# بهبود کیفیت انگور رقم یاقوتی با استفاده از ریزمغذی‌های آهن و روی

منصور فاضلی رستم پور[۱]


## چکیده

با هدف افزایش کیفیت انگور رقم یاقوتی به‌عنوان تنها محصول باغی منطقه سیستان و همچنین انتقال دانش فنی کود دهی و تغذیه به تاک‌داران این منطقه، آزمایشی طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲ انجام شد. اثر روش‌های کود دهی شامل ۱- کنترل یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن ۳- چال کود عناصر روی و آهن ۴- چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و همچنین تأثیر مرحله کود دهی شامل ۱-تورم جوانه‌ها ۲-ظهور خوشه ۳-تغییر رنگ خوشه ۴- خزان بر انگور رقم یاقوتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که صفات ویتامین ث، اسیدیته آب‌میوه، مواد جامد محلول، درصد رنگ گیری خوشه، شاخص طعم نسبت قند به اسید و شاخص طعم BrimA در شرایط چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و در مرحله تغییر رنگ خوشه نسبت به کنترل به ترتیب به میزان ۳۰، ۲۲/۵، ۱۶/۵، ۲۲/۳، ۶۶/۵ و ۲۴/۸ درصد افزایش یافت. همچنین صفت اسید قابل تیتراسیون در شرایط کنترل نسبت به چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و در مرحله ظهور خوشه به میزان ۳۶/۶ درصد افزایش یافت. به‌طورکلی محلول‌پاشی همراه با چال کود عناصر آهن و روی در مرحله تغییر رنگ خوشه باعث افزایش دو شاخص طعم شامل نسبت قند به اسید و BrimA شد و بیشترین تأثیر را بر سایر صفات کیفی ازجمله ویتامین ث، اسیدیته آب‌میوه، مواد جامد محلول و درصد رنگ گیری خوشه داشت.


**واژه‌های کلیدی:** اسید قابل تیتراسیون، شاخص طعم BrimA، شاخص طعم نسبت قند به اسید، مواد جامد محلول

## بیان مسئله

انگور رقم یاقوتی، رقم غالب تاکستان های سیستان، جزء انگورهای بی‌دانه، مناسب تازه خوری، زودرس و نوبر بوده که در شرایط کمبود میوه به بازار می‌آید و به همین دلیل نیز ارزش بالایی دارد؛ اما باید توجه داشت که رقم یاقوتی نیز مانند سایر ارقام داخلی عملکرد کمتری نسبت به استاندارد جهانی دارد. با در نظر گرفتن محدودیت‌های اقلیمی، افزایش عملکرد در این منطقه مستلزم افزایش اطلاعات و دانش فنی تولید و انتقال آن به کارشناسان مروج پهنه‌ها و تولیدکنندگان می‌باشد. انگور رقم یاقوتی علاوه بر توسعه کاشت در مناطق سردسیر و معتدل، در مناطق نیمه گرمسیری مانند سیستان از دیرباز موردتوجه و استقبال فراوان مردم بوده است (فاضلی رستم پور، ۱۳۹۹).

مدیریت بهینه کاربرد عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد تاک برای دستیابی به محصول اقتصادی و باکیفیت یکی از دغدغه‌های تاک‌داران است. 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 قرار داده و درنتیجه کارایی مصرف کودهای گوناگون را افزایش داده و وضعیت تغذیه‌ای گیاه را بهتر نمود. در اوایل بهار که نیاز گیاه به مواد غذائی زیاد است، به علت گسترش محدود سیستم ریشه و همچنین سرما، جذب ضعیف بوده و مواد غذائی از طریق ریشه جذب نمی‌شود، همچنین در مراحل زایشی به علت رقابت اندام‌های زایشی برای جذب کربوهیدرات‌ها، رشد کم شده و محلول‌پاشی باعث کاهش رقابت

[۱] استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران.

می‌شـــود (وطن‌خواه و همکـاران، ۱۳۹۵). یکی از مهم‌ترین مراحل کاربرد کودها، مرحله تشـــکیل میوه اســت (شـهابی فر و مسـتشـاری، ۱۴۰۰). روش کود دهی در مدیریت تغذیه‌ی گیاهان اهمیت زیادی دارد. یکی از بهترین، مؤثرترین و ساده‌ترین روش‌های کود دهی، روش چال کود اسـت (مسـتشـاری، ۱۳۹۱). از طرف دیگر بـا توجـه بـه رانـدمـان پـایین جـذب ریزمغذی‌ها از طریق خاک، محلول‌پاشـــی ازجمله روش‌های مکمل کود دهی در باغبانی اسـت که نقش بسیار مهمی در بهبود جذب عناصر دارد (شهابی فر و مستشاری، ۱۴۰۰).

در تغذیه گیاهان، آهن مهم‌ترین ریزمغذی در بافت‌های تاک است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۷). آهن یک عنصـر ریزمغذی بسـیار مهم اسـت که در سـنتز کلروفیل نقش داشـته و از طریق افزایش فتوسـنتز و تولید کربوهیدرات‌ها، کیفیت میوه را بهبود می‌بخشـد. با کمبود آهن، کلروفیل به مقدار کافی در برگ‌ها تشکیل نشده و به همین دلیل باعث کاهش فتوسنتز، تولید کربوهیدرات‌ها، افزایش رقابت بین رشد رویشی و زایشی و عملکرد میوه می‌گردد (وانگ و همکاران، ۲۰۲۲). عنصـر روی نقش کلیدی در سـاختار تعداد زیادی از آنزیم‌ها و پروتئین‌های مختلف داشـته و در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین، اکسین و همچنین در بافت‌های فتوسنتزی وجود داشته و جهت بیوسنتز کلروفیل موردنیاز است (کرامر و کلمنس، ۲۰۰۶). باکا و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که محلول‌پاشی عنصر روی منجر به افزایش میزان ویتامین ث در میوه انگور گردید. با توجه به متضاد بودن اثر قند و اسید بر طعم و همچنین حساسیت بیشتر زبان به اسید، شاخص BrimA بر پایه مقدار مواد جامد حل‌شـدنی و اسـید قابل تیتر ارائه گردیده است. BrimA شاخصی برای تعیین خوش‌طعمی انگور اسـت. شـاخص BrimA نسـبت به شـاخص طعم نسـبت قند به اسـید ارتباط نزدیک‌تری با مزه واقعی میوه را نشـان می‌دهد. این شاخص به مقدارهای کوچک‌تر اسید قابل تیتر نسبت به مواد جامد محلول اجازه می‌دهد تا تغییر عددی مشـابهی در BrimA و در جهت مخالف به وجود آورند (جوردن و همکاران، ۲۰۰۱).

خاک این منطقه ازنظر مواد آلی و عناصـر غذایی به‌خصـوص روی و آهن بسـیار فقیر اسـت. از طرف دیگر یکی از مشـکلات انگور رقم یاقوتی در منطقه سیستان عدم هرس مناسب خشک و سبز و درنتیجه تولید تعداد خوشـه‌های زیاد بر روی تاک اسـت که عدم تغذیه مناسب باعث کوچکی خوشه، رنگ گیری نامناسـب و اسـیدیته بالای میوه و درنتیجه کاهش بازارپسندی محصول می‌شود. با توجه به این‌که انگور یاقوتی تنها محصول باغی و محل تأمین معاش خانوار باغداران این منطقه اسـت، بنابراین هرگونه توصـیه به باغی و افزایش تولید و درآمد باعث کاهش مهاجرت و افزایش پایداری در این منطقه حسـاس و مرزی می‌گردد. با توجه به موارد فوق‌الذکر، تحقیق در مورد روش و زمان مصرف به‌موقع این عناصر و تأثیر آن‌ها بر خواص کیفی محصول انگور ضروری است. به‌طورکلی هدف از کاربرد ریزمغذی‌های آهن و روی، افزایش میزان عملکرد کمی و کیفی انگور رقم یاقوتی و انتقال دانش فنی کود دهی و تغذیه به تاک‌داران منطقه سیستان بود.

## روش اجرا

ارزیابی روش کود دهی و مرحله کاربرد آن بر انگور رقم یاقوتی ۱۲ ساله با سیستم تربیت خزنده و هرس کوتاه در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک واقع در منطقه سیستان طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲ انجام شد. شهرستان زهک

دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج آزمون خاک به شرح جدول ۱ بود. نتایج آزمون خاک نشان داد که بافت خاک در عمق ۳۰-۰ متوسط و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر سنگین بود. اسیدیته بالا (۷/۷۴)، 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**

| عمق (سانتی‌متر) | بافت | شوری (دسی زیمنس 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 | ۰/۷۸ | ۳/۵ |
| ۶۰-۳۰ | لوم-رسی-شنی | ۳/۶۵ | ۷/۸۷ | ۰/۲۶ | ۰/۰۵ | ۶/۲ | ۱۱۵ | ۰/۵۶ | ۳/۲ |

فاصله بین ردیف‌ها سه متر و فاصله روی ردیف‌ها دو متر بود. تاک‌ها 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 تکرارها، آب به یک اندازه وارد آن‌ها می‌شد. روش‌های کود دهی شامل ۱- شاهد یا عدم کاربرد عناصر روی و آهن ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن ۳- چال کود عناصر روی و آهن ۴- چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و مرحله کود دهی شامل ۱-تورم جوانه‌ها ۲- ظهور خوشه ۳-تغییر رنگ خوشه ۴- خزان هر سال به‌کاربرده شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. عناصر آهن و روی در حالت محلول‌پاشی به ترتیب ۳ و ۶ در هزار و در حالت چال کود به ترتیب ۲۰ و ۴۰ گرم برای هر تاک بود. کودهای آهن و روی مورداستفاده در حالت محلول‌پاشی به ترتیب کودهای آهن کلات Fe-EDTA سیزده درصد و سولفات روی و در حالت چال کود به ترتیب کودهای کلات آهن Fe-EDDHA شش درصد و سولفات روی بود. محلول‌پاشی با استفاده از دستگاه محلول‌پاش ۱۵ لیتری و به جهت کاهش خطر احتمال سوختگی، صبح‌ها طوری انجام شد (شکل ۱) 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 شاهد صرفاً از محلول آب و سیتویت استفاده شد. کود پایه در همه تیمارها ازجمله کنترل، بر اساس آزمایش خاک و به روش چال کود (حفر دو چاله به قطر ۳۰ و عمق ۴۰ 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 به ازای هر تاک) داده شد.

پس از رسیدگی کامل میوه (رنگ یاقوتی یکنواخت خوشه همراه با بریکس بالا) برای تعیین درصد رنگ گیری خوشه، از تقسیم تعداد حبه‌های کاملاً رنگ گرفته به تعداد حبه کل خوشه ضرب‌در

۱۰۰ ا ستفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان ویتامین ث میوه ها از روش تیتراسیون با محلول ۲ و ۴ -دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد (نگرا، ۱۳۸۷). مواد جامد قابل‌حل (TSS) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (شکل ۲) و اسیدیته‌ی آب‌میوه با استفاده ازpH متر دیجیتال در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان ا سید قابل تیترا سیون، ابتدا ع صارهٔ میوه از صافی عبور داده شد تا مواد معلق و زائد حذف شوند و سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول به‌دست‌آمده را درون ارلن ریخته و با افزودن آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. اسید قابل تیتر با اضافه کردن تدریجی سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالئین ثبت شد (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴). شاخص طعم یا درجه رسیدگی از تقسیم در صد مواد جامد محلول بر ا سید قابل تیترا سیون به دست آ مد. شاخص طعم BrimA از تفاضل حا صل ضرب ا سید قابل تیتر و مقدار ثابت k از مواد جامد محلول به دست آمد. ثابت K حساسیت زبان به اسید را نسبت به قند نشان می‌دهد که مقدار آن بسته به قندها و ا سیدهای ویژه هر میوه، به‌طورمعمول بین دو تا ۱۰ متغیر است که غالباً مقدار آن پنج در نظر گرفته می‌شود (جوردن و همکاران، ۲۰۰۱).

شکل ۱- محلول‌پاشی عناصر آهن و روی در تاکستان انگور رقم یاقوتی

شکل ۲- اندازه‌گیری مواد جامد قابل‌حل انگور رقم یاقوتی با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی

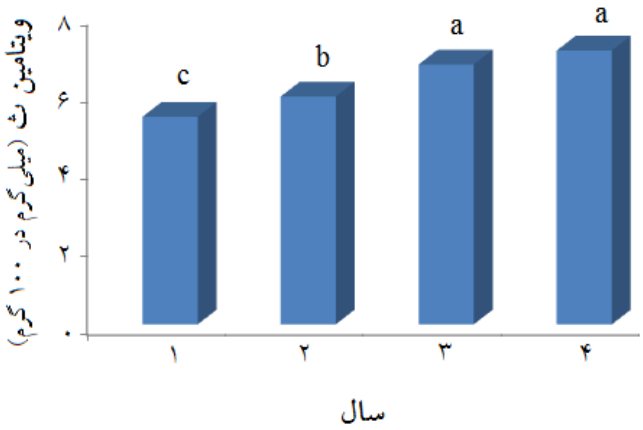
## معرفی دستاورد و راهکار

**ویتامین ث**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر مقدار ویتامین ث میوه انگور یاقوتی اثر داشتند. بیش‌ترین (۷/۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و کم‌ترین (۵/۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) مقدار ویتامین ث به ترتیب در شرایط چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه و شاهد بود که افزایش ۳۰ درصدی را نشان داد. کمترین مقدار ویتامین ث وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود (جدول ۲). بیشترین (۷/۰۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و کم‌ترین (۵/۳۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) مقدار ویتامین ث به ترتیب در سال چهارم و اول مشاهده شد که افزایش ۳۱/۹ درصدی را نشان داد (شکل ۳).

**جدول ۲- برهمکنش روش کود دهی و مرحله کود دهی بر صفات کیفی انگور رقم یاقوتی**

| تیمارها | | صفات | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| روش کود دهی | مرحله کود دهی | ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) | اسیدیته آب‌میوه | اسید قابل تیتراسیون | مواد جامد محلول (بریکس) | رنگ گیری خوشه (درصد) | شاخص طعم (نسبت قند به اسید) | شاخص طعم (BrimA) |
| | تورم جوانه‌ها | ۵/۵۳$^{e}$ | ۳/۲۴$^{e}$ | ۰/۵۶$^{a}$ | ۱۷/۰۰$^{d}$ | ۸۰/۱۷$^{e}$ | ۳۰/۵۶$^{f}$ | ۱۴/۲۱$^{e}$ |
| عدم کاربرد عناصر | ظهور خوشه | ۵/۵۱$^{e}$ | ۳/۲۵$^{e}$ | ۰/۵۵$^{a}$ | ۱۷/۰۲$^{d}$ | ۸۰/۰۸$^{e}$ | ۳۰/۷۰$^{f}$ | ۱۴/۲۴$^{e}$ |
| روی و آهن | تغییر رنگ | ۵/۵۲$^{e}$ | ۳/۲۹$^{e}$ | ۰/۵۶$^{a}$ | ۱۷/۰۵$^{d}$ | ۸۰/۲۸$^{e}$ | ۳۰/۶۴$^{f}$ | ۱۴/۲۶$^{e}$ |
| | خزان | ۵/۵۰$^{e}$ | ۳/۲۵$^{e}$ | ۰/۵۴$^{ab}$ | ۱۷/۰۴$^{d}$ | ۸۰/۲۲$^{e}$ | ۳۱/۹۱$^{ef}$ | ۱۴/۳۳$^{e}$ |
| | تورم جوانه‌ها | ۶/۱۸$^{cd}$ | ۳/۴۰$^{de}$ | ۰/۴۹$^{cdef}$ | ۱۷/۷۵$^{bc}$ | ۸۵/۵۲$^{cd}$ | ۳۵/۶۸$^{de}$ | ۱۵/۲۵$^{de}$ |
| محلول‌پاشی عناصر | ظهور خوشه | ۶/۲۲$^{cd}$ | ۳/۵۷$^{cd}$ | ۰/۵۰$^{bcde}$ | ۱۷/۸۴$^{bc}$ | ۸۷/۱۲$^{cd}$ | ۳۵/۵۱$^{de}$ | ۱۵/۳۲$^{de}$ |
| روی و آهن | تغییر رنگ | ۶/۸۷$^{ab}$ | ۳/۹۵$^{ab}$ | ۰/۴۵$^{gh}$ | ۱۹/۷۱$^{a}$ | ۹۶/۶۷$^{a}$ | ۴۴/۲۸$^{b}$ | ۱۷/۴۷$^{ab}$ |
| | خزان | ۵/۹۹$^{d}$ | ۳/۳۳$^{de}$ | ۰/۵۲$^{abcd}$ | ۱۷/۲۱$^{cd}$ | ۸۳/۹۴$^{de}$ | ۳۳/۲۸$^{def}$ | ۱۴/۶۰$^{de}$ |
| | تورم جوانه‌ها | ۶/۱۹$^{cd}$ | ۳/۴۸$^{de}$ | ۰/۴۹$^{def}$ | ۱۷/۷۵$^{bc}$ | ۸۷/۹۶$^{cd}$ | ۳۶/۱۲$^{de}$ | ۱۵/۲۷$^{de}$ |
| چال کود عناصر | ظهور خوشه | ۶/۳۳$^{cd}$ | ۳/۴۶$^{de}$ | ۰/۵۰$^{bcde}$ | ۱۸/۱۱$^{bc}$ | ۸۹/۴۰$^{bc}$ | ۳۶/۱۷$^{de}$ | ۱۵/۶۰$^{cd}$ |
| روی و آهن | تغییر رنگ | ۶/۷۹$^{ab}$ | ۳/۸۹$^{ab}$ | ۰/۴۵$^{g}$ | ۱۹/۵۱$^{a}$ | ۹۴/۷۸$^{a}$ | ۲۳/۳۱$^{b}$ | ۱۷/۲۴$^{ab}$ |
| | خزان | ۶/۰۲$^{d}$ | ۳/۳۲$^{de}$ | ۰/۵۴$^{abc}$ | ۱۷/۲۸$^{c}$ | ۸۴/۵۰$^{cde}$ | ۳۲/۴۰$^{ef}$ | ۱۴/۵۹$^{de}$ |
| چال کود عناصر | تورم جوانه‌ها | ۶/۲۱$^{cd}$ | ۳/۵۶$^{dc}$ | ۰/۴۷$^{efg}$ | ۱۷/۸۰$^{bc}$ | ۸۶/۳۸$^{cd}$ | ۳۷/۸۵$^{cd}$ | ۱۵/۴۳$^{de}$ |
| روی و آهن+ | ظهور خوشه | ۶/۶۰$^{bc}$ | ۳/۷۲$^{bc}$ | ۰/۴۶$^{gf}$ | ۱۸/۹۰$^{ab}$ | ۹۳/۶۷$^{ab}$ | ۴۱/۵۵$^{bc}$ | ۱۶/۶۰$^{bc}$ |
| محلول‌پاشی عناصر | تغییر رنگ | ۷/۱۵$^{a}$ | ۳/۹۷$^{a}$ | ۰/۴۱$^{h}$ | ۱۹/۸۰$^{a}$ | ۹۷/۹۶$^{a}$ | ۵۰/۸۹$^{a}$ | ۱۷/۷۳$^{a}$ |
| روی و آهن | خزان | ۶/۰۸$^{d}$ | ۳/۳۹$^{de}$ | ۰/۵۳$^{abcd}$ | ۱۷/۴۱$^{c}$ | ۸۵/۱۱$^{cde}$ | ۳۲/۶۵$^{ef}$ | ۱۷/۷۴$^{de}$ |

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



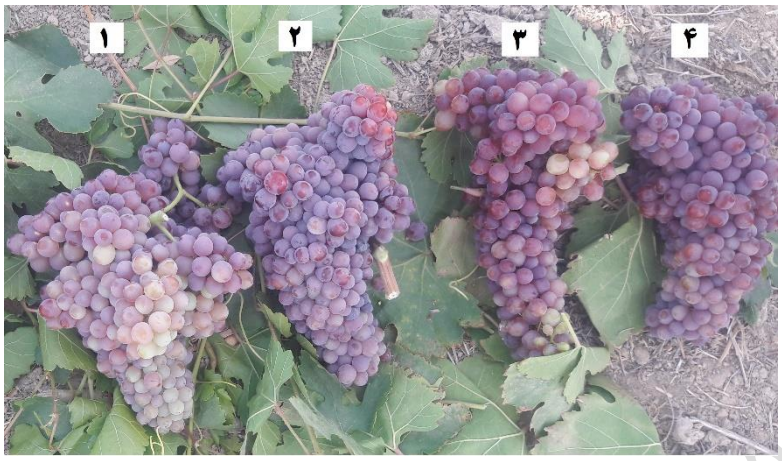

شکل ۳- اثر سال بر صفت ویتامین ث میوه‌ی انگور رقم یاقوتی

**اسیدیته آب‌میوه**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر اسیدیته آب‌میوه انگور رقم یاقوتی اثر داشتند. بیش‌ترین (۳/۹۷) و کم‌ترین (۳/۲۴) اسیدیته آب‌میوه به ترتیب در شرایط چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه و شاهد بود که افزایش ۲۲/۵ درصدی را نشان داد. همچنین کمترین اسیدیته آب‌میوه وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود (جدول ۲).

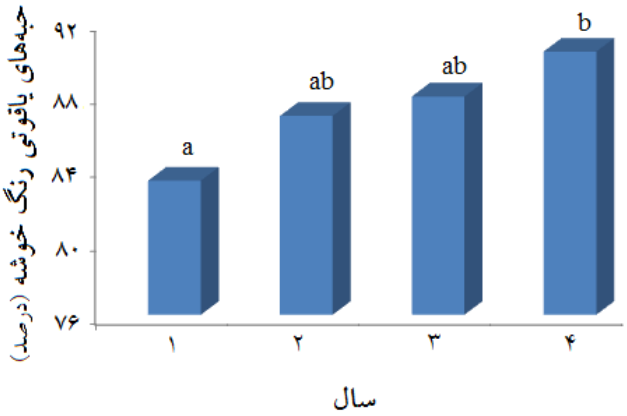
**اسید قابل تیتراسیون**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر میزان اسید قابل تیتراسیون آب‌میوه انگور رقم یاقوتی اثر داشتند. بیش‌ترین (۰/۵۶ درصد) و کم‌ترین (۰/۴۱ درصد) اسید قابل تیتراسیون به ترتیب در شرایط شاهد و چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه بود که افزایش ۳۶/۶ درصدی را نشان داد (جدول ۲). صفت اسید قابل تیتراسیون در سال‌های آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت.

**مواد جامد محلول**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر مقدار مواد جامد محلول آب‌میوه انگور رقم یاقوتی اثر داشتند. بیش‌ترین (۱۹/۸ واحد بریکس) و کم‌ترین (۱۷ واحد بریکس) مواد جامد محلول به ترتیب در شرایط چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه و شاهد بود که افزایش ۱۶/۵ درصدی را نشان داد. کمترین مواد جامد محلول وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود (جدول ۲). صفت مواد جامد محلول در سال‌های آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت.

**درصد رنگ‌گیری خوشه**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر درصد رنگ گیری خوشه اثر داشتند. بیش‌ترین (۹۷/۹۶) و کم‌ترین (۸۰/۰۸) درصد رنگ گیری خوشه به ترتیب در شرایط چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه و شاهد بود که افزایش ۲۲/۳ درصدی را نشان داد. کمترین درصد رنگ گیری خوشه وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود (جدول ۲ و شکل ۴). صفت درصد رنگ گیری خوشه بین سال‌های اول، دوم و سوم و همچنین سال‌های دوم با سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین (۹۰/۳۶) و کم‌ترین (۸۳/۳۲) درصد رنگ گیری خوشه به ترتیب در سال چهارم و اول مشاهده شد که افزایش ۸/۵ درصدی را نشان داد (شکل ۵).




شکل ۴- اثر تیمارهای: ۱- عدم کاربرد عناصر روی و آهن ۲- محلول‌پاشی عناصر روی و آهن ۳- چال کود عناصر روی و آهن ۴- چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر درصد رنگ گیری خوشه




شکل ۵- اثر سال بر صفت درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه انگور رقم یاقوتی

**شاخص طعم (نسبت قند به اسید)**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر شاخص طعم میوه انگور رقم یاقوتی اثر داشتند. بیش‌ترین (۵۰/۸۹) و کم‌ترین (۳۰/۵۶) شاخص طعم به ترتیب در شرایط چال کود عناصر روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه و شاهد بود که افزایش ۶۶/۵ درصدی را مشاهده گردید. بیشترین شاخص طعم در شرایط چال کود عناصر روی و آهن، محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و در شرایط چال کود + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها بود. کمترین شاخص طعم وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود (جدول ۲). اثر سال بر صفت شاخص طعم معنی‌دار نبود.

**شاخص طعم (BrimA)**: روش کود دهی و مرحله کود دهی بر شاخص طعم میوه انگور رقم یاقوتی اثر داشتند. بیش‌ترین (۱۷/۷۳) و کم‌ترین (۱۴/۲۱) شاخص طعم به ترتیب در شرایط چال کود عناصر

روی و آهن + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه و شاهد بود که افزایش ۲۴/۸ درصدی را مشاهده گردید. بیشترین شاخص طعم (BrimA) در شرایط چال کود عناصر روی و آهن، محلول‌پاشی عناصر روی و آهن و در شرایط چال کود + محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله تورم جوانه‌ها بود. کمترین شاخص طعم وقتی مشاهده شد که ریزمغذی‌های روی و آهن بکار برده نشده بود (جدول ۲). صفت شاخص طعم بین سال‌های آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت.

کاربرد کودهای آهن و روی در مرحله ظهور خوشه باعث بیشترین درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه، مواد جامد محلول، اسیدیته‌ی آب‌میوه، ویتامین ث، شاخص طعم نسبت قند به اسید و شاخص طعم BrimA و کم‌ترین اسید قابل تیتراسیون گردید. شکل ظاهری و رنگ میوه اولین شاخصی است که برای خریدار دارای اهمیت است و به بافت، طعم و مزه در مرحله بعد توجه خواهد شد. با محلول‌پاشی همراه با چال کود عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه، درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه به میزان ۲۲/۳ درصد افزایش یافت. به‌عبارت‌دیگر کاربرد این دو کود در زمان مناسب و به روش مناسب باعث افزایش کیفیت و بازارپسندی انگور رقم یاقوتی گردید. با توجه به این‌که قندها عمده‌ترین ماده جامد محلول در آب‌میوه هستند، توسط مواد جامد محلول تخمین زده می‌شوند. با رسیدن میوه، اسید تبدیل به قند می‌شود و تجمع قندها در میوه افزایش‌یافته و باعث افزایش کیفیت میوه انگور رقم یاقوتی می‌شود. کاربرد ریزمغذی آهن باعث افزایش کلروفیل برگ شده و به همین دلیل، باعث افزاش فتوسنتز، تولید کربوهیدرات‌ها و قندها و افزایش رنگ گیری میوه انگور رقم یاقوتی می‌گردد (شی و همکاران، ۲۰۱۸).

همچنین 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 و قندها می‌شود (اسویتلیک، ۲۰۰۱)؛ بنابراین محلول‌پاشی انگور رقم یاقوتی با آهن و روی منجر به افزایش شدت فتوسنتز گیاه شده و درنتیجه تولید کربوهیدرات و انتقال آن به ریشه، برگ و میوه را افزایش داد. با افزایش میزان قند در میوه انگور رقم یاقوتی، نسبت قند به اسید افزایش‌یافته که منجر به بهبود شاخص طعم شد. هر دو شاخص طعم موردمطالعه در این آزمایش با محلول‌پاشی همراه با چال کود عناصر روی و آهن در مرحله تغییر رنگ خوشه افزایش یافت و درنتیجه منجر به بهبود خصوصیات کیفی خوشه گردید.

## توصیه ترویجی

۱- محلول‌پاشی عناصر آهن و روی به ترتیب ۳ و ۶ در هزار برای هر تاک و در حالت چال کود به ترتیب ۲۰ و ۴۰ گرم برای هر تاک در مرحله تغییر رنگ خوشه بیشترین تأثیر را بر سایر صفات کیفی ازجمله ویتامین ث، اسیدیته آب‌میوه، مواد جامد محلول و درصد رنگ گیری خوشه داشت و باعث افزایش دو شاخص طعم شامل نسبت قند به اسید و BrimA شد.

۲- طوفان‌های شدید باعث تربیت انگور رقم یاقوتی در منطقه سیستان به‌صورت خزنده می‌شود. این عامل باعث پوشش زیاد برگ‌ها بر روی‌هم و سایه‌اندازی شده و درنتیجه نفوذ نور خورشید را مختل می‌نماید. از طرف دیگر انگور یاقوتی رقمی زودرس است که در صورت عدم توجه به هرس زمستانه و همچنین هرس سبز، رشد رویشی زیادی نموده که باعث کاهش نفوذ نور به داخل

تاک می‌گردد که این عامل نیز باعث کاهش رنگ گیری خوشه، کاهش قند در میوه و افزایش اسید و درنتیجه کاهش بازارپسندی آن می‌شود. بدیهی است که عدم توجه به این مورد مهم تأثیر کاربرد کودها را به میزان زیادی کاهش می‌دهد.

۳- دوره شکفتن جوانه تا رسیدن محصول انگور رقم یاقوتی در منطقه سیستان کوتاه است و نیازمند توجه به این نکته بسیار مهم در مدیریت بهنگام تغذیه انگور است.

۴- با به‌کارگیری روش و زمان مناسب کاربرد کودها در تاکستان، شرایط تاکستان بهبودیافته، به‌طوری‌که صفات ویتامین ث و درصد حبه‌های یاقوتی رنگ خوشه انگور رقم یاقوتی نسبت به سال اول بهبود یافت.

۵- روش و زمان مناسب کاربرد کودها در تاکستان باعث افزایش شاخص طعم انگور رقم یاقوتی می‌گردد. به‌عبارت‌دیگر بازارپسندی و محصول درجه‌یک را افزایش می‌دهد.

## منابع


۱- شهابی فر، ج.، و مستشاری، م. ۱۴۰۰. ضرورت محلول‌پاشی پاییزه و زمستانه در افزایش تشکیل گل و جلوگیری از ریزش حبه های انگور. مجله ترویجی انگور. ۳۵-۲۸:(۳)۱.

۲- فاضلی رستم پور، م. ۱۳۹۹. تأثیر رژیم آبیاری و هرس سبز بر برخی صفات کیفی، فیزیولوژیک و عملکرد انگور رقم یاقوتی. نشریه علوم باغبانی. ۱۹۶-۱۸۵:(۱)۳۴.

۳- کریمی، ر.، م. کولیوند، و رسولی، م. 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. ۷۸-۶۱:(۲)۸.

۴- محمودی، ز.، س. قیاسوند، و کریمی، ر. ۱۳۹۹. تأثیر محلول‌پاشی برگی نانوکلات‌آهن و منگنز بر محتوای قند، آنتوسیانین و اسید آسکوربیک حبه‌های انگور بی‌دانه سفید طی مراحل غوره‌گی و رسیدن. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۴۳۸-۴۲۵:(۹)۳۶.

۵- مستشاری، م. ۱۳۹۱. تأثیر روش‌های مختلف کود دهی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی انگور در قزوین. پژوهشنامه کشاورزی و منابع طبیعی. ۳۹-۳۵:(۲)۱۴.

۶- مستوفی، ی، و نجفی، ف. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۶ صفحه.

۷- وطن‌خواه، ا.، ع. محمدخانی، س. هوشمند، و کیانی، ش. ۱۳۹۵. بررسی اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژی، کمیت و کیفیت میوه انگور رقم عسکری. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۱۹-۱۰۷:(۲۲)۶.

8- Baka A., Olympios C.M., Drosopoulos J., & Passam H.C. 2010. Effect of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. Scientia Horticulture, 95: 175-183.

9- Jordan, R.B., Seeleye, R.B., & McGlone, V. A. 2001. A sensory-based alternative to Brix/acid ratio. Food Technol, 55: 36–38.

10- Kramer, U. & Clemens, S. 2006. Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification. Springer, Berlin, Germany. Pp: 215–271.

11- Nagra, S. 2006. Fate of vitamin C in commercial fruit juices. Postgraduate Diploma in Applied Science, Auckland University of Technology.
12- 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.
13- Swietlik, D. 2001. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. In International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, 594: 123-129.
14- 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.

مجله ترویجی انگور