
۱- عملکرد میوه 1- Fruit yield	1				
۲- سطح برگ 2- Leaf area	0.97**	1			
۳- درصد جوانه‌های سبزشده 3- Bud break	0.76**	0.68**	1		
٤- ضریب باردهی 4- Bearing coefficient	0.93**	0.88**	0.91**	1	
٥- شاخص کلروفیل 5- Chlorophyll index	0.16ns	0.30ns	0.10ns	0.04ns	1

ns و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns and ** non significant and significant at 1% probability levels respectively

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد عناصر روی و آهن باعث بهبود صفات شاخص کلروفیل و سطح برگ گردید. باتوجه به این‌که برگ‌ها اندام اصلی فتوسنتزکننده در گیاه هستند. سطح برگ مطلوب همراه با شاخص کلروفیل بالا، به‌عنوان یک منبع فیزیولوژیک کافی جهت استفاده از نور، باعث رشد و تولید مواد فتوسنتزی کافی و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد (۳). از طرف دیگر با توجه به نقشی که عنصر روی در تولید هورمون اکسین دارد، افزایش تولید این هورمون سبب افزایش سطح برگ می‌گردد (۵۱). هم‌چنین کاربرد آهن، باعث افزایش کلروفیل برگ شده و به همین دلیل، باعث افزاش فتوسنتز، تولید کربوهیدرات‌ها، افزایش رنگ‌گیری میوه و عملکرد انگور می‌گردد (۱۹). فراهمی آهن باز شدن روزنه‌ها را افزایش می‌دهد که ناشی از اثرات آهن در سنتز کلروفیل می‌باشد، این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص اسیمیلات بیش‌تر برای متابولیسم تولید قند در گیاهان شود (۱۳). نتایج

حاصل از این پژوهش نشان داد که سطح برگ، درصد جوانه‌های سبزشده و ضریب باردهی همبستگی مثبت بالایی با عملکرد محصول در شرایط محلول‌پاشی همراه با چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ($Fm_4 \times Fs_1$) داشت که مؤثرتر از کاربرد تکی هر کدام از این روش‌ها در سایر مراحل رشد انگور یاقوتی بود. همگام با این نتایج گزارش شده که کاربرد آهن و روی رشد رویشی و تجمع مواد خشک و سطح برگ را افزایش داده و درنتیجه ریزش میوه‌ها کاهش یافته (۱٤)، هم‌چنین محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله متورم شدن جوانه‌ها مؤثرتر از سایر مراحل بوده است (۹). محلول‌پاشی همراه با چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، نسبت به محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، ٤/۵ درصد افزایش عملکرد و هم‌چنین محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها نسبت به چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها، ٤/۷ درصد برتری داشت. باتوجه به این‌که در اواخر زمستان و اوایل بهار دمای خاک پایین است و برگ‌ها ظاهر نشده‌اند، جریان شیره گیاهی کند بوده و تغذیه جوانه‌ها از طریق محلول‌پاشی را مؤثرتر از چالکود است. 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 (۱۳). برهمکنش روش کوددهی × مرحله کوددهی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد (۳/۷۳ کیلوگرم در تاک) در شرایط چالکود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها و کم‌ترین عملکرد در کنترل به‌دست آمد.

کاربرد کودهای آهن و روی در مرحله ظهور خوشه باعث بیش‌ترین شاخص کلروفیل، حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول و اسیدیته آب میوه و کم‌ترین اسید قابل تیتراسیون گردید. این نتایج منطبق با نتایج پژوهش‌گران دیگر (۲۱) بود. بین میزان کافی عنصر روی در گیاه و تولید آنزیم کربونیک آنهیدراز رابطه مستقیم وجود دارد. این آنزیم نقش مهمی در فتوسنتز گیاه داشته و سبب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود (۵۱). آهن نیز در ساخت کلروفیل، تیلاکوئید و نمو کلروپلاست شرکت دارد. بنابراین، محلول‌پاشی گیاه با آهن و روی منجر به افزایش شدت فتوسنتز گیاه شده و درنتیجه تولید کربوهیدرات و انتقال به ریشه، برگ و میوه افزایش یافته (۲۳) و در نتیجه منجر به بهبود خصوصیات کیفی خوشه در این آزمایش گردید. باتوجه به این‌که هرچقدر ذخیره عناصر غذایی تاک در مرحله شروع رشد بالاتر باشد، باعث، افزایش تعداد جوانه‌های سبزشده، بهبود و افزایش گلدهی و تبدیل بیش‌تر گل‌ها به میوه و ضریب باردهی می‌شود، بنابراین کاربرد عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه از طریق بهبود صفات فوق باعث افزایش عملکرد میوه گردید. دولتی بانه و طاهری (۲۰۰۹) نیز این یافته را تأیید می‌نمایند که تغذیه تاک انگور در ابتدای فصل رشد، به‌دلیل تقویت بنیه تاک و درنتیجه افزایش تشکیل میوه به‌واسطه افزایش باروری جوانه‌ها و افزایش جوانه‌های بارده منجر به افزایش عملکرد می‌گردد (۳۰). باتوجه به این‌که انگور یاقوتی رقمی زودرس بوده و دوره رشد و دوره رسیدگی آن کوتاه و دوره بعد از برداشت آن طولانی است، بنابراین این شرایط بر الگوی توزیع عناصر غذایی و کوددهی تأثیر گذاشته و برای افزایش ذخیره غذایی آن، باید از فصل رشد قبل، اقدامات تغذیه‌ای لازم را صورت داد. در این آزمایش، در سال‌های دوم و سوم، صفات اندازه‌گیری‌شده نسبت به سال اول افزایش یافت که دلیل مهمی بر نقش مؤثر عناصر آهن و روی و اهمیت برنامه‌ریزی برای تغذیه مناسب سالیانه آن دارد. در همین رابطه صفات شاخص کلروفیل، سطح برگ،

درصد جوانه‌های سبزشده، ضریب باردهی و عملکرد میوه در سال دوم نسبت به سال اول به‌ترتیب ٦/٢، ٦/٥، ٦/٦، ٦ و ٥/١ درصد افزایش داشت. هم‌چنین صفات شاخص کلروفیل، سطح برگ، درصد جوانه‌های سبزشده، ضریب باردهی و عملکرد میوه در سال سوم نسبت به سال دوم به‌ترتیب ٩/٧، ٥، ٥/٥، ٥/٧ و ٤/٣ درصد افزایش داشت و نشان داد که پس از تغذیه آهن و روی در سال اول، در سال‌های دوم و سوم صفات مورد اندازه‌گیری بهبود یافتند. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای آهن و روی به‌صورت چالکود و هم‌چنین محلول‌پاشی در مرحله تورم جوانه‌ها باعث افزایش ١٩ درصدی عملکرد انگور یاقوتی گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که با به‌کارگیری روش مناسب کاربرد کودها در تاکستان و مرحله مناسب تغذیه، شرایط تاکستان بهبود یافته، به‌طوری‌که صفات اندازه‌گیری‌شده در سال سوم نسبت به سال دوم و در سال دوم نسبت به سال اول بهبود یافت. بهترین روش کوددهی، چالکود + محلول‌پاشی بود که همه صفات را بهبود بخشید. برای صفات شاخص کلروفیل، درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول و اسیدیته آب میوه بهترین مرحله کاربرد کودها مرحله تغییر رنگ بود و برای صفات سطح برگ، درصد جوانه‌های سبزشده، ضریب باردهی و عملکرد بهترین مرحله کاربرد کودها، مرحله تورم جوانه‌ها بود. هم‌چنین صفت اسید قابل تیتراسیون در شرایط کنترل و کاربرد آهن و روی در مرحله خزان بیش‌ترین مقدار بود. به‌طورکلی بیش‌ترین عملکرد میوه از محلول‌پاشی همراه با چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها به‌دست آمد که نسبت به روش محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ٤/٥ درصد و نسبت به روش چالکود عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها ٩/٤ درصد برتری داشت، به‌دست آمد.

منابع

1. 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]
2. Mahmoudzadeh, H., & Fanaei, H. R. (2019). Promoting the best clones of Yaghouti grape for the construction of new orchards and top working method in Zabol region. *Grape Extension Magazine*, 1, 48-44. [In Persian]
3. Shariatmadari, M. H., Zamani, G. R., & Sayyari, M. H. (2011). Effect of salinity stress and iron spraying on leaf area index, light absorption and relations with yield in sunflower (*Helianthus annuns* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9 (2), 285-293. **doi:10.22067/GSC.V9I2.11004.** [In Persian]
4. Pahlavan-Rad, M. (2017). Soil fertility evaluation using Random Forest and Geostatistical methods on the lands of Zahak in Sistan plain. Final report. *Soil and Water Research Institute*, 72p. [In Persian]
5. Pahlavan-Rad, M. R., & Akbarimoghaddam, A. (2018). Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). *Catena*, 160, 275-281. **doi:10.1016/j.catena.2017.10.002.**
6. Mostashari, M., Khosravinejhad, A., Baybordi, A., Basirt, M., Akhyani, A., Sadri, M. H., & Majidi, A. (2015). Integrated management of soil fertility and nutrition in grape Trees. Soil and Water Research Institute, 32p. [In Persian]

7. Karimi, R. (2017). Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. *Scientia Horticulturae*, 215, 184-194. **doi:10.1016/j.scienta.2016.12.018.**
8. Bratasevec, K., Sivilotti, P., & Vodopivec, B. (2013). Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv.'rebula'leaves. *Journal of soil science and plant nutrition*, 13, 650-663. **doi:10.4067/S0718-951620 13005000052.**
9. Sedri, M. H., Karami, F., & 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]
10. Shahabi Far, J., & 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. [In Persian]
11. Wang, J., Gu, C., Ma, T., & Wang, R. (2022). Effects of foliar iron spraying on Cabernet Sauvignon phenolic acids and proanthocyanidins. *Food Science and Technology*, 42, 1-7. **doi:10.1590/ fst.44622.**
12. 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]
13. 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: 10.22059/jci.2016.56570.** [In Persian]
14. Ashoori, M., Kalhor, M., Lolaei, A., & Ershadi, A. (2013). Effects of N, Fe and Zn nutrition on morpho-physiological indices of grapevine (*Vitis viniferea* L.). *Journal of Plant Environmental physiology*, 10(37), 43-52. **doi:20.1001. 1.76712423.1394.10.37.5.3.** [In Persian]
15. Bybordi, A., & 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: 10.15835/nsb.2.2.3575.**
16. Ranjbar, R., & 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. **doi:10.22059/ijhs.2013.50363.** [In Persian]
17. Mohebbi, H., Ebadi, A., Taheri, M., Zarabi, M., & 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]
18. Taheri, M., & Mehrabi, F. (2015). The principles of proper nutrition in the vineyards of Baghmolek. *1st National Symposium on Small Fruits*, 207-211. [In Persian]
19. Shi, P., Song, C., Chen, H., Duan, B., Zhang, Z., & 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:10.1016/ j. foodchem. 2018.01.109.**
20. Karimi, R., Koulivand, M., & 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: 10.1007/s11738-019-2910-1.**
21. Shi, P., Li, B., Chen, H., Song, C., Meng, J., Xi, Z., & 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:10.3390/ molecules22020283.**

22. Saki, A., Ershadi, A., Kalhore, M., & Rezaeinejhad, A. (2012). The effect of urea and iron nutrition on growth, yield and quality of grapes (cultivar Askari) in the Khoramabad. *The 11th Congress of Soil Sciences of Iran*, 1483-1485. [In Persian]
23. Mahmoudi, Z., Ghiyasvand, S., & Karimi, R. (2020). The effect of foliar spray of iron and manganese nano-chlate on sugar, anthocyanin and ascorbic acid content of Bidaneh- Sefid grape berries during unripe and ripe stages. *Journal of Plant Process and Function*, 9 (36), 425-438. **doi:20.1001.1. 23222727.1399.9.36.6.9.** [In Persian]
24. Doulati Baneh, H., & Montazeri, E. (2015). Physiological responses of some iranian grape cultivars to iron chelate application in calcareous soil. *Journal of Horticultural Science*, 29 (4), 572-581. **doi:10.22067/JHORTS4.V29I4.30543.** [In Persian]
25. Diaz, I., Barron, D. V., Campillo, M. C., & Torrent J. (2010). Testing the ability of vivianite to prevent iron deficiency in potgrown grapevine. *Scientia Horticulture*, 123, 464-468. **doi:10.1016/j.scienta. 2009.11.006.**
26. Smith, B. R., & Cheng, L. (2006). Fe-EDDHA alleviates chlorosis in concord grapevines grown at high pH. *Hort Science*, 41 (6), 1498-1501. **doi:10.21273/HORTSCI.41.6.1498.**
27. Bertamini, M., & Nedunchezhian, N. (2005). Grapevine growth and physiological responses to iron deficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 28 (5), 737-749. **doi:10.1081/PLN-2000 55522.**
28. Shahabi Far, J., & Sarafraz, F. (2019). The role of optimal and balanced use of fertilizer in increasing the yield and improving the quality of grapes. *Grape Promotional Journal*, 1 (1), 49-55. [In Persian]
29. Kramer, U., & Clemens, S. (2005). Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification. Springer, Berlin, Germany, 14, 216–271. **doi: 10.1007/4735_96.**
30. Doulati Baneh, H., & 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:10. 22092/SPPJ.2017.110367.** [In Persian]
31. Karimi, R. (2020). The effect of early season nutrition of calcium and zinc on yield, sugar content and enzymatic and non-enzymatic antioxidant capacity of grape. *Iranian Journal of Plant Biology*, 12 (1), 1-22. **doi:10.22108/IJPB.2019. 117399.1157.** [In Persian]
32. Jamehbozorg, S. (2017). Effect of spraying zinc sulfate and gibberellic acid on some physiological and morphological characteristics of Bidaneh Sefid grape cultivar. MSc thesis, Malayer University, Malayer, Iran. [In Persian]
33. Mahdavi, S., Karimi, R., & Valipouri Goudarzi, A. (2022). Effect of nano zinc oxide, nano zinc chelates and zinc sulfate on vineyard soil Znavailability and grapevines (*Vitis vinifera* L.) yield and quality. *Journal of Plant Nutrition*, 45 (13), 1961-1976. **doi: 10.1080/ 01904167.2022.2046081.**
34. Morshedi, A. (2001). Effects of nitrogen, boron and zinc spray on grapevine fruit set. Proceedings of the 7th Iranian Soil Science Congress, Tehran, Iran, 494-495. [In Persian]
35. Singarm, P., & Prabu, P. C. (2001). Effect of foliar and soil application of zinc and boron on yield and quality of grapes cv. Muscat. *Madras Agricultural Journal*, 88 (4-6), 233-236. **doi: 10.29321/MAJ.10.A00326.**
36. Poozeshi, R., Zabihi, H., Ramazani Moghadam, M. R., Rajabzadeh, M., & Mokhtari, A. (2012). Yield and yield components of grape (*Vitis vinefera* cv.peykani) as affected by foliar application of zinc, humic acid and acetic acid. *Journal of Horticultural Science*, 25 (3), 351-360. **Doi:10.22067/ JHORTS4.V1390I0.11380.** [In Persian]
37. Davarkhah, Z., & Kavoosi, B. (2017). Effect of foliar spray of some micronutrient elements before and after

flowering on quantitative and qualitative characteristics of table grape cv. Khoshnaw. *Journal of Horticultural Science*, 31 (3), 577-589. **doi:10.22067/ JHORTS4.V31I3.57543.** [In Persian]

38. Karimi, M., Yazdani, M. H., & 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]
39. Danesh Shahraki, M., Shahriari, A., Gangali, M., & 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 Conservatio*, 23 (6), 199-215. **doi: 10.22069/ JWFST.2017.11530.2595.**
40. Bybordi, A. (2012). Study effect of salinity on some physiologic and morphologic properties of two grape cultivars. *Life Science Journal*, 9 (4), 1092-1101.
41. Mahmoudzadeh, H. Rasouli, V., & Ghorbaniyan, D. (2007). Effect of some training systems on vegetative growth, fruit yield and fruit quality of *Vitis vinifera* cv. Sefid Bidaneh in Takestan region. *Seed and Plant Production Journal*, 25-2 (4), 373-387. **doi: 10. 22092/SPPJ.2017.110384.** [In Persian]
42. Nejatian, M. A. (2003). Effect of bud number and can length on bud fertility and some characteristics of Grapevine cv Bidaneh Sefid. *Seed and Plant Journal*, 19 (4), 457-467. **doi:10.22092/ SPIJ.2017.110595.** [In Persian]
43. Mostofi, Y., & Najafi, F. (2005). Analytical laboratory methods in horticulture. Tehran University Press, Tehran, Iran, 85p. [In Persian]
44. 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.**
45. Tavakoli, S., Amiri, J., & Barin, M. (2021). Use of foliar spray of zinc for reducing the adverse effects of boron toxicity in two table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Pomology Research*, 5 (2), 37-50. [In Persian]
46. Hosseini Farahi, M., Goodarzi, K., & Kavoosi, B. (2009). Correction of zn deficiency and increasing of yield via trunk injection method on grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv Askari. *Journal of Horticultural Sciences*, 23 (2), 108-118. **doi:10.22067/JHORTS4.V1388I2.2591.** [In Persian]
47. Jalil, M., & Karimi, R. (2022). The effect of combined application of nitrogen, zinc and manganese on yield and fruit qualitative characteristics of grape. *Iranian Journal of Plant Biology*, 13 (4), 33-56. **doi:10.22108/IJPB. 2022.133403.1284.** [In Persian]
48. Karimi, R., Koulivand, M., & 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. **doi:10.29252/jcpp.8.2.61.** [In Persian]
49. Song, C. Z., Liu, M. Y., Meng, J. F., Chi M., Xi, Z. Mei., & Zhang, Z. W. (2015). Promoting effect of foliage sprayed zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifera* cv. Merlot growing on zinc deficient soil. *Molecules*, 20 (2), 2536-2554. **doi: 10. 3390/molecules20022536.**
50. Abou Nasr, M. K., Hennawy, H. M., Samaan, M. S. F., Salaheldin, T. A., Yazied, A. A., & Kereamy, A. (2021). Using zinc oxide nanoparticles to improve the color and berry quality of Table grapes Cv. Crimson Seedless. *Plants*, 10 (7), 1-14. **doi:10.3390/ plants 10071285.**
51. Swietlik, D. (2001). Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. *In International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants*, 594, 123-129. **doi:10.17660/Acta Hortic.2002.594.11.**