تأثیر محلول‌پاشی برگی نانوکلات‌آهن و منگنز بر محتوای قند، آنتوسیانین و اسید آسکوربیک حبه‌های انگور بیدانه‌سفید طی مراحل غوره‌گی و رسیدن

زهرا محمودی[۱]، سعیده قیاسوند[۱] و روح الله کریمی[۲،*]

[۱]گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر، [۲]گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۷/۲۰)

چکیده

تغذیه برگی یک روش سریع و کارآمد جهت تأمین نیاز غذایی تاک به‌ویژه در مراحل بحرانی رشد است. در این پژوهش اثر محلول‌پاشی نانوکلات آهن و منگنز هرکدام در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱درصد) بر برخی صفات کیفی انگور رقم "بیدانه‌سفید" در دو مرحله غوره‌گی و رسیدگی کامل ارزیابی شد. بر اساس نتایج میزان اسیدیته (pH)، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل‌تیتر (TA)، اسید آسکوربیک و آنتوسیانین حبه‌های انگور طی مرحله غوره‌گی تحت تاثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی آهن قرار گرفت. همچنین اثرات سطوح مختلف منگنز در مرحله غوره‌گی تاثیر معنی‌داری بر صفات pH، اسیدیته قابل‌تیتر، میزان مواد جامد محلول و اسید آسکوربیک داشت، اما اختلاف معنی‌داری در میزان آنتوسیانین با نمونه‌های شاهد مشاهده نشد. کمترین میزان pH (۲/۵) مربوط به نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی و بیشترین میزان (۳/۷۵) مربوط به تیمار آهن یک درصد در مرحله رسیدگی بود. همچنین کمترین میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون (۰/۹ درصد) مربوط به تیمار آهن ۱ درصد در مرحله رسیدگی و بیشترین میزان این صفت کیفی(۱/۷۵ درصد) مربوط به تاک‌های شاهد در مرحله غوره‌گی بود. کمترین میزان مواد جامد محلول (^{0}Brix ۹)، مربوط به نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی و بیشترین میزان این صفت کیفی (^{0}Brix ۲۵/٤) مربوط به تیمار منگنز ۱ درصد در مرحله رسیدگی بود. همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان آنتوسیانین (۰/۰۲ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن میوه) مربوط به نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی و بیشترین میزان آنتوسیانین (۰/۰۷۱ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن میوه) مربوط به تیمار منگنز ۰/۵ درصد در مرحله رسیدگی بود. بیشترین میزان اسید آسکوربیک (۲٤/٦ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن حبه) مربوط به تیمار منگنز ۱ درصد در مرحله رسیدگی و کمترین میزان این صفت کیفی (۹/۰٤ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن حبه) مربوط به تاک‌های شاهد در مرحله غوره‌گی بود. به طور کلی بر اساس نتایج محلول‌پاشی نانوکلات آهن و منگنز منجر به بهبود شاخص‌های کیفی میوه انگور طی دو مرحله غوره‌گی و رسیدگی کامل شد.

کلمات کلیدی: اسید آسکوربیک، انگور، آنتوسیانین، محلول‌پاشی، منگنز.

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) گونه‌ای متعلق به راسته انگورسانان و تیره ویتاسه (Vitaceae) میباشد (Keller, 2010). تیره مذکور دارای دو زیر جنس به نام‌های موسکادینه (Muscadinae) و ائوویتیس (Euvitis) است. تمام انگورهای ایران متعلق به گونه وینیفرا هستند. انگور یکی از مهمترین محصولات باغی کشت شده در سراسر جهان است که دارای اهمیت اقتصادی بوده و ارقام ژنتیکی آن در سراسر جهان گسترش یافته است

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: R.Karimi@malayeru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

(Walker *et al*., 1981). این میوه در سال‌های گذشته به‌عنوان مواد افزودنی بیولوژیکی و مکمل‌های غذایی تجاری شده است (Georgiev *et al*., 2014). این میوه به صورت تازه و یا به صورت محصولات مشتق شده آنها مورد استفاده قرار میگیرد و به‌عنوان یک منبع غنی از ترکیبات پلی‌فنولیک در نظر گرفته می‌شود (Fraige *et al*., 2014). این ترکیبات یکی از فاکتورهای اصلی کیفیت انگور و فراورده‌های آن (رنگ، واکنش‌های اکسیداسیونی، تعامل با پروتئین‌ها، خاصیت ضد پیری و ویژگی‌های چشایی نظیر گسی و تلخی آن) هستند (Figueiredo-Gonzalez *et al*., 2012). از آنجا که این محصول به‌عنوان یک منبع مهم آنتی اکسیدانی نظیر اسید آسکوربیک‌ها، فنول‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و متابولیت‌های درون‌زا در نظر گرفته میشود، از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار است (Anastasiadi *et al*., 2010). انگور رقم بیدانه سفید به علت عملکرد و کیفیت بالا و مقاومت نسبی به آفات و بیماری‌ها مورد توجه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد عدم تغذیه‌ی مناسب تاک، شرایط برداشت و نگهداری نامناسب وعدم بسته‌بندی‌های استاندارد عامل کاهش کیفیت محصول انگور خواهد بود. بنابراین با توجه به اهمیت نقش تغذیه در بهبود کمّی و کیفی محصول که باعث بهبود رنگ، طعم، شکل میوه، کاهش ریزش میوه، افزایش مقاوت در برابر آفات و بیماری‌ها، افزایش ترکیبات ثانوی کل میوه، تعادل دهنده‌ی شرایط فیزیولوژی برای ماندگاری و ایجاد مقاومت در برابر سرما می‌گردد، می‌توان اظهار داشت تغذیه‌ی صحیح محصولات باغی نقش مهمی در بهبود کیفیت، کاهش ضایعات و طولانی کردن عمرانباری محصولات برداشت شده دارد. هر کدام از عناصر ضروری گیاه به نوبه‌ی خود نقش مهمی را ایفا می‌کند.

در بین عناصر تغذیه‌ای مورد نیاز انگور، آهن (Fe) نقش مهمی در بیوسنتز کلروفیل، سنتز تیلاکوئید و توسعه کلروپلاست دارد. آهن فرآوان‌ترین ریزمغذی در بافت‌های تاک است (Gartel, 1993). مهم‌ترین نقش آهن در سیستم‌های آنزیمی است که در آنها (هِم) به عنوان یک گروه پروستتیک عمل میکند. نقش این عنصر در فعالیت برخی از آنزیم‌ها نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به‌خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (Ruiz *et al*., 2000). با اینکه محتوای آهن کل موجود در خاک‌ها بسیار بیشتر از نیاز گیاهان می‌باشد، فراهمی زیستی آن محدود بوده که سبب کلروز می‌شود (Guerinot and Yi, 1994). از آنجا که خاک‌های آهکی حدود ۳۰ درصد از سطح زمین را می‌پوشاند، می‌توان گفت که کلروز ناشی از فقر آهن در حدود ۳۰ درصد محصولات زراعی سراسر جهان مشهود است. مقادیر زیاد آهک، قلیایی‌بودن، تراکم بالای خاک، کمبود ماده آلی و تهویه ضعیف از عوامل کاهش جذب آهن در این خاک‌ها شده است (Li *et al*., 2005). کلروز ناشی از فقر آهن یک اختلال مهم تغذیه‌ای در خاک‌های آهکی به شمار می‌رود (Alvarez-Fernandez *et al*., 2006)، که سبب کاهش در مقادیر کلروفیل، رشد رویشی و همچنین کاهش در عملکرد و کیفیت میوه می‌شود. بخش بزرگی از خاک‌های زراعی کشور، حاوی مقادیر زیادی از کربنات‌کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن، روی، فسفر و غیره می‌شود که سبب کاهش عملکرد و کیفیت محصولات باغی خواهد شد (Mengel and Kirkby, 2001). بنابراین کاربرد برگی کود آهن (محلول‌پاشی) روشی است که هر سال برای کنترل فقر آهن به کار می‌رود (Abadia *et al*., 2011). تا کنون کاربرد جداگانه پتاسیم و آهن در ارقام مختلف انگور سبب افزایش مواد جامد محلول شده است (Pestana *et al*., 2003; Rogiers *et al*., 2006; El-Razek *et al*., 2011; Karimi, 2017).

منگنز از عناصر ضروری و کم مصرف در تغذیه گیاهان محسوب می‌شود. این عنصر غیرمتحرک بوده و در مسیر فتوسنتز و واکنش‌های تجزیه آب جهت تولید اکسیژن مؤثر است، چرا که این عنصر در واکنش‌های اکسایش و احیا نقش مهمی دارد. منگنز به عنوان فعال‌کننده برخی آنزیم‌ها مانند دکربوسیلازها، دهیدرژنازها و ترانسفرازها، به طور غیرمستقیم در چرخه تری کربوکسیلیک اسید در مسیر اسید شیکمیک دخیل است که منجر به سنتز اسید آمینه‌های معطر توسط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

تشکیل فنونیک اسید، و در نهایت سنتز فلاونوئیدها و استیل‌بن‌ها می‌شود (Muzolf-Panek *et al*., 2017). این عنصر همچنین مسئول پاسخ آنتی‌اکسیدانی گیاه به عنوان یک کوفاکتور وابسته به سوپر اکسید دیسموتاز (Mn-SOD) یا کاتالاز (Mn-Catalase) است (Lidon *et al*., 2004; Ducic and Polle, 2005; Humphries *et al*., 2007). هر دو وضعیت کمبود و تغذیه بیش از حد منگنز باعث مشکلات شدید فیزیولوژیکی در گیاهان می‌شود. به طوری که کمبود آن فرایند فتوسنتز را مختل می‌کند، به عنوان مثال: تجزیه‌آب و انتقال الکترون به فتوسیستم II. در حالی‌که تغذیه بیش از حد منگنز ممکن است به دستگاه فتوسنتزی آسیب برساند، که به طور قابل توجهی باعث کاهش فتوسنتز و محتوای کلروفیل در برگ‌ها می‌شود (Millaleo *et al*., 2010; Lee *et al*., 2011; kleiber, 2014). همچنین گزارش شده است که تحت کمبود یا تغذیه بیش از حد منگنز گیاهان نمی‌توانند به طور موثری تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را کنترل کنند (Shenker *et al*., 2004; Boojar and Goodarzi, 2008). از این رو دستیابی به غلظت بهینه منگنز برای افزایش کیفیت و عملکرد گیاهان بسیار حائز اهمیت است. محلول‌پاشی عناصر بور، منگنز، روی و مس در بهار در انگور باعث افزایش عملکرد انگور و میزان قند حبه‌ها و کاهش اسیدکل شده است (Pahlavan *et al*., 2003). انگور بیدانه سفید یکی از ارقام غالب در بسیاری از تاکستان‌های کشور است که دارای قابلیت تازه خوری و تهیه کشمش می‌باشد. هر ساله بخش قابل توجهی از عناصر تغذیه‌ای همراه با برداشت میوه و نیز با انجام هرس از تاک‌ها حذف می‌شود در حالی که کوددهی بعد از برداشت به ندرت انجام می‌شود (Karimi, 2014; Karimi, 2017). در این راستا تغذیه صحیح باغات یکی از اهداف مدیریتی است که ضمن تولید محصول باکیفیت و پایدار می‌تواند بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولید را کاهش دهد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات شاخص های کیفی میوه در پاسخ به کاربرد برگی آهن و منگنز طی دو مرحله نموی میوه شامل غوره‌گی و رسیدگی کامل انجام شد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، برخی ویژگی‌های کیفی انگور رقم "بیدانه‌سفید" در دو مرحله غوره‌گی و رسیدگی کامل، در یک قطعه باغ تجاری واقع در روستای بهاره از توابع شهرستان ملایر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تحت محلول‌پاشی آهن و نانوکلات منگنز در سه سطح ۰، ۰/۵ و ۱ درصد قرار گرفتند. عملیات محلول‌پاشی به صورت جداگانه طی سه مرحله شامل یک، سه و پنج هفته بعد از ریزش جام-گل صورت گرفت.

برای اندازه گیری میزان pH، مقدار ۱۰ سی‌سی از آب میوه مربوط به هر تکرار، صاف و سپس توسط pH متر دیجیتالی مدل (AZ 86552)، pH عصاره اندازه‌گیری گردید. همچنین مواد جامد محلول توسط دستگاه رفرکتومتر (مدل Atago، ژاپن) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. برای این کار یک قطره از عصاره میوه بر روی منشور دستگاه قرار داده شد و با قرار دادن دستگاه رو به سمت نور، شکست نور که عدد آن معرف درجه بریکس است به‌دست آمد.

برای اندازه‌گیری میزان اسید قابل تیتراسیون، ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره پالایش شده را داخل ارلن ریخته و با اضافه نمودن آب‌مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. اسید قابل تیتر با اضافه‌کردن تدریجی سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل‌فتالئین ثبت شد. اسید تارتاریک به عنوان اسید مبنای محاسبه درصد اسیدیته لحاظ شد (Ayala-Zavala *et al*., 2007).

برای سنجش آنتوسیانین، یک گرم از بافت تر میوه برداشته و در ۱۰میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول: کلریدریک اسید ۱:۹۹)، با استفاده از هاون بخوبی ساییده و عصاره‌گیری شد. عصاره حاصل پس از همگن شدن با استفاده از سانتریفوژ (مدل KZ۳۲۶، نمایندگی Hettich آلمان) در دمای اتاق، با دور ۶۰۰۰rpm و در مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. میزان جذب عصاره رویی در ۵۳۰ نانومتر و با استفاده از شاهد متانول اسیدی با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۱۲۰۰-uv) تعیین شد. نتایج به صورت میلی‌گرم بر گرم وزن تر مورد بررسی قرار گرفت (Masukasu *et al*., 2003).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

برای اندازه‌گیری اسید آسکوربیک (ویتامین ث) میوه‌ها، مقدار ۱/۲۷ گرم ید را با ۱٦/٦ گرم یدید پتاسیم در آب مقطر مخلوط و حجم آن به یک لیتر رسانده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه صاف‌شده را با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده و یک میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱درصد به آن اضافه شد و با محلول یدور پتاسیم تهیه شده تا ظهور رنگ آب تیره تیتر گردید. سپس با استفاده از رابطه زیر میزان ویتامین ث بدست آمد (Arya, 2000).

= ویتامین ث (اسیدآسکوربیک) (میلی‌گرم اسکوربیک اسید در صد میلی ۵/ (میلی‌لیتر یدور پتاسیم مصرفی × ۰/۸۸) لیتر آب میوه)

داده‌های حاصل از آزمایشات براساس طرح بلوک‌های کاملا تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گردید. نمودارها با استفاده از نرم‌افزارExcel 2016 رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثرات سطوح مختلف منگنز در سه غلظت (۰، ۰/۵ و ۱درصد) بر انگور رقم "بی‌دانه سفید" در مرحله غوره‌گی، منجر به اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq$ ۰/۰۱) در صفات (pH، اسیدیته قابل‌تیتر و اسید آسکوربیک) شده است، این در حالی است که میزان مواد جامد محلول تحت اثرات این سطوح از منگنز در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq$۰/۰۵) معنی‌دار شده بود اما میزان آنتوسیانین در مقایسه با نمونه‌های شاهد هیچ اختلاف معنی‌داری پیدا نکرد.

همچنین مطالعات انجام گرفته در این آزمایش نشان داد که میزان pH و آنتوسیانین در میوه‌های انگور (مرحله غوره‌گی) تحت اثرات سطوح مختلف از محلول‌پاشی آهن در سطح اختلاف یک درصد ($P \leq$۰/۰۱) معنی‌دار بوده است، در حالی که سه شاخص دیگر (مجموع مواد جامد محلول، اسیدیته قابل‌تیتر و میزان اسید آسکوربیک) تحت اثر این کوددهی در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq$۰/۰۵) معنی‌دار شده‌اند (جدول ۲). نمودار ترسیمی حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل۱)، نشان می‌دهد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز در مرحله غوره‌گی، بیشترین میزان pH (۳/۲۷) در تیمار منگنز ۱ درصد و کمترین مقدار آن (۲/۵) در نمونه شاهد بدست آمده است. همچنین در این مرحله این نتیجه حاصل شد که تیمار آهن ۱ درصد، بیشترین میزان اسیدیته کل میوه انگور "بیدانه‌سفید" با مقدار (۳/۱۵) و نمونه شاهد با داشتن اسیدیته کل (۲/۵)، کمترین میزان این فاکتور را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج بدست آمده از این بررسی در مرحله غوره‌گی نشان داد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان TSS در تیمار منگنز ۱ درصد (^{0}Brix ۱٤/۱۳) و کمترین مقدار آن (^{0}Brix ۸/۹) در نمونه شاهد حاصل شد. این در حالی است که بیشترین مواد جامد محلول در تیمار آهن۱ درصد (با میزان ۱٤/٤درجه بریکس) و کمترین این صفت کیفی در نمونه شاهد (با میزان درجه بریکس ۹) بدست آمد (شکل ۲).

با توجه به نمودار (شکل ۳)، این نتیجه حاصل شد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز بر انگور رقم "بی‌دانه سفید" در مرحله غوره‌گی، تیمار منگنز ۱ درصد، کمترین مقدار اسیدیته قابل‌تیتراسیون با میزان (۰/۸٤ درصد) و نمونه شاهد، بیشترین مقدار این شاخص را با میزان (۱/۷۵ درصد) به خود اختصاص داده است. در مرحله مذکور این نتیجه حاصل شد که تیمار آهن۱ درصد، کمترین میزان اسیدیته قابل‌تیتر در میوه انگور "بیدانه‌سفید" با مقدار (۰/۹۹ درصد) و نمونه شاهد با داشتن اسیدیته قابل‌تیتر (۱/۷۵درصد)، بیشترین میزان این فاکتور را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج بدست آمده از این بررسی در مرحله غوره‌گی نشان داد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان آنتوسیانین در تیمار منگنز ۱ درصد (۰/۰۳۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد حاصل شد اما این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. تحت اثر محلول‌پاشی آهن در این مرحله نیز مشخص شد که تیمار آهن۱ درصد (۰/۰۳۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم حبه) بیشترین میزان آنتوسیانین را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که کمترین میزان این صفت کیفی در نمونه شاهد (۰/۰۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم حبه) حاصل شد (شکل ٤).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های کیفی انگور رقم "بی‌دانه سفید" تحت محلول‌پاشی نانوکلات منگنز در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) در مرحله غوره‌گی

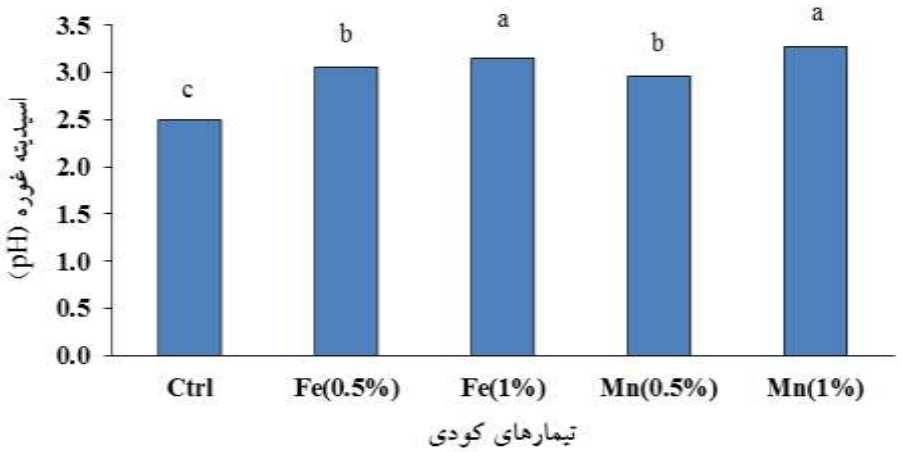
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسیدیته کل	مواد جامد محلول (°Brix)	اسیدیته‌قابل تیتراسیون (٪)	آنتوسیانین (mg/100g)	اسید آسکوربیک (mg/100g)
منگنز	۲	۰/۴۵**	۲۰/۰۸*	۰/۶۷**	۰/۰۰۰۲۲^{ns}	۱۲/۴۱**
خطای آزمایش	۶	۰/۰۰۱۵	۳/۲۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۱۲	۰/۲۵
ضریب تغییرات	-	۱/۳۴	۱۵/۹۲	۱۰/۰۰۲	۳۹/۰۳	۴/۳۹

ns، *، **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های کیفی انگور رقم "بی‌دانه سفید" تحت محلول‌پاشی آهن در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱درصد) در مرحله غوره‌گی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسیدیته کل	مواد جامد محلول (°Brix)	اسیدیته قابل تیتراسیون (٪)	آنتوسیانین (mg/100g)	اسید آسکوربیک (mg/100g)
آهن	۲	۰/۳۷**	۲۲/۶*	۰/۴۳*	۰/۰۰۰۱۱**	۱/۸۵*
خطای آزمایش	۶	۰/۰۰۲	۲/۵۰	۰/۰۷	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۳۱
ضریب تغییرات		۱/۴۸	۱۳/۸۵	۱۹/۲۴	۸/۷۶	۵/۶

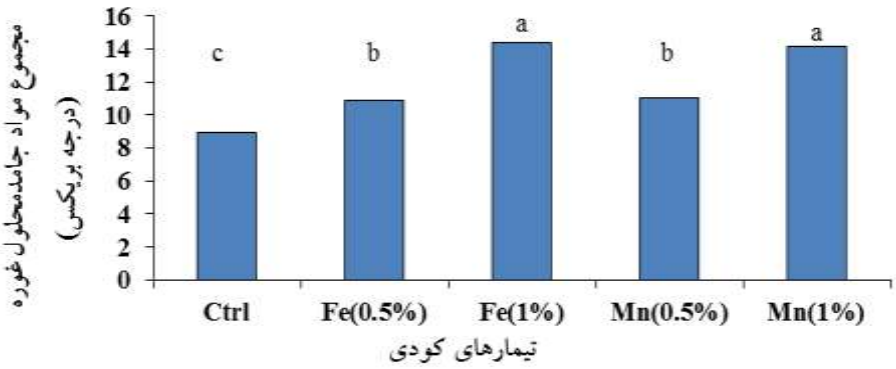
ns، *، **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد



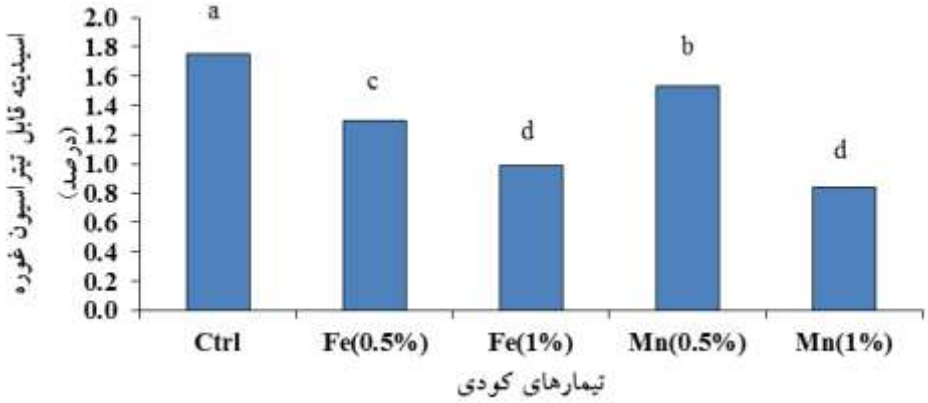
شکل ۱- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان pH انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

نتایج بدست آمده از این بررسی در مرحله غوره‌گی نشان داد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان اسید آسکوربیک، در تیمار منگنز ۰/۵ درصد (۱۲/۹۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد با

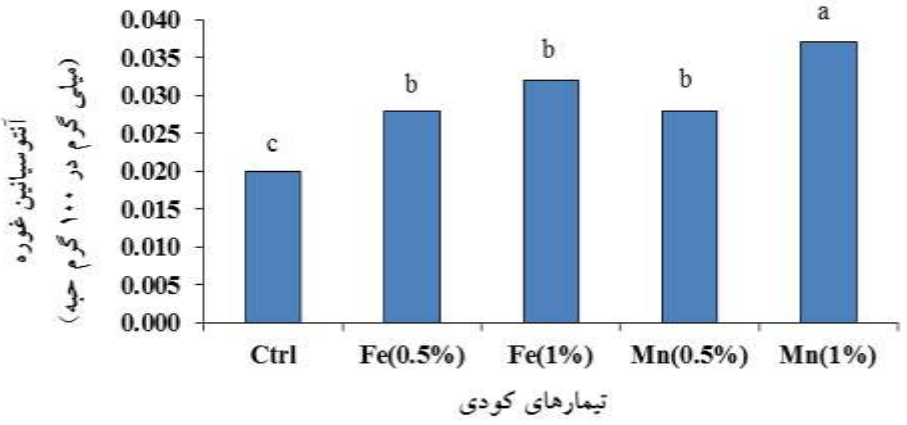
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان میزان مجموع مواد جامد محلول انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله غوره¬گی. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۳- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ٤- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان آنتوسیانین انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

مقدار (۹/۰٤ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن تر) حاصل شد. همچنین در رابطه با محلول‌پاشی آهن در این مرحله این نتیجه بدست آمد که بیشترین میزان اسید آسکوربیک مربوط به تیمار آهن ۱ درصد (۱۰/۵۱ میلی‌گرم در۱۰۰گرم وزن تر میوه) و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه شاهد (۹/۰٤ میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر میوه) بوده است (شکل ۵).

با مشاهده نتایج بدست آمده از جدول زیر (جدول ۳) مشخص شد که میزان pH، اسیدیته قابل‌تیتراسیون، مواد جامد محلول کل، میزان آنتوسیانین و اسید آسکوربیک، تحت اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف منگنز در مرحله رسیدگی کامل نمونه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده‌اند.

در مرحله رسیدگی کامل انگور "بی‌دانه سفید" نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) به این صورت بود که، اثرات سطوح مختلف آهن بر شاخص‌های مذکور بجز اسید آسکوربیک در سطح احتمال یک درصد ($P \leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بوده است این در حالی بود که اثرات سطوح مختلف این کود بر شاخص اسید آسکوربیک میوه انگور در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شده بود.

در مرحله رسیدگی کامل میوه‌های انگور تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان pH مربوط به تیمار منگنز ۱ درصد با مقدار (۳/٦۱) و کمترین میزان اسیدیته کل مربوط به نمونه کنترل با مقدار (۳/۱) بوده است. همچنین بیشترین میزان این صفت کیفی در این مرحله تحت اثر محلول‌پاشی آهن مربوط به تیمار آهن ۱ درصد با مقدار (۳/۷۵) بوده است و کمترین میزان این صفت کیفی در نمونه شاهد با مقدار (۳/۱)، مشاهده شد (شکل ٦).

یکی از اثرات کمبود آهن تأخیر در بلوغ میوه است، که کاهش میزان اسیدیته کل (pH) میوه در نتیجه این تأخیر اتفاق می‌افتد. در پژوهشی، میزانpH انگور بیدانه تحت اثر کاربرد آهن افزایش یافت (Amiri and Fallahi, 2007). همچنین محلول‌پاشی Fe-EDDHA منجر به افزایش pH در انگور رقم مرلوت در مقایسه با شاهد شده است (Shi *et al*., 2018)، که با نتایج مطالعات ما در این تحقیق مطابقت دارد.

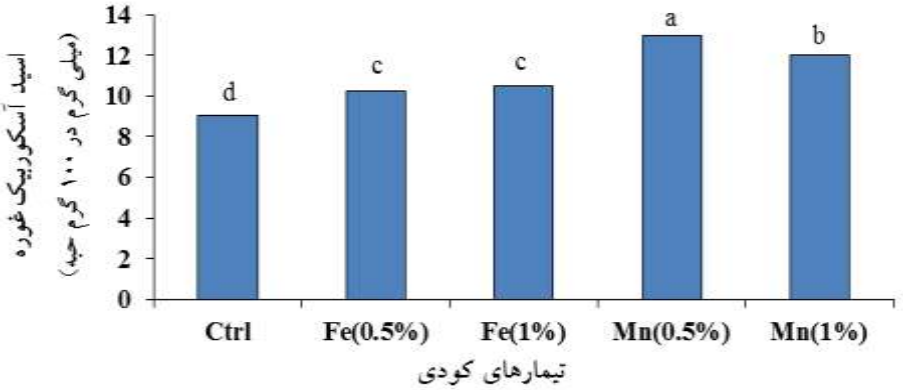
در مرحله رسیدگی کامل نیز اثرات محلول‌پاشی این کودها بر میزان مواد جامد محلول نتایج زیر را در پی داشت (شکل ۷)، به گونه‌ای که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان TSS در تیمار منگنز۱ درصد (۲٤/۲ درجه بریکس) و کمترین مقدار آن در نمونه کنترل (۲۱/۰٦ درجه بریکس) بدست آمد. نتایج حاصل از محلول‌پاشی آهن نیز نشان‌دهنده این است که بیشترین مواد جامد محلول در تیمار آهن ۱ درصد (با میزان ۲۳/٦ درجه بریکس) و کمترین این صفت کیفی در نمونه شاهد (با میزان ۲۱/۰٦ درجه بریکس) حاصل شد.

محلول‌پاشی منگنز در دو غلظت (۰/۳ و ۰/۷ درصد)، اثر مثبت قابل‌توجهی بر میزان مواد جامد محلول (TSS) در میوه انار داشته است (Hasani *et al*., 2012). نسبت قند به اسیدیته قابل‌تیتر (TSS/TA) معمولا برای ارزیابی میزان بلوغ میوه استفاده می‌شود (Jin *et al*., 2016). کمبود آهن باعث تاخیر در بلوغ میوه و کاهش نسبت قند به اسید (TSS/TA) در هلو شده است که این می تواند منجر به کاهش کیفیت خوراکی میوه شود. محلول‌پاشی آهن میزان آب میوه را افزایش، در نتیجه رقت بالا رفته و میزان اسیدیته کاهش می‌یابد (Davarpanah *et al*., 2013). استفاده از محلول‌پاشی آهن می‌تواند کیفیت میوه انگور را با توجه به بهبود ویژگی‌های کیفی انگور نظیر: مواد جامد محلول، pH، آنتوسیانین و رسواترول سبب شود (Bavaresco *et al*., 2005). مطالعات انجام گرفته روی انگور نشان‌دهنده اثر مثبت کاربرد آهن بر میزان نسبت قند به اسید بوده‌است (Shi *et al*., 2017). محلول‌پاشی با آهن در درختان سیب موجب افزایش اندازه میوه و مواد جامد محلول در آب میوه شده است (Mansouri *et al*., 2017). همچنین میزان مواد جامد محلول (TSS) در انگور رقم مرلوت تحت اثر محلول‌پاشی کلات آهن با غلظت ۳۳۰ پی پی‌ام افزایش یافت (Shi *et al*., 2018)، که با نتایج مطالعات حاضر بر انگور رقم بیدانه‌سفید مطابقت دارد.

بررسی‌های بدست آمده از مرحله رسیدگی کامل (شکل ۸) نشان می‌دهد که تیمار منگنز۰/۵ درصد، کمترین میزان اسیدیته

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]



شکل ۵- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان اسید آسکوربیک انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله غوره‌گی. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس داده‌های کیفی انگور رقم "بی‌دانه سفید" تحت محلول‌پاشی نانوکلات منگنز در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱درصد) در مرحله رسیدگی کامل

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسیدیته کل	مواد جامد محلول (بریکس)	اسیدیته قابل‌تیتر (٪)	آنتوسیانین (mg/100g)	اسید آسکوربیک (mg/100g)
منگنز	۲	۰/۲**	۸/۰۶**	۰/۰۳۷**	۰/۰۰۰۸۶**	۲۱/۱۹**
خطای آزمایش	٦	۰/۰۰۰۹٤	۰/۵	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۵
ضریب تغییرات		۰/۹	۳/۰۵	۵/۳۲	۳/۹	۳/۱٦

ns، *، **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

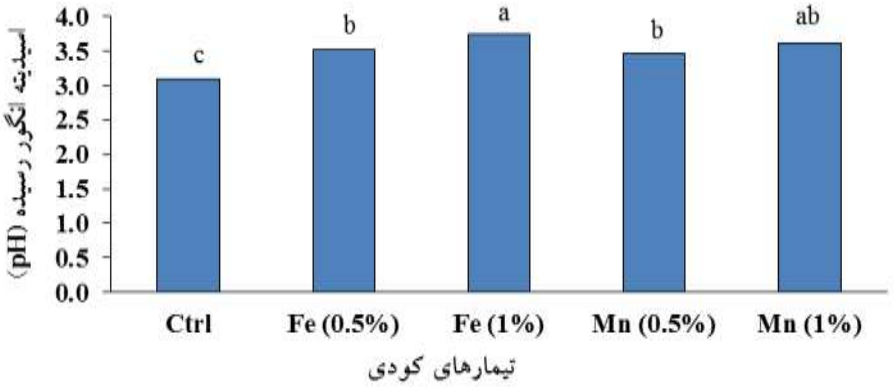
جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس داده‌های کیفی انگور رقم "بی‌دانه سفید" تحت محلول‌پاشی آهن در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱درصد) در مرحله رسیدگی کامل

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسیدیته کل	مواد جامد محلول (بریکس)	اسیدیته قابل‌تیتر (٪)	آنتوسیانین (mg/100g)	اسید آسکوربیک (mg/100g)
آهن	۲	۰/۳۱**	۸/۹۵**	۰/۰٤**	۰/۰۰۰٦۳**	٤/۰۲*
خطای آزمایش	٦	۰/۰۰٤	۰/۳٤	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۰۱٤	۰/٦۵
ضریب تغییرات		۱/۸	۲/٦	٦/۱	٦/۸٤	٤/۰۱

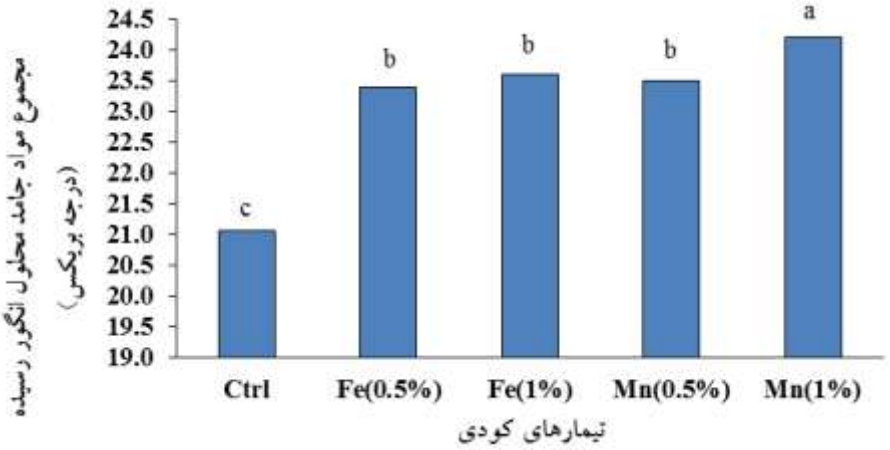
ns، *، **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

قابل‌تیتر (۰/٦۷ درصد) و نمونه شاهد بیشترین مقدار این شاخص (۰/۹ درصد) را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که اثرات سطوح مختلف آهن سبب بروز کمترین میزان اسیدیته قابل‌تیتر در میوه انگور "بیدانه‌سفید" در تیمار

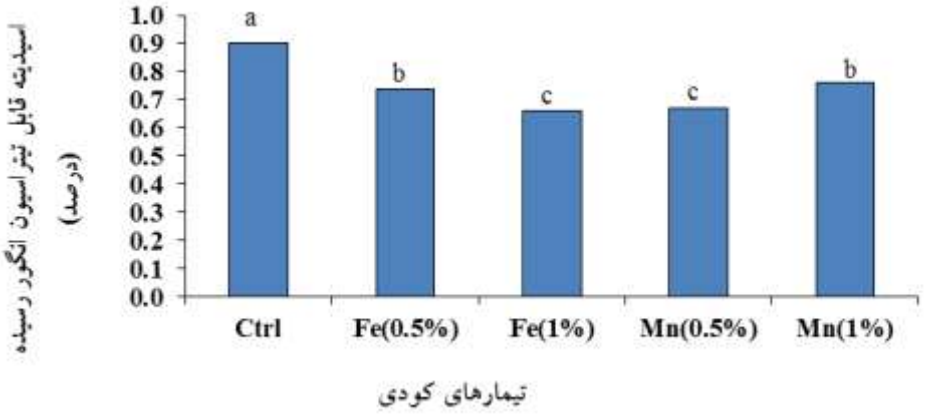
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]



شکل ٦- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان pH انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله رسیدگی کامل. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.



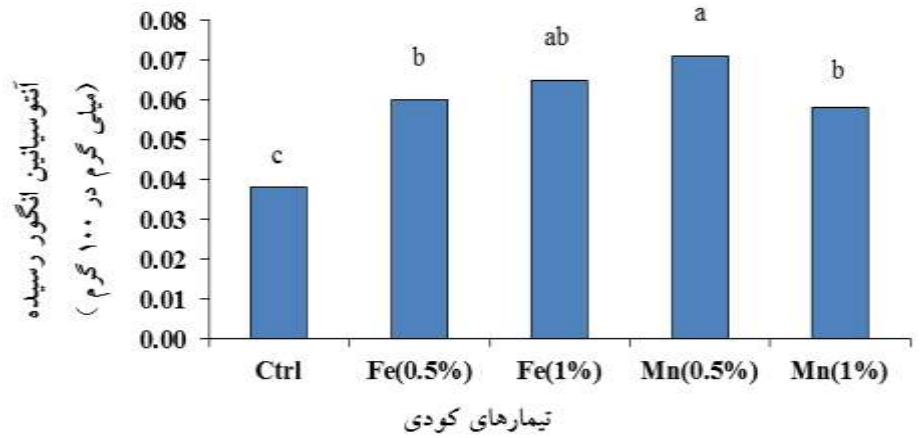
شکل ۷- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان مجموع مواد جامد محلول انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله رسیدگی کامل. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۸- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله رسیدگی کامل. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]



شکل ۹- اثر محلول‌پاشی آهن و منگنز در دو غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) بر میزان آنتوسیانین انگور رقم "بیدانه‌سفید" و مقایسه با نمونه شاهد در مرحله رسیدگی کامل. حروف غیر مشابه (a، b و c) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

آهن ۱ درصد، با مقدار (۰/٦٦ درصد) و بیشترین میزان این فاکتور در نمونه شاهد (۰/۹ درصد)، شده است (شکل ۸).

در اثر کاربرد برگی آهن، ضمن افزایش مقدار آب میوه، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش یافته است (Davarpanah *et al.*, 2013). کاربرد برگی آهن اسیدیته قابل‌تیتر را در سیب کاهش داده است (Mansouri, 2015)، که با یافته مطالعه حاضر مطابقت دارد. در رابطه با محلول‌پاشی منگنز، در تحقیقی مشخص شد که محلول‌پاشی منگنز، آهن و روی سبب کاهش اسیدیته قابل‌تیتراسیون در حبه‌های انگور شد (Bacha *et al.*, 1995).

همچنین نمودار ترسیمی حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در مرحله رسیدگی کامل (شکل ۹) نشان می‌دهد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان آنتوسیانین در تیمار منگنز ۰/۵ درصد (۰/۰۷۱میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن حبه) و کمترین مقدار آن در نمونه شاهد با مقدار (۰/۰۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن حبه) حاصل شد. همچنین مشخص شد که تیمار آهن ۱ درصد (۰/۰٦۵ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم حبه) بیشترین میزان آنتوسیانین را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که کمترین میزان این صفت کیفی در نمونه شاهد (۰/۰۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم حبه) حاصل شد. آنتوسیانین‌ها از جمله متابولیت‌های ثانویه هستند که در فرآیند رسیدن میوه بسته به نوع رقم و شرایط محیطی و وضعیت تغذیه‌ای گیاه تولید می‌شوند. آنتوسیانین‌ها بسیار ناپایدار بوده و تحت تاثیر برخی عوامل از جمله قندها و عناصر غذایی، پایداری آن افزایش می‌یابد. از آنجا که اثر آهن از طریق تاثیر و تنظیم فشار اسمزی موجب انتقال بهتر عناصر به نقاط مختلف گیاه می‌شود، در نتیجه میزان آنتوسیانین افزایش می‌یابد (Karimi *et al.*, 2014). طبق مطالعات انجام گرفته روی انگور رقم مرلوت توسط (Shi *et al.*, 2018)، انگور بیدانه توسط (Liang *et al.*, 2014) و انگور *Cabernet Sauvignon* توسط (Cheng *et al.*, 2014)، میزان آنتوسیانین تحت اثر محلول‌پاشی آهن افزایش یافته است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بررسی‌ها در مرحله رسیدگی کامل میوه‌ها نشان داد که تحت اثرات سطوح مختلف منگنز، بیشترین میزان اسید آسکوربیک در تیمار منگنز ۱ درصد (۲٤/٦ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه) و کمترین مقدار آن در نمونه شاهد (۱۹/۳ میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر میوه) حاصل شد. همچنین مشخص شد که تحت اثرات سطوح مختلف آهن، بیشترین میزان اسید آسکوربیک در تیمار آهن ۱ درصد (۲۱/٤۵ میلی‌گرم در۱۰۰گرم وزن تر میوه) و کمترین مقدار آن در نمونه شاهد (۱۹/۳میلی‌گرم در۱۰۰گرم وزن تر میوه) حاصل شد (شکل ۱۰). در تحقیقی که بر روی انگور رقم خوشناو صورت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

گرفت مشخص شد که بیشترین میزان آسکوربیک‌اسید مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کود فروزنیک (آهن، منگنز و روی) بوده است (Davarkhah and Kavoosi, 2017)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. آسکوربات‌ها می‌توانند با اکسید شدن گلوکز در حبه‌ها و یا از طریق انتقال از برگ‌ها توسط آوندهای آبکش وارد حبه‌ها شوند و برخی مواقع ممکن است حتی در داخل آوند آبکش نیز تولید شوند (Curie *et al*., 2009; Keller, 2010). بر اساس مطالعه‌ای که هدف آن، بررسی اثرات روش‌های کنترل کمبود آهن و کلروز ناشی از آن بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی در سال ۲۰۱۳تا ۲۰۱٤انجام گرفت، این نتیجه حاصل شد که تزریق دو کیلوگرم سولفات آهن به همراه نیم لیتر اسید سولفوریک و ٤ کیلوگرم ماده آلی میتواند جایگزین مناسبی برای کلات آهن در اصلاح کلروز آهن و افزایش عملکرد کمی و کیفی (میزان پرولین، اسید آسکوربیک و شاخصTSS/TA) درختان کیوی باشد (Shirdel-Shahmiri, 2017). تنش فلزات سنگین باعث تحریک تولید متابولیت‌های ثانویه‌ای مانند اسید آسکوربیک‌ها، پلی‌آمین‌ها، کارتنوئیدها، ویتامین E، آلکالوئیدها، فلاوونوئیدها و آنتوسیانین‌ها شده، که رادیکال‌های آزاد اکسیژن را جاروب نموده و مانع آسیب رساندن آن‌ها به پروتئین‌های غشاء و اسیدهای نوکلئیک می‌شوند (Hsieh *et al*., 2002). مطالعات قبلی نشان داده است که در حضور فلزات سنگین نه‌تنها ترکیبات خاص (آنتی‌اکسیدان)، بلکه ژن‌های درگیر در بیان آنزیم‌های کاتالیزکننده آن‌ها نیز فعال می‌شوند (Savitha *et al*., 2006). در مطالعه‌ای که اثر افزایش غلظت منگنز بر میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند اسید آسکوربیک، میوه گوجه فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفت (Muzolf-Panek *et al*., 2017) غلظت مطلوب منگنز در محلول مغذی از نظر میزان اسید آسکوربیک، منگنز ۰/۳ درصد گزارش شد به طوری که غلظت‌های ۰/٦ درصد و شاهد به ترتیب منجر به کاهش ۳۱ درصد و ۱۷ درصد در میزان اسید آسکوربیک گردید.

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه تأثیر محلول‌پاشی نانو کلات آهن و نانو کلات منگنز بر انگور رقم بیدانه‌سفید در دو مرحله غوره‌گی و رسیدگی کامل در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱درصد)، منجر به افزایش میزان pH، قند انگور و کاهش میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون شد. این نتایج احتمالا با تأخیر در بلوغ میوه‌های شاهد مرتبط بود. افزایش میزان آنتوسیانین و اسید آسکوربیک انگور تحت اثر محلول‌پاشی این کودها در مقایسه با نمونه‌های شاهد در این پژوهش باعث افزایش ارزش غذایی انگور شد و از لحاظ وضعیت کلی تغذیه‌ای و بهبود کیفیت آب‌میوه امیدوارکننده بود.

منابع

Abadia, J., Vazquez, S., Rellan-Alvarez, R., El-Jendoubi, H., Abadia, A., Alvarez-Fernandez, A. and Lopez-Millan, A. F. (2011) Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. Plant Physiology and Biochemistry 49: 471-482.

Alscher, R. G., Erturk, N. and Heath, L. S. (2002) Role of superoxide dismutase (SODs) in controlling oxidative stress in plants. Journal of Experimental Botany 53: 1331-1341.

Alvarez-Fernandez, A., Abadia, J., Abadia, A. (2006) Iron deficiency, fruit yield and fruit quality. In: Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms. pp. 85-101. Springer, Dordrecht, Netherlands

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.

Anastasiadi, M., Pratsinis, H. D., Kletsas, A., Skaltsounis, L. and Haroutounian, S. A. (2010) Bioactive non-colored polyphenols content of grapes, wines and vilification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts. Food Research International 43: 805-813.

Arya, S.P.N. (2000) Spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. Analytica Chimica Acta 417:1-14.

Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. H. Y., Wang, C. Y. and González-Aguilar, G. A. (2007) High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology 452: 166-173.

Bacha, M. A., Sabbah, S. H. and El- Hamady, M. A. (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.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

Bavaresco, L., Civardi, S., Pezzutto, S., Vezzulli, S. and Ferrari, F. (2005) Grape production, technological parameters, and stilbenic compounds as affected by lime-induced chlorosis. Vitis 44(2):63–65.

Boojar, M. M. A. and Goodarzi, F. (2008) Comparative evaluation of oxidative stress status and manganese availability in plants growing on manganese mine. Ecotoxicology and Environmental 71:692–699.

Cheng, G., He, Y. N., Yue, T. X., Wang, J. and Zhang, Z. W. (2014) Effects of climatic conditions and soil properties on Cabernet Sauvignon berry growth and anthocyanin profiles. Molecules 19: 13683–13703.

Curie, C., Cassin, G., Couch, D., Divol, F., Higuchi, K., Le Jean, M., Misson, J., Schikora, A., Czernic, P. and Mari, S. (2009) Metal movement within the plant: contribution of nicotianamine and yellow stripe 1-like transporters. Annals of Botany 103:1–11.

Davarkhah, z. and 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.

Davarpanah, S., Akbari, M., Askari, M. A., Babalar, M. and Naddaf, M. E. (2013). Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate CV.“. Malas-e-Saveh”. World of Science Journal (04), 179-187.

Ducic, T. and Polle, A. (2005) Transport and detoxification of manganese and copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology 17:103–112.

El-Razek, E. A., Treutter, D., Saleh, M. M. S., El-Shammaa, M., Abdel-Hamid, N. and AbouRawash, M. (2011). Effect of nitrogen and potassium fertilization on productivity and fruit quality of' Crimson Seedless' Grapes.Agriculture and Biology. Journal of North America 2: 330-340.

Figueiredo-Gonzalez, M., Martinez-Carballo, E., Cancho-Grande, B., Santiago, J. L., Martnez, M. C. and Simal-Gȕndara, J. (2012) Pattern recognition of three *Vitis vinifera* L. red grapes varieties based on anthocyanin and flavonol profiles, with correlations between their biosynthesis pathways. Food Chemistry 130(1), 9 19.

Fraige, K., Pereira-Filho, E. R. and Carrilho, E. (2014) Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC-DAD-MS and exploratory analysis by principal component analysis. Food Chemistry 145: 395–403.

Gartel, W. (1993) Grapes. In: Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants (Ed. Bennett, W. F) Pp. 177–183. St. Paul, MN: APS Press.

Georgiev, V., Ananga, A. and Tsolova, V. (2014) Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. Nutrients 6 391-415.

Guerinot, M. L. and Yi, Y. (1994) Iron: nutritious, noxious, and not readily available. Plant Physiology 104: 815–820.

Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G. and Fatahi, R. (2012) Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 12 (3): 471-480.

Hsieh, T. H. T.T., Lee, Y.Y. Charge and Chan, M. T (2002) How to define resistance to water deficit stress? Plant physiology 130: 618-626.

Humphries, J. M., Stangoulis J. C. R. and Graham, R. D. (2007) Manganese. In: Handbook of plant nutrition (Eds. Pilbeam, D. J., Barker, A. V) Pp. 351–374. Abingdon: Taylor & Francis.

Jin, Z., Sun, H., Sun, T., Wang, Q. and Yao, Y. (2016) Modifications of 'Gold Finger' grape berry quality as affected by the different rootstocks. Journal of Agricultural and Food Chemistry 64: 4189–4197.

Karimi, R. (2014) Evaluation of the effect of nutrition and abscisic acid on grapevine cold hardiness. Ph.D. thesis, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran, p. 241. (In Farsi).

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.

Karimi, R., Ershadi, A. and Esna Ashari, M. (2014) Effects of late- season nitrogen and potassium spray on dormant buds cold tolerance of ‘Bidaneh sefid’ grapevine. Journal of Horticultural Science and Technology 3:419-434. (In Farsi).

Keller, M. (2010) The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology. Burlington, MA: Academic Press.

Kleiber, T. (2014) Wp ływ manganu na plonowanie pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) uprawianego w wełnie mineralnej. Nauka Przyroda Technolgie. 8: 14.

Lee, T. J., Luitel, B. P. and Kang, W. H. (2011) Growth and physiological response to manganese toxicity in Chinese Cabbage *(Brassica rapa* L. ssp. campestris). Horticulture, Environment, and Biotechnology 52:252–258.

Li, L., Zhang, J., Wang, Y., Xing, W. and Zhu, A. (2005) Effects of soil properties and depth on fruit tree chlorosis in the loess region in northern China. Communal. Soil Sciences. Plant Annals 36: 1129-1140.

Liang, N. N., Zhu, B. Q., Han, S., Wang, J. H., Pan, Q. H., Reeves, M. J., Duan, C. Q. and He, F. (2014) Regional characteristics of anthocyanin and flavonol compounds from grapes of four *Vitis vinifera* varieties in five wine regions of China. Food Research International 64: 264–274.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

Lidon, F. C., Barreiro, M. and Ramalho, J. (2004). Manganese accumulation in rice: implications for photosynthetic functioning. Journal of Plant Physiology 161:1235–1244.

Mansouri, S . (2015) Effects of different iron and ammonium nitrate concentration on quality, quantity and storage life of apple 'Delbarstival'. MSc thesis. University of Tehran, p. 121. (In Farsi).

Masukasu, H., Karin, O. and Kyoto, H. (2003) Enhancement of anthocyanin biosynthesis by sugar in radish (*Raphanus sativus*) hypocotyls. Plant Science 164: 2: 259 – 265

Mengel, K. and E. A. Kirkby. (2001) Principles of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Millaleo, R., Reyes-Díaz, M., Ivanov, A. G., Mora, M. L. and Alberdi, M. (2010) Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 10:476–494.

Muzolf-Panek, M., Kleiber, T. and Kaczmarek, A. (2017) Effect of increasing manganese concentration in nutrient solution on the antioxidant activity, vitamin C, lycopene and polyphenol contents of tomato fruit. Food Additives and Contaminants: Part A 34:379-389.

Pahlavan Rad, M. R., Keykha, G., Naroui Rad, M. R. (2003) Effects of application of Zn, Fe and Mn on yield, yield component, nutrient concentration and uptake in wheat grain. Pajouhesh & Sazandegi No: 79 pp: 142-150

Pestana, M., de Varennes, A. and Faria, E. A. (2003) Diagnosis and correction of iron chlorosis in fruit trees: a review. Journal of Food Agriculture and Environment 1: 46-51

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-Geilweilerhof 45(3): 115

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. Journal of Plant Nutrition 23: 1777-1786

Savitha, B.C., Thimmaraju, N. R., Bhagykshmi and Ravishankar, G. A. (2006) Different biotic and abiotic elictors influence betalin production in hairy root cultures of Beta Vulgaris in shake- flask and bioreactor. Process Biochemistry 41: 50-60.

Shenker, M., Plessner, O. E. and Tel-Or, E. (2004) Manganese nutrition effects on tomato growth, chlorophyll concentration, and superoxide dismutase activity. Journal of Plant Physiology 161:197–202.

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): 1–13.

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 doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.109

Shirdel Shahmiri, F. , F., Ebadi, A., Samar, S. M., Khalighi, A. and Cherati, A. (2018) Management of iron deficiency stress in kiwifruit trees (*Actiniadia deliciosa*) by soil injection. Applied Ecology and Environmental Research 16(1), 267-279.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]

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

Zahra Mahmoudi[1], Saeedeh Ghiyasvand[1], Rouhollah Karimi [2,*]

[1]Department of Biology, Faculty of Sciences, Malayer University.
[2]Department of Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University.
(Received: 16/09/2018, Accepted: 12/10/2019)

Abstract

Foliar application is one of the fast and effective methods for providing plants with nutrition requirement, especially in the critical stages of growth. In this study, the effects of Nano chelated form of both iron (Fe) and manganese(Mn) each at three levels (0, 0.5 and 1%) were investigated on some qualitative traits of 'Bidaneh Sefid' grapevine at two stages of unripe and ripe berries. Based on results, the amount of pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS), ascorbic acid and anthocyanin in unripe berries were affected significantly by different doses of Fe spray. Moreover, the different levels of Mn affected significantly unripe berries pH, TA, TSS and ascorbic acid content however; Mn not significantly affected unripe berries anthocyanin compared to control vines. The lowest berries pH content (2.5) was related to control vines at unripe stage and the highest of berries pH content (3.75) observed in 1%Fe-treated vines at ripe stage. Moreover, the lowest berries with respect to TA content (0.9 %) was related to 1%Fe-treated vines at ripe stage and the highest of berries TA content (1.75) observed in control vines at unripe stage. The lowest berries TSS content (9 ^{0}Brix) was related to the control vines at unripe stage and the highest berries TSS content (25.4 ^{0}Brix) observed in1% Mn-treated vines at ripe stage. Also, the results showed that the lowest berries anthocyanin content (0.02 mg/100g) was related to the control vines at unripe stage and the highest berries anthocyanin content (0.071 mg/100g) observed in 0.5% Mn-treated vines at ripe stage. The maximum amount of berries ascorbic acid (24.6 mg/100g) was related to 1% Mn-treated vines at ripe stage and the minimum amount of berries ascorbic acid (9.04 mg/100g) observed in control vines at unripe stage. Totally, based on results, foliar spray of Fe and Mn Nano chelated led in improvement of qualitative traits of grape berries during unripe and ripe stages.

Keywords: Anthocyanin, Ascorbic acid, Grape, Manganese, Spraying

Corresponding author, Email: R.Karimi@malayeru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.6.9]