

Effect of foliar spraying of Fe, Zn and Humic acid on some qualitative and quantitative traits of the apple (*Malus domestica* Borkh cv. Golden Delicious)

Javad Jafarzadeh¹, Mousa Rasouli^{2*}, Ismail Bagleri³

1- Graduated from Master's degree in plant production engineering, horticultural product production, Faculty of Agriculture, Malayer University, Iran. (jafarzadeh_javad@yahoo.com)

2- Corresponding Author, Associate Professor of Horticultural Sciences Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. (m.rasouli@eng.ikiu.ac.ir)

3- Graduated from Master's Degree in Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran. (Baglari@yahoo.com)

Received Date: 11/05/2022

Accepted Date: 26/10/2022

Abstract

Introduction: Apple (*Malus domestica*) from the Rosaceae family, is the fourth most important fruit in the world and the most important fruit in temperate regions after citrus fruits, grapes and bananas (Janik et al., 2019). In high soil pH conditions, most micronutrient elements such as iron and zinc are deficient in apple trees. Foliar feeding is an effective way to compensate for the lack of micronutrients and increase their levels. Today, the widespread use of chemical fertilizers has caused an increase in concern about human health, which can be reduced to some extent by replacing organic fertilizers. Improving the yield and quality of various fruit trees (Crespan et al, 2020). The purpose of this research is to spray fertilizers containing iron, zinc and humic acid to achieve a suitable fertilizer combination to increase the yield and fruit quality of 'Golden Delicious' apple in response to the treatment of different concentrations of iron chelate, zinc sulfate and humic acid.

Material and methods: In order to study the effect of three different concentrations of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on some quantitative and qualitative traits of 13-year-old 'Golden Delicious' apple trees grafted on seedling rootstock, an experiment was carried out in the form of a completely randomized design with 9 treatment and three repetitions were performed. The treatments included foliar spraying with iron chelate, zinc sulfate and humic acid each at three levels (zero, 1000 and 2000 mg/L). Foliar spraying consisted of one stage before and four stages after flowering, the round of foliar spraying was done every two weeks. The first foliar spraying stage is on May 10 before flowering, the second foliar spraying stage is on May 25 after flowering and fruit formation, the third foliar spraying stage is on June 10 when the fruits are set, the fourth foliar spraying stage is on June 25 when the fruits were the size of walnuts, and finally, the fifth stage of foliar spraying was done on July 10, 2014, when the fruits were green and unripe. After the foliar application was completed, 21 healthy trees were selected for the experiment. The measured factors include length and diameter of the fruit, fruit density, dry weight of the fruit, total weight of the fruit, and measurement of the branch length of the current year, soluble solids, titratable acidity, pH, some nutritional elements in leaf and fruit. Data were analyzed using SAS statistical software version 1.9, and the comparison of averages was done using Duncan's multi-range test, and graphs were drawn using Excel version (2019) software.

Results and discussion: The effect of nutritional treatments on some quantitative and qualitative traits: The results indicated the significance effect of nutritional treatments observed on some quantitative traits such as fruit length (Table 1. Figure 1), the length of the branch of the current year (Table 1. Figure 3), fruit yield (Table 2, Figure 4), the density of fruits (Table 2. Figure 5). Also, the results indicated the significant effect of nutritional treatments on dry weight of fruits (Table 2, Figure 6), amount of iron element in leaf and fruit (Table 5, Figure 10; Table 6, Figure 13), the zinc element in the fruit is at the (Table 6. Figure 14). But these results, according to the results obtained, showed the opposite result, that is, it showed that the effect of nutritional treatments was not significant on some traits such as soluble total acidity (Table 4. Figure 8) and amount of potassium of fruit (Table 6. Figure 12).

Conclusions: The results obtained from this experiment, among the three fertilizer treatments used, the iron chelate fertilizer treatment with a concentration of 2000 mg/l had the greatest effect on some quantitative and qualitative characteristics of the leaves and fruits of the 'Golden Delicious' apple cultivar. This level of fertilizer treatment (2000 mg/L of iron) increased fruit yield, dry weight of fruit, iron element concentration in leaves and fruit. In general, the results of this research showed that in calcareous soils, iron and zinc foliar application can lead to the improvement of quantitative and qualitative characteristics of the 'Golden Delicious' apple cultivar. Therefore, this level of fertilizer treatment is recommended to increase quantity and quality in apple orchards.

Keywords: Apple (*Malus domestica* L.), 'Golden Delicious' cultivar, Foliar spraying, Iron, Zinc, Humic acid.

بررسی تاثیر محلول پاشی بر گی آهن، روی و اسید هیومیک بر روی برخی صفات کمی و کیفی سیب رقم گلدن دلشز در شرایط باغ

جواد جعفرزاده^۱، موسی رسولی^{*۲}، اسماعیل بگلری^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی تولیدات گیاهی گرایش تولید محصولات باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ایران
(jafarzadeh_javad@yahoo.com)

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(m.rasouli@eng.ikiu.ac.ir)

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران
(Beglarie@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۱

چکیده

مقدمه: سیب (*Malus domestica* Borkh.) متعلق به جنس سیب و تیره گلسرخیان می باشد. معمولاً درختان سیب در شرایط pH بالای خاک دچار کمبود عناصر ریز مغذی از قبیل آهن و روی می شوند. محلول پاشی برخی عناصر راه موثری برای جبران کمبود عناصر ریز مغذی و افزایش سطح آنها در گیاه است. در این پژوهش اثر سه غلظت مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک (صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) روی برخی شاخص های کمی و کیفی سیب رقم گلدن دلشز بررسی شد. این پژوهش در یک باغ تجاری روی درختان ۱۳ ساله پیوند شده روی پایه های بذری اجرا گردید. تحقیق حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت. محلول پاشی در پنج نوبت شامل یک مرحله قبل و چهار مرحله بعد از گلدهی انجام شد. صفاتی از قبیل طول و قطر میوه، طول شاخه سال جاری، عملکرد میوه، چگالی میوه، وزن خشک میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته کل، کربوهیدرات های محلول، غلظت برخی عناصر موجود در برگ و میوه اندازه گیری شد.

نتایج و بحث: براساس نتایج بدست آمده برخی تیمارهای اعمال شده به طور معنی داری موجب افزایش طول میوه، طول شاخه سال جاری، عملکرد میوه، چگالی میوه، وزن خشک میوه و غلظت عناصر آهن و روی در برگ و میوه نسبت به شاهد گردید. همچنین صفاتی مانند اسیدیته کل و غلظت عنصر پتاسیم در برگ و میوه سیب نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نشان ندادند. **نتیجه گیری:** بهترین تیمار کودی ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر آهن می باشد که بیشترین تاثیر را در اکثر صفات ارزیابی شده برگ و میوه داشت. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در خاکهای آهکی، محلول پاشی آهن و روی می تواند منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی سیب رقم گلدن دلشز شود.

کلمات کلیدی: سیب (*Malus domestica* Borkh.) رقم گلدن دلشز، تغذیه برگ، آهن، روی، اسید هیومیک.

مقدمه

سیب درختی خزاندار از تیره رزاسه می باشد که بعد از مرکبات، انگور و موز چهارمین میوه مهم جهان و مهمترین میوه مناطق معتدله به شمار می آید. در حال حاضر چندین رقم سیب در دنیا شناخته شده اند که تعداد محدودی از آنها ارزش تجارتي دارند. متداول ترین نوع رقم سیب های خارجی که در ایران کشت می گردند و سازگاری نسبتاً خوبی پیدا کرده اند، ارقام قرمز لبنانی و زرد لبنانی هستند (دخانی و بهشتی، ۱۳۹۲). همچنین در پی آلودگی های زیست محیطی به ویژه آلودگی منابع خاک و آب که زنجیره وار به منابع غذایی روزمره انسانها راه یافته است و سلامت جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده اند، تلاش های گسترده ای به منظور یافتن راه کارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده ها با روش های زیست پالایی و حفظ پایداری اکوسیستم های طبیعی آغاز شده است، یکی از این راهکارها، استفاده از کودهای آلی مانند هیومیک اسید به تنهایی یا به همراه سایر کودها مانند کلات آهن و سولفات روی می باشد (Shehata et al., 2011).

در شرایط pH بالای خاک بیشتر عناصر ریز مغذی از قبیل آهن و روی در درختان سیب دچار کمبود هستند. تغذیه برگی راه موثری برای جبران کمبود عناصر ریز مغذی و افزایش سطح آنها است. بررسی وضعیت خاک های کشاورزی ایران بیانگر آن است که مصرف نا آگاهانه کودهای شیمیایی، سطح بسیار پایین مواد آلی خاک، قلیائیت و سطح بالای بی کربنات محلول در خاک، تراکم بالا و فشردگی خاک، آهکی بودن خاک، رطوبت محدود در ناحیه ریزوسفری ریشه منجر به عدم قابلیت جذب و جابجایی عناصر غذایی در خاکها شده و سطح عملکرد کود دهی را به شدت کاهش داده است. مصرف کودها به روش محلول پاشی ضمن حفظ جنبه های اقتصادی و اثربخشی سریع، موجب حفظ محیط زیست، ممانعت از تخریب ساختمان فیزیکی شیمیایی خاک و ممانعت از برهم خوردن تعادل مواد

غذایی خاک می گردد که تمامی آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار بسیار سودمند و مفید می باشند (استکی و همکاران، ۱۳۹۴). از مهمترین مشکلات تولید میوه سیب می توان به عملکرد پائین و کیفیت نامناسب میوه های تولیدی اشاره کرد که عامل اخیر باعث محدودیت عرضه و صادرات این میوه شده است. باغداران برای حفظ کیفیت میوه سیب از کودهای شیمیایی استفاده می کنند که کاربرد بیش از حد آن سلامت انسان را به خطر انداخته است. افزون بر این، کاربرد کودهای شیمیایی سبب آلودگی های زیست محیطی به ویژه آلودگی منابع خاک و آب شده که این آلودگی به منابع غیر انسان نیز راه یافته است که با جایگزین کردن کودهای آلی می توان تا حدودی این آلودگی را کاهش داد، محلول پاشی برگی عناصر غذایی و کودهای زیستی روشی مناسبی برای تغذیه بهینه گیاهان بوده و یکی از راههای بهبود عملکرد و کیفیت محصولات مختلف درختان میوه می باشد (Crespan et al, 2020). مقادیر بسیار کم این ترکیبات آثار چشم گیری در بهبود کمیت و کیفیت محصولات باغبانی دارند. آهن یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است که ضرورت آن کمی بیشتر از سایر عناصر کم مصرف گیاه می باشد، نقش این عنصر در تثبیت ازت و فعالیت برخی آنزیم ها نظیر کاتالاز (Catalase)، پراکسیداز (Peroxidase) و سیتوکروم اکسیداز (Cytochrome oxidase) به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (زنکنه و رسولی، ۱۳۹۶).

در بسیاری از خاکها آهن به قدر کافی در خاک وجود دارد ولی عملاً وجود pH بالای ۷/۵ باعث بروز کمبود این عنصر در گیاه می گردد. این عنصر از جمله عناصر ضروری برای رشد و تولید مثل گیاهان بوده و بنابراین برای بقای آنها لازم است، و در فرآیند فتوسنتز، تنفس، جذب و ساخت نیترژن و هم چنین در ساخت و تشکیل کلروپلاست در گیاهان نقش دارد. روی نیز از جمله عناصر ضروری برای رشد و نمو طبیعی گیاه است و در سنتز بسیاری از آنزیمها و پروتئینهای گیاهی و همچنین انجام فرآیندهای

بیولوژیکی مختلف نقش تعیین کننده ای دارد. مقدار بیش از حد آن می تواند جذب سایر عناصر غذایی را تحت تاثیر قرار دهد (Bonnet et al., 2020). این عنصر به همراه عناصر بر و نیتروژن در فرآیند گرده افشانی، لقاح و تشکیل میوه تاثیر بسیار زیادی دارد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۹۰). هیومیک اسیدها نیز از مهم ترین کودهای آلی به شمار می روند، آنها ترکیبات فعال مواد آلی خاک اند که فعالیت شبه هورمونی هم دارند و رشد رویشی گیاهان را تحریک می کنند. همچنین اسید هیومیک، مخلوط متراکم و کمپلکس اسیدهای آلی آروماتیک بوده و دارای نیتروژن، فسفر، گوگرد با درصدهای مختلف و برخی نظیر کلسیم، منیزیم، روی، مس و غیره است و به صورت محلول پاشی و نیز کاربرد خاکی استفاده می شود (Nardi et al., 2014). گیاهان قابلیت جذب عناصر غذایی را از طریق برگها و اندام های هوایی دارند. که این جذب از طریق برگها و اندامهای هوایی ۹۵ درصد و از طریق سایر روشها بسته به شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک بسیار متغیر و در حدود ۱۰ درصد است (Canellas et al, 2008). در برخی از جنس های گیاهی در طی یک ساعت در حدود ۳۰ سانتی متر نقل و انتقال عناصر غذایی در اندام های گیاهی صورت می پذیرد (Canellas et al, 2008). همچنین با توجه به اینکه بخش وسیعی از خاکهای کشورمان آهکی است، در چنین شرایطی جذب بعضی از عناصر پرمصرف و بیشتر عناصر کم مصرف کاهش می یابد و کاربرد خاکی کودهای حاوی این عناصر با مشکل مواجه می شود. محلول پاشی روشی موثر برای جبران کمبود عناصر معدنی در درختان میوه است (Neri et al, 2002). اثر کود آهن بر فاکتور های رشد درخت و بخصوص میوه قطعی شده است (سالاری و همکاران، ۲۰۲۱). این تحقیق در درختان میوه مثل مرکبات به اثبات رسیده است (سالاری و همکاران، ۲۰۲۱). از آنجایی که این کود ها حاوی عناصر ریز مغذی دیگر نیز بصورت کلات هستند سریع جذب گیاه می شوند و در رشد نمو و عملکرد گیاه بسیار موثرند. همچنین اثر

کودهای حاوی روی و آهن در فعال سازی بهینه آنزیم ها و بویژه آنزیم های کلیدی در تولید متابولیت های ثانویه بسیار مهم می باشد و لزوم تحقیق روی آنها پر واضح می باشد (خدابخشی و همکاران، ۱۳۹۲). در این راستا کاربرد عناصر تغذیه ای، به عنوان یکی از ابزارهای مدیریتی مؤثر در افزایش عملکرد و تولید پایدار سیب نیازمند توجه بیشتری است. برای نمونه در پژوهشی که اخیراً توسط محبی و همکاران روی سطوح مختلف محلول پاشی عناصر روی، آهن و منگنز بر خصوصیات زایشی و عملکرد انگور صورت گرفته است. نتایج آنها نشان داد که تیمار کودی ۰/۱ درصد کلات روی بر اسیدیته آب میوه نسبت به شاهد نه تنها افزایشی مشاهده نشد، بلکه اندکی نیز کاهش یافته بود (محبی و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین در تحقیقی دیگر که توسط وجیک و همکاران (۲۰۱۵) روی درختان سیب صورت گرفته است نتایج نشان داده شد که محلول پاشی با تیمارهای مختلف سولفات روی اثر مشخصی بر اسیدیته کل و قندهای محلول میوه سیب نداشت (Wojcik et al, 2015).

بنابراین با توجه به اهمیت نقش تغذیه در بهبود کمی و کیفی محصول که باعث بهبود رنگ، طعم، شکل میوه، افزایش مقاومت در برابر آفات و بیماری ها، افزایش ترکیبات ثانوی کل میوه، تعادل دهنده شرایط فیزیولوژی برای ماندگاری و ایجاد مقاومت در برابر سرما می گردد، می توان اظهار داشت تغذیه ی صحیح محصولات باغی نقش مهمی در بهبود کیفیت، کاهش ضایعات و طولانی کردن عمرانباری محصولات برداشت شده دارد. در این بین تغذیه ی آهن، روی و اسید هیومیک از اهمیت بالایی برخوردارند و در تمامی مراحل رشد گیاهان نقش تعیین کننده ای دارند. از آنجایی که بخش اعظم خاکهای کشاورزی ایران قلیایی می باشند همواره در جذب و جابه جایی عناصر در خاک مشکلات متعددی همچون تثبیت عناصر وجود دارد که بکارگیری محلول پاشی یا تغذیه برگی به منظور جبران کمبود عناصر غذایی تنها روش

موثر می باشد (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۸۷).

هدف از انجام این تحقیق، محلول پاشی کودهای حاوی کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک برای دستیابی به ترکیب کودی مناسب جهت افزایش عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلشز در پاسخ به تیمار غلظت های مختلف کودهای کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک می باشد. نتایج این تحقیق می تواند به عنوان یک الگوی کارآمد جهت استفاده صحیح منابع و اشکال مختلف کود های آهن و روی به تنهایی و یا در ترکیب با اسید هیومیک به عنوان یک ماده آلی محرک رشد جهت بهبود وضعیت کمی و کیفی تولید میوه سیب در باغات مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها

به منظور مطالعه اثر سه غلظت مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک روی برخی شاخص های کمی و کیفی درختان ۱۳ ساله سیب رقم گلدن دلشز پیوند شده بر پایه های بذری آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و سه تکرار در یک باغ تجاری واقع در روستای زاویه سکمن آباد از توابع شهرستان خوی استان آذربایجان غربی (با مختصات طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵۶ دقیقه) انجام شد. تیمارها شامل محلول پاشی با کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک هر کدام در سه سطح (صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) بود. قبل از اقدام به محلول پاشی آنالیز خاک باغ مورد آزمایش در آزمایشگاه گیاه واره ملایر انجام شد و طبق داده های بدست آمده در جدول آنالیز، باغ مذکور متناسب پژوهش بود. محلول پاشی شامل یک مرحله قبل و چهار مرحله بعد از گلدهی (هر دو هفته یکبار) اولین مرحله محلول پاشی ۱۰ اردیبهشت ماه در زمان قبل از گلدهی، دومین مرحله محلول پاشی ۲۵ اردیبهشت ماه در زمان بعد از گلدهی و تشکیل میوه، سومین مرحله محلول پاشی ۱۰ خرداد ماه در زمان

فندقه شدن میوه ها، چهارمین مرحله محلول پاشی ۲۵ خرداد ماه در موقعی که میوه ها به اندازه گردو بودند و در نهایت پنجمین مرحله محلول پاشی نیز ۱۰ تیر ماه ۱۳۹۴ در زمان سبز و نارس بودن میوه ها با استفاده از یک سمپاش پستی ۱۰ لیتری تا مرحله آب چک روی شاخه ها و برگ های درختان سیب انجام شد. برای افزایش بازده جذب، ۵/۰٪ مویان (توین ۲۰) به محلول کودی اضافه و محلول پاشی هنگام غروب آفتاب و در ساعات خنک روز انجام شد. درختان سیب شاهد با محلول آب و مویان محلول پاشی شدند. دو هفته پس از آخرین محلول پاشی (۲۵ تیرماه سال ۱۳۹۴) از برگ های هم سن و یکسان هر تکرار نمونه برداری و صفات مختلف کمی، کیفی و فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار داده شدند. میوه ها در زمان بلوغ تجاری و با توجه به شاخص های رسیدگی (نیمه مهر؛ ۱۲۰ روز پس از مرحله تمام گل) از شاخه های علامت گذاری شده در درختان تیمار شده با غلظت های مختلف انواع تیمارهای کودی برداشت شدند. وزن میوه و عملکرد هر درخت پس از توزین کل میوه های هر درخت با استفاده از ترازوی باسکولی دیجیتالی محاسبه شد. در این طرح هر درخت به عنوان یک واحد آزمایشی محسوب گشته و پس از برداشت میوه ها از هر واحد آزمایشی تعداد ۲۰ میوه به طور تصادفی انتخاب و شاخص های مرتبط با کمیت و کیفیت میوه اندازه گیری شدند.

فاکتورهای مورد اندازه گیری

طول و قطر میوه

به منظور بررسی اثر تیمارها بر ابعاد میوه ها در سیب رقم گلدن دلشز، اندازه گیری طول و قطر میوه ها با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتالی (مدل میتوتویو ساخت ژاپن) استفاده گردید، بدین صورت که در زمان رسیدن میوه، ۱۶ میوه از جهت ها و قسمت های مختلف هر درخت چیده و طول و قطر میوه ها با کولیس اندازه گیری شده و نتیجه برحسب میلی متر ثبت گردید. (هداوند و همکاران، ۱۳۹۴).

مواد جامد محلول (TSS)

مقدار قند میوه یا TSS قسمت اعظم مواد جامد قابل حل عصاره میوه را تشکیل می دهد. مقدار قند میوه یکی از شاخص های مهم کیفیت محصول به شمار می آید. برای تعیین زمان برداشت محصول می توان از مقدار قند میوه استفاده کرد. (جلیلی مرندي، ۱۳۸۶). مقدار مواد جامد محلول یا قند میوه با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی آنالوگ (مدل MASTER-3M آتاگو ژاپن) در دمای اتاق اندازه گیری شد. یک قطره از آب میوه روی منشور دستگاه رفاکتومتر ریخته شد و با قرار دادن دستگاه رو به سمت نور، شکست نور که عدد آن معرف درصد بریکس است به دست آمد (Robinson et al., 1959).

اسیدیته قابل تیتراسیون و pH

اسید موجود در میوه ها ناشی از وجود اسیدهای آلی درون میوه می باشد. اسیدهای آلی مختلفی در میوه ها وجود دارد که هر محصول دارای یک اسیدآلی غالب مختص خود محصول است. برای اندازه گیری اسیدیته قابل تیتراسیون و pH، مقدار ۱۰ سی سی از آب میوه ی مربوط به هر تکرار از هر تیمار پس از صاف کردن، تهیه و با آب مقطر به حجم ۵۰ سی سی رسانیده شد، سپس توسط pH متر دیجیتالی pH عصاره اندازه گیری گردید. با عمل تیتراسیون عصاره مذکور با سود ۰/۱ نرمال، درصد اسیدیته ی قابل تیتراسیون هر نمونه اندازه گیری شد (عمل

تیتراسیون را تا زمانی انجام می دهیم که pH متر عدد ۸/۳- ۸/۱ را نشان دهد). میزان اسید میوه بر حسب اسید مالیک که اسید غالب میوه ی سیب می باشد با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (جلیلی مرندي، ۱۳۸۶).

معادله (۲-۳):

چگالی (وزن مخصوص میوه ها) $A = (S.N.F.E)/C \times 100$

وزن مخصوص میوه ها نسبت وزن به حجم آن ها می باشد

$d =$ وزن مخصوص میوه (چگالی)

$g =$ وزن میوه

$cm^3 =$ حجم میوه

$$d = \frac{g}{cm^3} \quad \text{معادله (۱)}$$

برای اندازه گیری وزن مخصوص ابتدا وزن معینی از

میوه اندازه گیری شد و سپس حجم آن در یک ظرف

مدرج (بشر) که حاوی آب بود اندازه گیری گردید.

وزن خشک میوه

ماده ی خشک بافت گیاهی حاوی ترکیبات آلی و معدنی بافت می باشد. ابتدا باید نمونه و ظرف را جداگانه توزین نمود و سپس نمونه را همراه با ظرف داخل دسیکاتور یا دستگاه خشک کننده (آون) قرار داد. پس از ۲۴ تا ۷۲ ساعت حرارت دیدن در دمای ۷۰ الی ۷۵ درجه سانتی گراد نمونه و ظرف را خارج کرده و اجازه می دهیم تا سرد شود سپس آنها را مجدداً وزن کرده و با استفاده از فرمول زیر درصد ماده خشک محاسبه می گردد.

وزن نمونه خشک = وزن ظرف خالی - (وزن ظرف + نمونه خشک)

معادله (۲):

$100 \times \text{وزن میوه ی تازه} / (\text{وزن خشک میوه} - \text{وزن میوه ی تازه}) = \text{درصد وزن خشک}$

معادله (۳):

عملکرد کل میوه

اندازه گیری میزان وزن میوه با استفاده از ترازوی صد کیلوگرمی (باسکول دیجیتالی، مدل HG-602M ساخت کشور چین)، اندازه گیری شد و عملکرد کل هر درخت مربوط به هر تیمار بر حسب کیلوگرم محاسبه گردید.

اندازه گیری طول شاخه سال جاری

رشد رویشی شاخه های سال جاری روی شاخه های

مقدار وزن میوه در زمان برداشت میوه یکی از شاخص های مهم کمیت محصول به شمار می آید. برای اندازه گیری وزن میوه همزمان با برداشت میوه ها بصورت تصادفی جهت انجام آزمایشهای کمی، کیفی و فیزیولوژیکی، با برداشت کل محصول هر درخت و برای

تجزیه و تحلیل داده ها

داده ها پس از جمع آوری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه (۲۰۱۹) رسم گردید.

نتایج و بحث

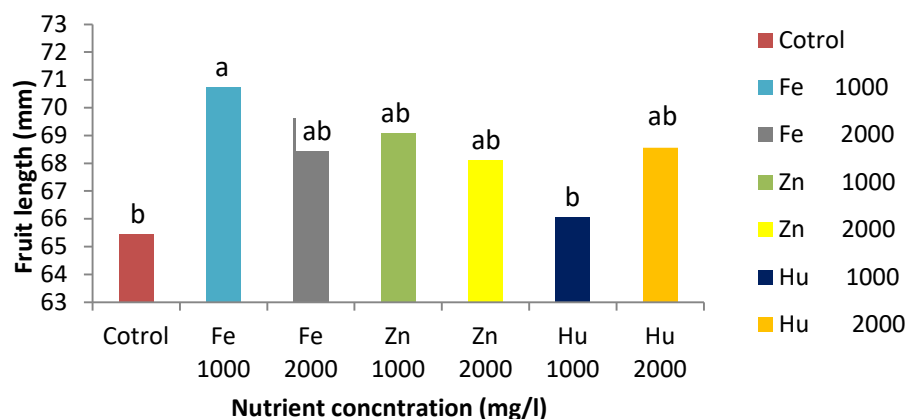
اثر تیمارهای تغذیه ای بر طول و قطر میوه

نتایج تجزیه واریانس داده ها حاکی از معنی دار بودن اثرات ناشی از تیمارها در سطح ۵٪ روی صفت طول میوه بود. بررسی مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود داشت. بیشترین طول میوه مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر آهن به اندازه ۷۱/۷۹ میلی متر مشاهده شد. این تیمار اختلاف معنی داری با شاهد نشان داد. و در حدود ۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. کمترین طول میوه نیز مربوط به تیمار شاهد به اندازه ۶۶/۴۳ میلی متر به دست آمد (شکل ۱). قادری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که محلول پاشی تیمارهای کودی سولفات روی، بطور معنی داری باعث افزایش طول و قطر میوه بادام شد که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت. در درختان هلو کمبود روی باعث تولید میوه های کوچک، بد شکل و با کیفیت بسیار پایین می شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Willia, 1991). همچنین در پژوهشی دیگر تاثیر محلول پاشی غلظت های مختلف اسید هیومیک روی طول و قطر میوه سیب رقم رد دلشز باعث افزایش طول میوه نسبت به رقم شاهد شد ولی در صفت قطر میوه معنی دار نبود که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت (فرهنگی و همکاران، ۱۳۹۷).

اصلی با خط کش اندازه گیری شد. بدین ترتیب برای اندازه گیری طول شاخه سال جاری ابتدا پس از آخرین محلول پاشی از هر درخت مورد آزمایش ۱۰ شاخه (شاخه سال جاری) از جهات مختلف درختان سیب، مخصوصاً تاج بیرونی و قسمت های نورگیر انتخاب شده و اندازه تک تک آن شاخه ها توسط متر بر حسب سانتی متر محاسبه گردید. و سپس میانگین طول آن شاخه ها در هر صفت و هر تکرار بدست آمد.

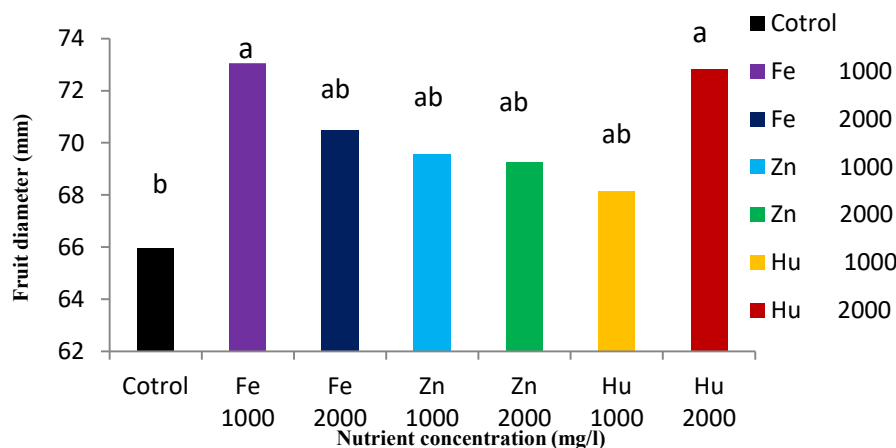
عناصر تغذیه ای برگ و میوه

به منظور استخراج و اندازه گیری غلظت عناصر غذایی برگ از بخش های میانی شاخه های سال جاری نمونه های برگی سالم به تعداد ۱۰ عدد جمع آوری و در آزمایشگاه با آب مقطر شستشو داده شدند. نمونه های میوه نیز با برداشت میوه از بخش های بیرونی تاج درخت تهیه گردید. نمونه های تهیه شده از برگ و میوه در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد برای مدت ۷۲ ساعت خشک و آسیاب شدند. سپس غلظت عناصر برگ و میوه سیب (آهن، روی، پتاسیم) بطور جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفت. تهیه عصاره به روش هضم تر انجام شد. برای این منظور به یک گرم پودر گیاه، ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ (۶۵ درصد) افزوده شد. نمونه ها به مدت ۲ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد در حمام آب گرم قرار گرفتند. سپس ۲/۶ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۲۰٪ به آنها اضافه شد، پس از سرد شدن نمونه ها، با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شده و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شدند. برای اندازه گیری محتوی آهن و روی از دستگاه جذب اتمی (۲۲۰ واریان) و برای اندازه گیری محتوای یون پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر (۴۰۵ G ساخت آلمان) استفاده گردید. در نهایت با استفاده از منحنی استاندارد حاصل از غلظت های مختلف برای هر یک از عناصر مورد نظر بر حسب میلی گرم وزن خشک محاسبه شد (Abdel-Shafey et al., 1994).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر طول میوه سیب گلدن دلشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 1- Comparison of the effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the fruit length of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر قطر میوه سیب رقم گلدن دلشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 2- Comparison of the effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on fruit diameter of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

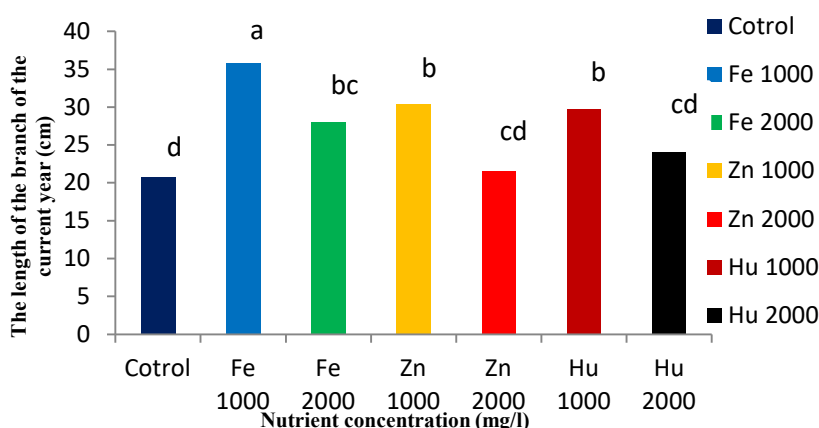
اثر تیمارهای تغذیه ای بر طول شاخه سال جاری

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان از معنی دار بودن اثرات ناشی از تیمارها در سطح ۱٪ روی صفت طول شاخه سال جاری بود. با افزایش طول شاخه سال جاری مخصوصاً شاخه بارده روی رقم گلدن دلشز درخت سیب کمیت یا عملکرد میوه افزایش می یابد. مقایسه میانگین

داده ها نشان داد که بیشترین طول شاخه سال جاری به ترتیب مربوط به تیمارهای کودی ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن، ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی و ۳۰/۴۳ و ۲۹/۶۳ سانتی متر بود. و تیمارها اختلاف معنی داری را با شاهد نشان دادند. یعنی محلول پاشی تیمارهای کودی فوق

و رد دلشز باعث افزایش طول شاخه سال جاری شده است. بدین صورت که بیشترین مقدار طول شاخه در تیمار کودی ۳۰۰ پی پی ام اسید هیومیک به اندازه شاخه ۶۰/۸۸ سانتی متر و کمترین مقدار طول شاخه نیز در تیمار شاهد به اندازه شاخه ۵۲/۳۵ سانتی متر ثبت گزارش شد که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت (Hasan, 2022).

باعث افزایش طول شاخه سال جاری به ترتیب به میزان ۴۲ درصد، ۳۲ درصد و ۳۰ درصد نسبت به شاهد شده است. کمترین طول شاخه سال جاری نیز مربوط به تیمار شاهد به میزان طول شاخه ۲۰/۶۸ سانتی متر بود (شکل ۳). ژیمان و همکاران (۱۴۰۱) گزارش کردند که محلول پاشی تیمار کودی اسید هیومیک روی ارقام سیب گرانی اسمیت



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر طول شاخه سال جاری سیب رقم گلدن دلشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 3- Comparison of the effect of different levels of chelate iron, zinc sulfate and humic acid on the length of the branch of the current year of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

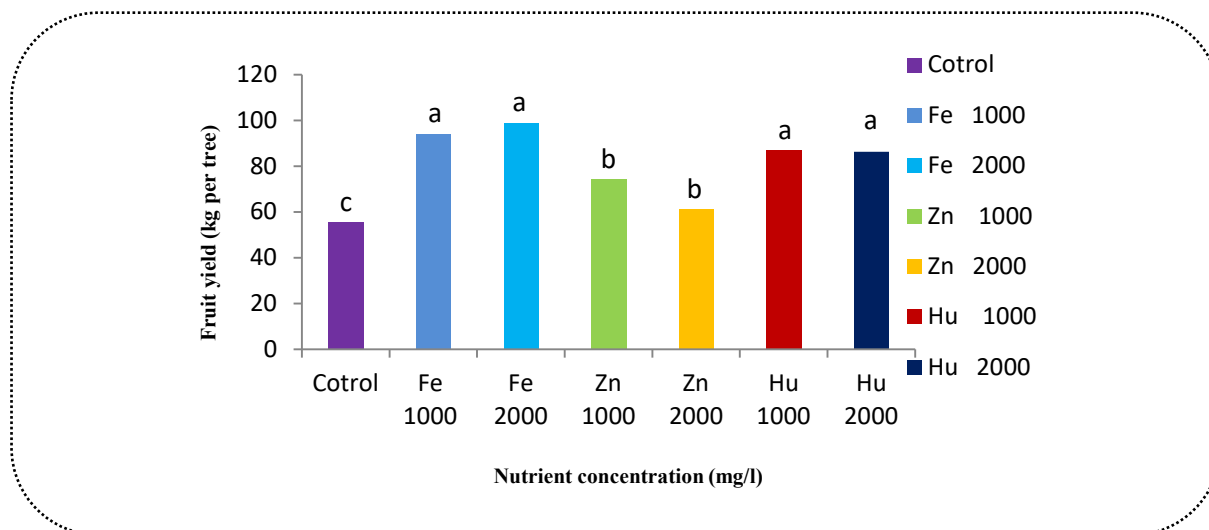
این آزمایش نیز کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش عملکرد رقم گلدن دلشز سیب به میزان ۴۰ درصد شده است. که با نتایج این تحقیق همسو بود. به نظر می رسد افزایش عملکرد به این دلیل بوده است که شرایط نامطلوب حاکم بر خاک از جمله آهکی بودن و pH بالای خاک باعث جلوگیری از جذب عناصر بویژه روی و آهن از خاک می گردد که با کاربرد اسید هیومیک تا حدودی این مشکل حل می گردد. (بهرامی و همکاران. ۱۳۹۳). در تحقیقی که توسط فرهنگی و همکاران با عنوان تاثیر محلول پاشی غلظت های مختلف اسید هیومیک بر روی سیب رقم رد دلشز صورت گرفته نتایج بدست آمده باعث افزایش در عملکرد میوه شده است. که با نتایج بدست آمده در این

اثر تیمارهای تغذیه ای بر عملکرد میوه

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمارهای تغذیه ای اثر معنی داری بر صفت عملکرد میوه در سطح احتمال ۱٪ داشت. بیشترین میزان عملکرد در تیمارهای کودی ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر آهن و ۱۰۰ و ۱۰۲/۶۶ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک به ترتیب ۹۳/۳۳ کیلوگرم در هر درخت به دست آمد. این تیمارها اختلاف معنی داری را با شاهد نشان دادند. کمترین میزان عملکرد میوه مربوط به تیمار شاهد با ۶۱ کیلوگرم در هر درخت بود (شکل ۴). در مطالعه بهرامی و همکاران نیز کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش عملکرد رقم گرانی اسمیت به میزان ۲۹ درصد نسبت به شاهد شده بود. که در

میزان ۵۰ درصد گردید که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت (پیری و همکاران، ۱۳۸۴).

تحقیق همسو بود. (فرهنگی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین نتایج حاصل از آزمایشات پیری و همکاران هم نشان داد که تیمار محلول پاشی آهن و روی باعث افزایش عملکرد به



شکل ۴-مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر عملکرد میوه سیب رقم گلدن دلشیز. میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

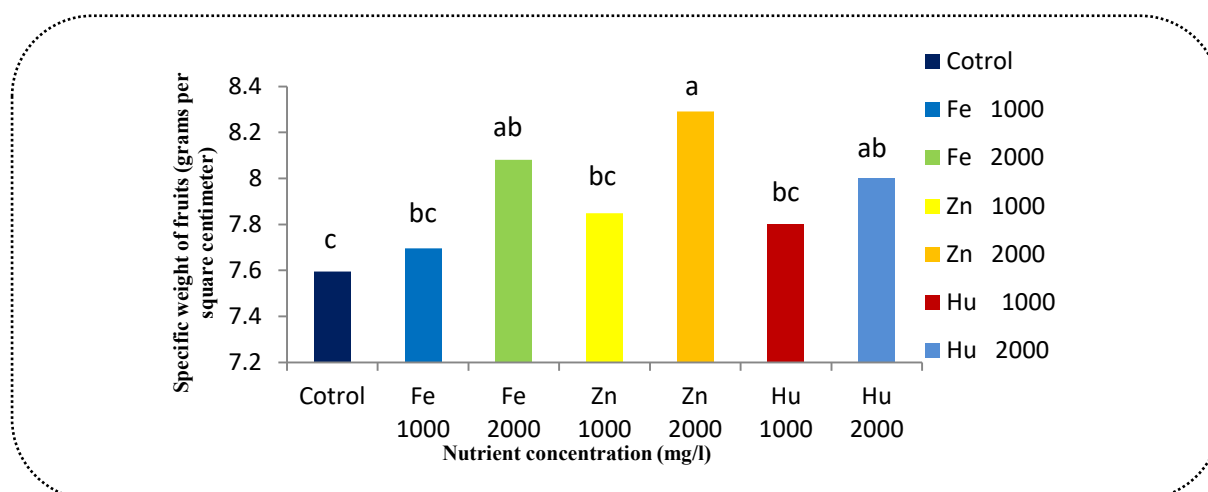
Figure 4-Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on fruit yield of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر وزن خشک میوه

تاثیر تیمارهای تغذیه ای به کار رفته روی وزن خشک میوه در سطح ۵٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی داری وجود داشت و محلول پاشی سطوح مختلف تیمارهای کودی کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک باعث افزایش وزن خشک میوه شد (شکل ۵). بدین صورت که بیشترین میزان وزن خشک میوه مربوط به تیمار کودی ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن با ۰/۱۹۳ گرم و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد با داشتن ۰/۱۶۳ گرم بود (شکل ۶). در مطالعه کریمی و همکاران (۱۳۹۲) کاربرد غلظت های مختلف تیمار کودی کلات آهن بر خصوصیات کمی و کیفی سیب رقم دلباراستیول باعث افزایش وزن خشک میوه این رقم از سیب شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲).

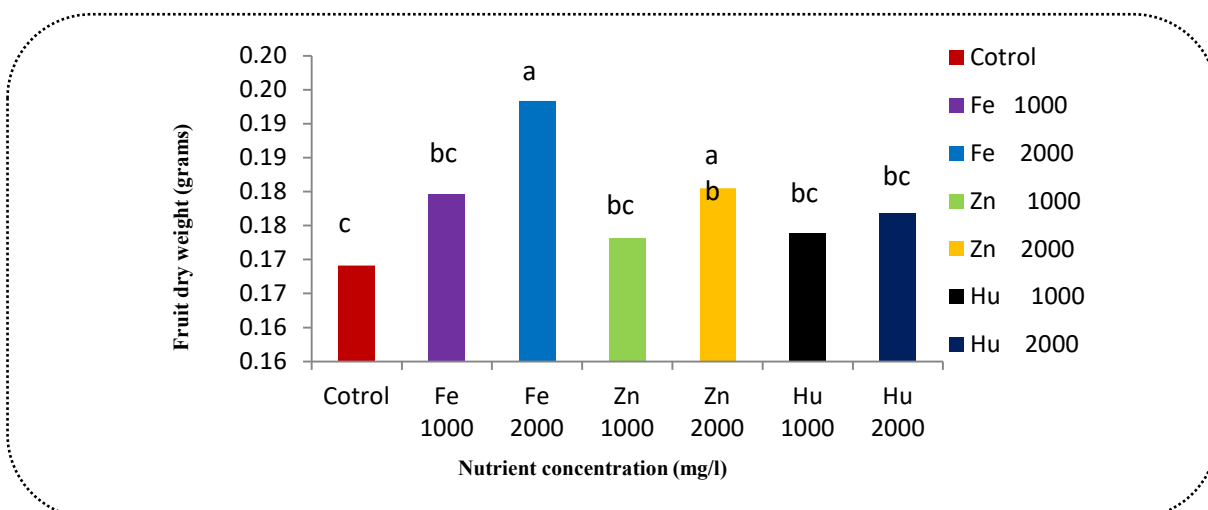
اثر تیمارهای تغذیه ای بر چگالی میوه (وزن مخصوص میوه ها)

نتایج تجزیه واریانس داده ها، اثرات ناشی از تیمارها در صفت وزن مخصوص میوه سیب رقم گلدن دلشیز نشان از معنی دار بودن آنها در سطح ۵٪ داشت. بررسی مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود داشت. بیشترین میزان چگالی میوه مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی به اندازه ۸/۳ گرم بر سانتی متر مربع مشاهده شد. این تیمار اختلاف معنی داری با شاهد نشان داد. همچنین کمترین میزان چگالی مربوط به تیمار شاهد به میزان ۷/۶ گرم بر سانتی متر مربع بود. با افزایش غلظت تیمارهای کودی کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک از صفر به ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر میزان چگالی یا وزن مخصوص میوه ها نیز افزایش یافت (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان چگالی (وزن مخصوص میوه ها) سیب رقم گلدن دلیشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 5- Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the density (specific weight of fruits) of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test



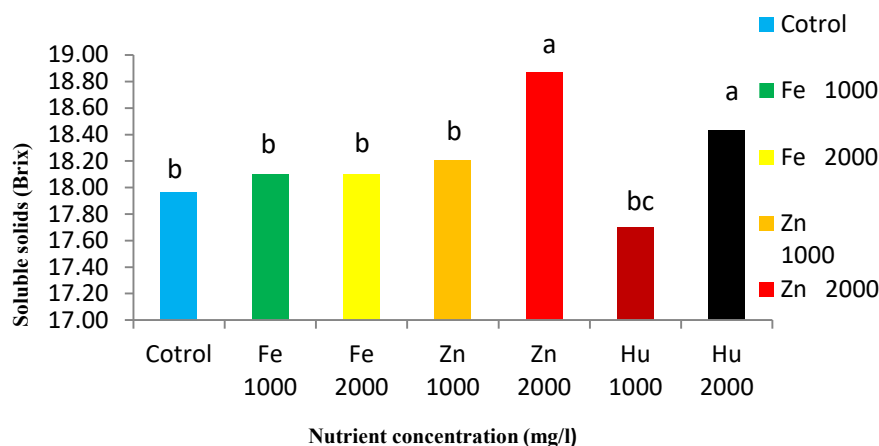
شکل ۶- مقایسه میانگین سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر وزن خشک میوه سیب رقم گلدن دلیشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 6- Comparison of the average levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the fruit dry weight of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

ترتیب ۱۷/۷۰ و ۱۷/۹۶ درجه بریکس بود (شکل ۷). در پژوهش صورت گرفته توسط بهرامی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که کاربرد غلظت های مختلف اسید هیومیک (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر) باعث افزایش مواد جامد محلول (TSS) در میوه سیب رقم گرانی اسمیت شد، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت به نظر می رسد. شرایط آب و هوای مناطق مختلف که از اقلیمهای مختلف نیز برخوردار هستند بر مقدار مواد جامد محلول تاثیر به سزایی دارد.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر مواد جامد محلول میوه (TSS)

بررسی مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود داشت. بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی با میزان ۱۸/۸۶ درجه بریکس و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و شاهد به



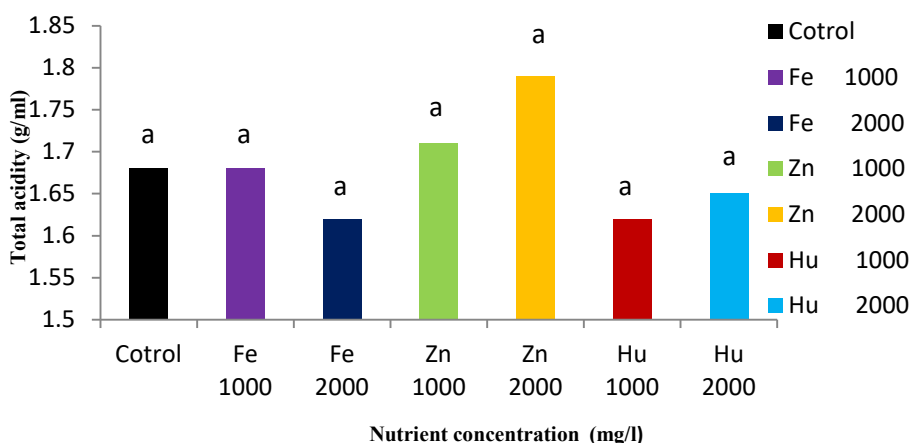
شکل ۷- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر مواد جامد محلول سیب رقم گلدن دلشیز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 7- Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on soluble solids in fruit of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر اسیدیته کل

اسید هیومیک تأثیری در میزان اسیدیته کل نداشت (شکل ۸). محبی و همکاران (۱۴۰۱) تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی عناصر روی، آهن و منگنز بر خصوصیات زایشی و عملکرد انگور بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد تیمار کودی ۰/۱ درصد کلات روی بر اسیدیته آب میوه نسبت به شاهد نه تنها افزایشی مشاهده نشد، بلکه اندکی نیز کاهش یافته بود که با نتایج بدست آمده در این تحقیق همخوانی داشت (محبی و همکاران، ۱۴۰۱).

اسیدیته کل میوه به عنوان یکی از صفاتی که نشان دهنده خصوصیات شیمیایی و تعادل آن با میزان قند نشان دهنده طعم میوه های سیب درختی است. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان دهنده معنی دار نبودن بین تیمارها در صفت اسیدیته کل می باشد. نمودار مقایسه میانگین داده ها نشان داد که تفاوت معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. براین اساس کاربرد سطوح مختلف تیمارهای کودی کلات آهن، سولفات روی و



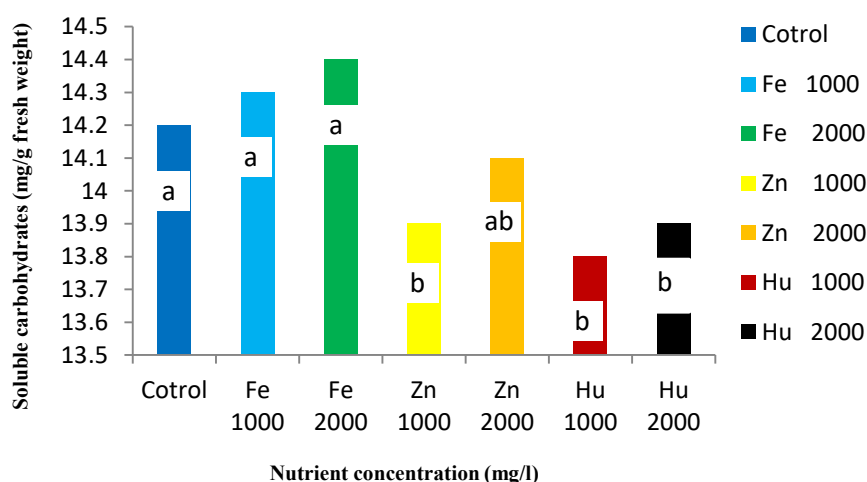
شکل ۸- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر اسیدیته کل میوه سیب رقم گلدن دلشیز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 7- Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the acidity of the whole fruit of apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر کربوهیدراتها

اثر تیمارهای تغذیه ای به کار رفته مربوط به این صفت نشان از معنی دار نبودن اثرات ناشی از تیمارها بود. بررسی مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود نداشت. یعنی کاربرد سطوح مختلف تیمارهای کودی کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک تاثیری بر میزان کربوهیدرات های محلول نداشت (شکل ۹). بیشترین میزان کربوهیدرات های محلول مربوط

به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن و کمترین میزان آن مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده شده است که از لحاظ تجزیه آماری تفاوت بین این دو سطح تیمار معنی دار نشد. وجیک و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که محلول پاشی تیمار کودی سولفات روی اثر مشخصی بر اسیدیته کل و کربوهیدرات های محلول درختان سیب نداشت که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت (Wojcik et al, 1995).



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان کربوهیدراتهای محلول میوه سیب رقم گلدن دلشیز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 8-Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the amount of soluble fruit carbohydrates in apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر جذب عناصر غذایی در

برگ سیب رقم گلدن دلشیز

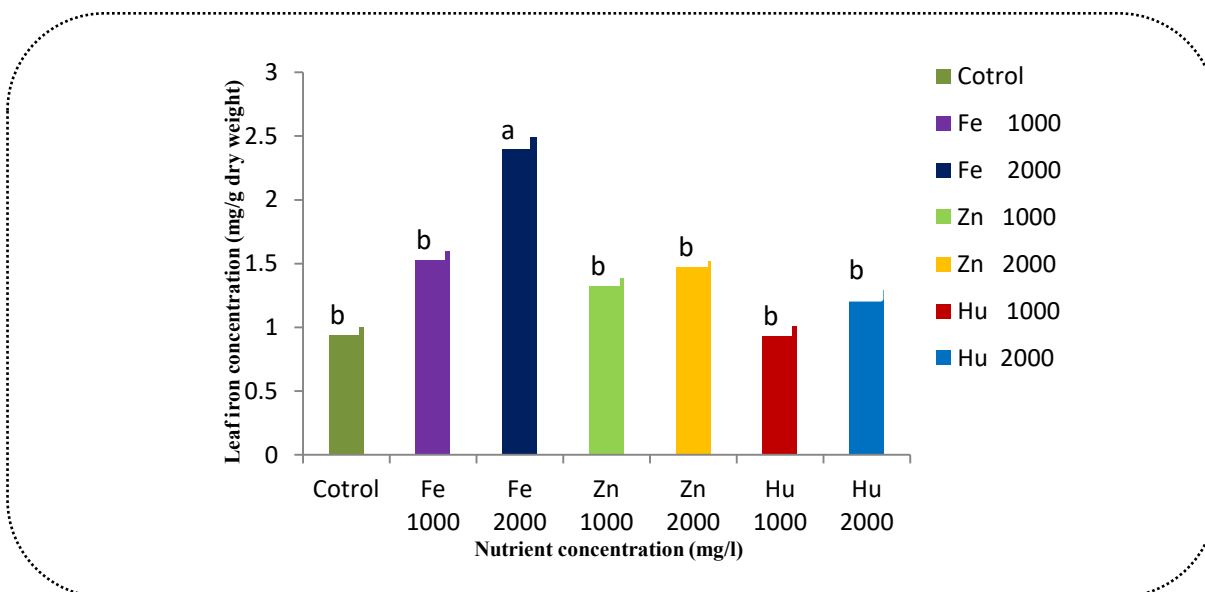
اثر تیمارهای تغذیه ای بر غلظت عنصر آهن برگ

تاثیر تیمارهای تغذیه ای بکار رفته روی غلظت عنصر آهن برگ، نشان از معنی دار بودن اثرات ناشی از تیمارهای کودی کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک در سطح ۵٪ می باشد. بررسی مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح

مختلف تیمارهای کودی وجود داشت. بیشترین مقدار غلظت عنصر آهن مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن به اندازه ۲/۴۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. این تیمار تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نشان داد. کمترین میزان غلظت عنصر آهن نیز در تیمار مربوط به شاهد به اندازه ۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد (شکل ۱۰). اثر منفی روی بر جذب آهن در منابع تحقیقاتی به وفور دیده می شود به گونه ای که در

عناصر کم مصرف در انگور انجام دادند، گزارش نمودند که اختلاف کاملاً معنی داری بین تیمارها از نظر غلظت عناصر آهن و روی در برگ وجود داشته است. که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشت (عزیزی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

بعضی نتایج عامل ایجاد کلروز ناشی از کمبود آهن به این عنصر نسبت داده می شود. راه غالبی که روی به وسیله آن از جذب آهن جلوگیری می کند، ایجاد اختلال در جریان جذب آهن می باشد (Bonnet et al., 1970). عزیزی و ملکوتی در تحقیقی که به منظور مقایسه روش های کاربرد



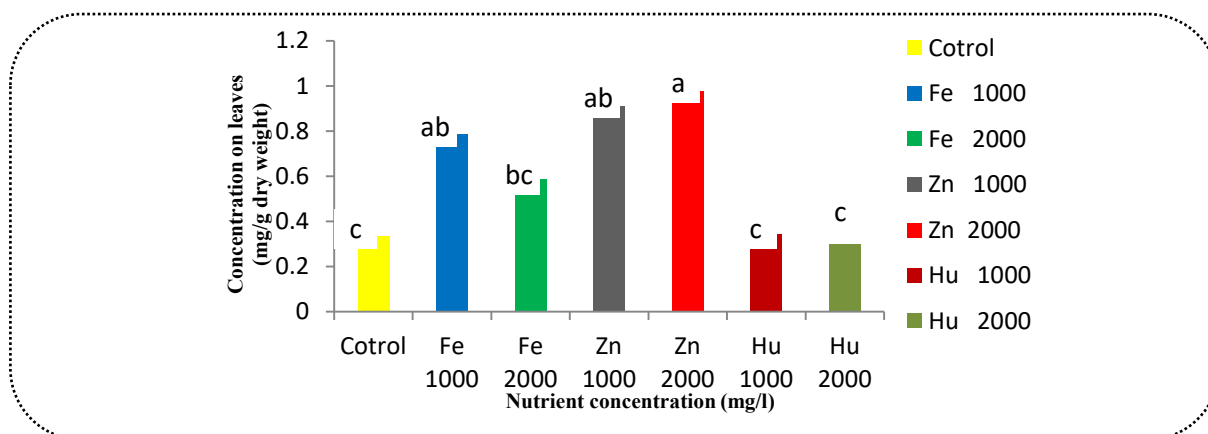
شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان عنصر آهن برگ سیب رقم گلدن دلشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 10-Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the amount of iron in apple leaves of the apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

مربوط به تیمار شاهد به میزان ۰/۳۳۴ میلی گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. در بررسی های صورت گرفته توسط بهرامی و همکاران (۱۳۹۳) کاربرد سولفات روی بر درخت انار، نتایج آنالیز عناصر نشان داد که باعث افزایش غلظت عنصر روی بوده است، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. همچنین در تحقیق صورت گرفته توسط دولتی بانه و همکاران نتایج بدست آمده نشان داد که محلول پاشی سطوح مختلف تیمارهای سولفات روی، سبب ایجاد اختلاف معنی داری بر غلظت عنصر روی در برگ انگور گردید که با نتایج بدست آمده در این تحقیق همسو بود (دولتی بانه و همکاران، ۱۳۸۸).

اثر تیمارهای تغذیه ای بر غلظت عنصر روی برگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها معنی دار بودن اثرات ناشی از تیمارها در سطح ۱٪ روی صفت عنصر روی برگ را نشان می دهد. بررسی مقایسه میانگین داده ها نیز نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود داشت. بیشترین میزان غلظت عنصر روی برگ مربوط به تیمارهای ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی به ترتیب ۰/۹۷۸ و ۰/۹۱۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. از لحاظ آماری این سطح از تیمارهای سولفات روی تفاوتی معنی داری نسبت به دیگر تیمارها از جمله شاهد داشتند (شکل ۱۱). کمترین میزان غلظت عنصر روی



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان عنصر روی برگ سیب، رقم گلدن دلیشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 11- Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the amount of zinc element in leaves of the apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

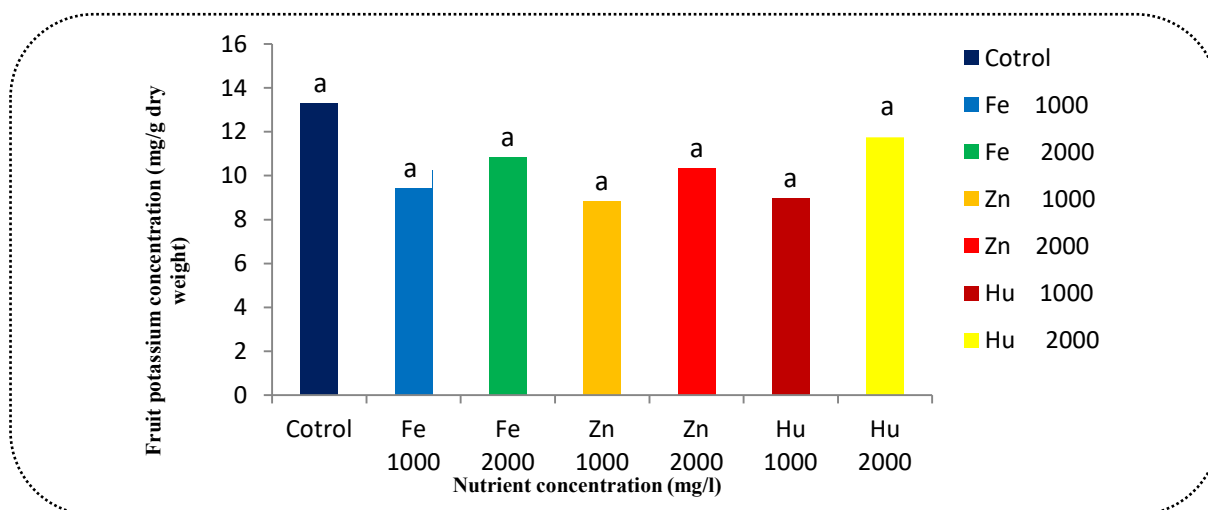
میزان غلظت پتاسیم میوه مربوط به تیمار شاهد با داشتن ۱۴/۰۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک و کمترین میزان آن مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر روی با داشتن ۹/۵۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد، که از لحاظ آماری تجزیه بین این دو سطح تیمار معنی دار نشد (شکل ۱۲). در بررسی های صورت گرفته توسط زنگنه و رسولی (۱۳۹۶) کاربرد غلظت های مختلف اسید هیومیک روی انگور بیدانه سفید تاثیری بر میزان پتاسیم میوه نداشت که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر غلظت عناصر غذایی در

میوه سیب گلدن دلیشز

اثر تیمارهای تغذیه ای بر غلظت عنصر پتاسیم میوه

تاثیر تیمارهای تغذیه ای بکاررفته بر روی غلظت عنصر پتاسیم میوه نشان از معنی دار بودن آنها در سطح ۵٪ می باشد. بررسی مقایسه میانگین داده ها نیز نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود نداشت. محلول پاشی تیمارهای مختلف کودی تاثیری بر میزان غلظت عنصر پتاسیم در بافت میوه سیب نداشت (شکل ۱۲). بیشترین



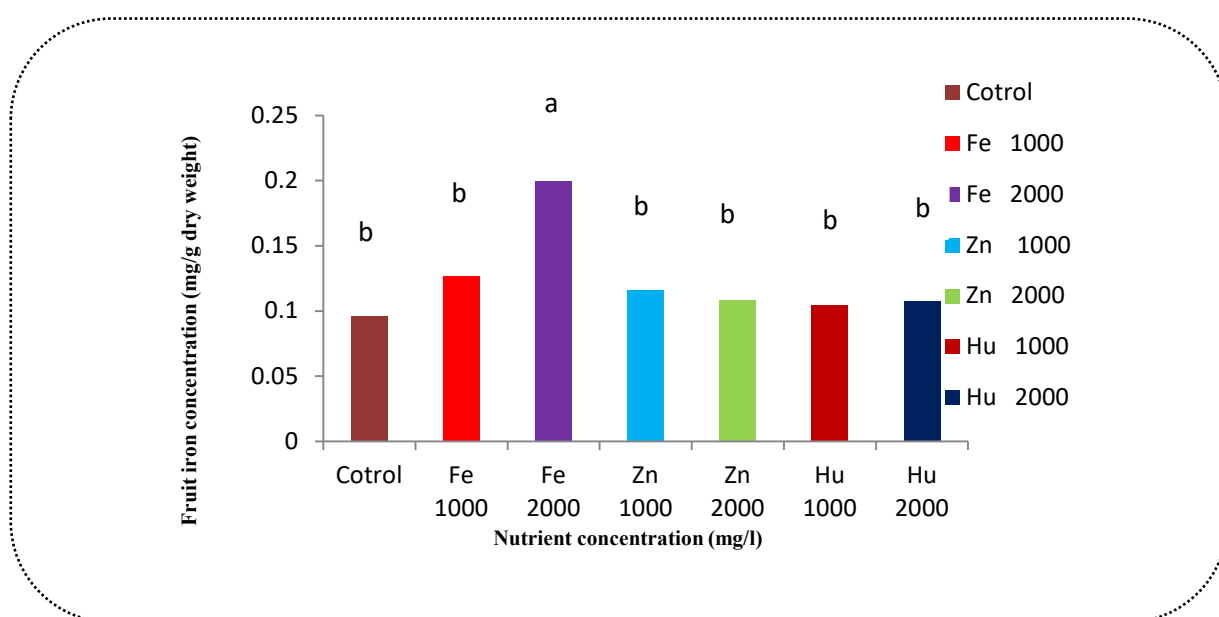
شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان عنصر پتاسیم میوه سیب، رقم گلدن دلیشز، میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 12- Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the amount of potassium element in fruit, of the apple cultivar 'Golden Delicious'. The averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test. (mg/l)

اثر تیمارهای تغذیه ای بر غلظت عنصر آهن میوه

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان از معنی دار بودن اثرات ناشی از تیمارها در سطح ۵٪ روی صفت عنصر آهن در سطح ۵٪ بود. نمودار بررسی مقایسه میانگین داده ها نیز نشان داد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود داشت. بیشترین میزان غلظت عنصر آهن مربوط به تیمار ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر آهن به ترتیب ۰/۱۹۹ و

۰/۱۲۶ میلی گرم بر گرم وزن خشک و کمترین میزان غلظت عنصر آهن نیز مربوط به تیمار شاهد با داشتن ۰/۰۹۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ بدست آمد (شکل ۱۳). یعنی تفاوت معنی داری بین تیمارهای کودی ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن با شاهد وجود داشت. براساس نتایج این تحقیق اعمال سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن باعث افزایش غلظت این عنصر در بافت میوه سیب شده است.



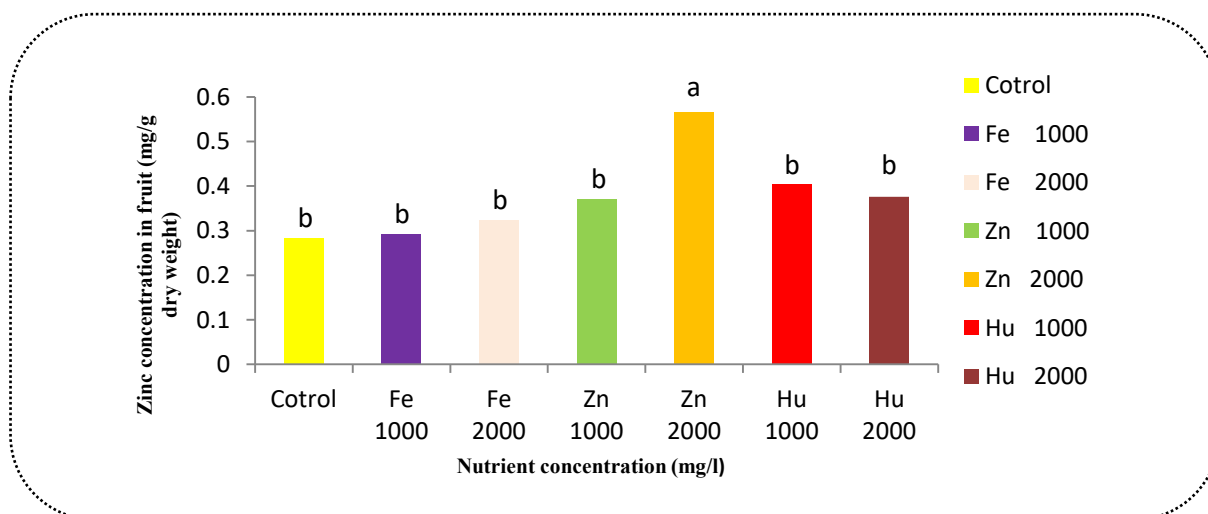
شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان عنصر آهن میوه سیب، رقم گلدن دلیشز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 13. Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the amount of iron in fruit, of the apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

اثر تیمارهای تغذیه ای بر غلظت عنصر روی میوه

تاثیر تیمارهای تغذیه ای بکار رفته روی غلظت عنصر روی میوه، نشان دهنده معنی دار بودن اثرات ناشی از آنها در سطح ۱٪ می باشد. نمودار بررسی مقایسه میانگین داده ها نیز نشان داد که اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف تیمارهای کودی آهن، روی و اسید هیومیک وجود داشت. بیشترین میزان غلظت عنصر روی میوه مربوط به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر روی میوه با داشتن ۰/۵۶۶ میلی گرم

بر گرم وزن خشک می باشد که از لحاظ آماری نیز این سطح از تیمار نسبت به بقیه تیمارها معنی دار شد بین تیمار کودی ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر روی میوه با بقیه تیمارها تفاوت بسیار معنی داری وجود داشت. که نشان دهنده بهترین تیمار کودی با داشتن بیشترین غلظت عنصر روی میوه می باشد. کمترین میزان غلظت عنصر روی میوه نیز مربوط به تیمار شاهد با داشتن ۰/۳۰۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک در بافت میوه سیب می باشد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک بر میزان عنصر روی میوه سیب، رقم گلدن دلشیز. میانگین هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

Figure 14- Comparison of the average effect of different levels of iron chelate, zinc sulfate and humic acid on the amount of zinc element in fruit, of the apple cultivar 'Golden Delicious'. Averages with the same letters are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

نتیجه گیری کلی

جاری در تیمار کودی ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن بدست آمد که با افزایش طول شاخساره تعداد جوانه های حاوی گل نیز افزایش پیدا می کنند که همین اتفاق موجب افزایش درصد تشکیل میوه و در نهایت افزایش عملکرد میوه می گردد. افزایش طول و قطر میوه در تیمارهای کودی ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد که به طور مستقیم با افزایش طول و قطر میوه، عملکرد میوه نیز افزایش می یابد. افزایش وزن خشک و چگالی میوه به ترتیب در تیمارهای کودی ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن و سولفات روی مشاهده شد. افزایش غلظت عناصر روی در برگ و میوه در تیمار کودی ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی مشاهده شد. همچنین افزایش غلظت عناصر آهن در برگ و میوه در تیمار کودی ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلات آهن مشاهده شد. نتایج به دست آمده از این آزمایش از بین سه تیمار کودی مورد استفاده، تیمار کودی کلات آهن با غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین تاثیر را در برخی صفات کمی و کیفی برگ و میوه سیب رقم گلدن دلشیز داشته است. این سطح از تیمار کودی (۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر

در این پژوهش اثر محلول پاشی تیمارهای کودی کلات آهن، سولفات روی و اسید هیومیک هر کدام در سه سطح صفر (شاهد)، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر بر صفات کمی و کیفی سیب رقم گلدن دلشیز مورد بررسی قرار گرفت، نتایج به دست آمده در این آزمایش به طور عمده با نتایج تحقیقات گزارش شده قبلی مطابقت داشت. نتایج این بررسی نشان داد که تیمار کودی کلات آهن به دلیل افزایش طول شاخه سال جاری، طول و قطر میوه، افزایش عملکرد، افزایش وزن خشک میوه، غلظت عناصر برگ و میوه بیشتر از سایر تیمارهای کودی مانند تیمارهای سولفات روی و اسید هیومیک مورد توجه است و بیشترین تاثیر را داشت. با توجه به اینکه یکی از مهمترین اهداف اصلاحی و مدیریتی در باغهای تجاری سیب افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد، لذا براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق در تیمارهای کودی ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر آهن و اسید هیومیک افزایش عملکرد میوه حاصل شد که باغداران و تولیدکنندگان می توانند از این تیمارهای کودی استفاده کنند. افزایش طول شاخه سال

Improvement, 17(2), 517-529.

Canellas, L., Teixeira, J., Dobbss, L., Silva, L., Medici, C., Zandonadi, L., & Fac DB. (2008). Humic acids cross interactions with root and organic acids. *annals applied biology*, 153, 157-166.

Crespan, G., Zenarola, C., Coolugnati, G., Beregant, F., Gallas, F., & Tonetti, I. (2020). Fertilizer procedures and response of vines, preliminary results of an investigation icabernet sauvignon. *Journal of Notiziario-ERSA*, 13, 21-24.

Dokhani, S., & Beheshti, R. (2004). Qualitative and quantitative analysis of dominant sugars and organic acids in two apple cultivars of Semiram during quantitative and qualitative analysis. *Agricultural and natural resources science and technology journal*, 368-359, (4) 44

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. *Seed and Plant Production Journal*, 25(1), 103-115.

Farhani, Sh., & Taifeh Noori, M. (2017). Effect of Foliar Spray Humic acid on Quality and Quantity of Apple (*Malus domestica* 'Red Delicious') Fruit in Maragheh Region. the seventh international conferences of applied researches in agricultural sciences, natural resources and environment.

Hadavand, N, Ershadi, A, Karimi, R, Tallaei, A, Asgari & Sarcheshmeh, M (2016). Dense cultivation effect on fruit quality and leaf nutrients concentration (*Malus × domestica* Borkh (in graany smith on M 26 stock, agricultural breeding journal, 18(2). 40-48.

Hasan, Z. A. (2022) Effects of Foliar Spray of Aminoplasmal, Humic Acid and Their Combinations on Vegetative Growth, Leaf Nutrient Content and Some Fruit Quality Traits in Apple (*Malus domestica* Borkh) tree (Doctoral dissertation).

Qadri, N., Vazavi, A., Talai, A., & Babalar, M. (2003). The effect of boron (B) and zinc (Zn) foliar application and the concentration of these elements in leaves and fruits and some characteristics of almond fruit. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34(1):125-135.

Karimi, R. (2012), Comparison of fruit size of Golden Delicious and Red Delicious varieties on MM106 stock with production and standard level and relation to fruit quality, the first national congress of modern science and technologies in agriculture, Zanjan university, September 19-21

آهن) باعث افزایش عملکرد میوه، وزن خشک میوه، غلظت عنصر آهن در برگ و میوه شد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در خاکهای آهکی، محلول پاشی آهن و روی می تواند منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی سیب رقم گلدن دلشز شود.

پیشنهادهات

نتایج این تحقیق می تواند آغازی برای پژوهش های بیشتر در زمینه کاربرد کودهای زیستی و بیولوژیکی جهت افزایش بهینه خصوصیات کمی و کیفی در سیب رقم گلدن دلشز شود. نتایج بدست آمده از این پژوهش امید است که مورد توجه خاص پژوهشگران و باغداران در زمینه تولید محصول با کیفیت و مقرون به صرفه اقتصادی قرار گیرد. از بین سه تیمار کودی مورد استفاده در این پژوهش تیمار کودی کلات آهن با غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین تاثیر را در برخی صفات کمی و کیفی از جمله عملکرد میوه، وزن خشک میوه، غلظت عنصر آهن در برگ و میوه سیب رقم گلدن دلشز شده است. لذا این سطح از تیمار کودی جهت افزایش کمی و کیفی در باغات میوه سیب توصیه می شود.

منابع

Abdel-Shafey, H., Hegemann, W., & Teiner, A. (1994). Digestion with concentrated HNO₃ and H₂O₂. *Environ ManageHealth*, 5, 21-24

Azizi, M, and Malkuti, M (1380). Comparison of the methods of application of low consumption elements in relation to the yield and quality of grape fruit, *Journal of Soil and Water Sciences*. Volume 12, Issue 14, Page 203-195.

Bonnet, M., Cameres, O., & Veisserire, P (2020). Effect of zinc and influence of Acremonium lolii on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activities of ryegrass (*Loliumperenne* L. cv. Apollo), *Journal of experimental, Botany*, 51, 945-953.

Bahrami, S., Soleimani, A., & Habibi, F. (2015). Effect of foliar spraying by humic acid on mineral leaf composition, yield and fruit quality of apple cv. 'Granny Smith'. *Journal of Crops*

- Robinson, B., Shaulis, N., Smith, C., & Tallman, F. (1959). Changes in the malic and tartaric and contents of 'Concord' grapes. *Food Research*, 24, 176-180.
- Shehata, S. Gharib, A. & Shalaby, EA. (2011). Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Medicinal Plants Research*, 5, 2304-2308.
- Salari, A. & Rostgar, S. (2021). The effect of zinc and iron foliar nutrition on some quantitative and qualitative characteristics of Orlando Tangelo, *Journal of Plant Process and Function*, Volume 10, Number 41, pp. 157-169.
- Stoky, M., Karimi alouijeh, M., & Sfandari, H (2016). Apple tree nurturing manual. Tehran. Agricultural and natural resources education Tak press.
- Willia, F. B. (1991). Nutrient deficiencies and toxicities in crop plant. Colleg of Agricultural and Natural Resources Texas Tech. University Lubbock.
- Wojcik, P. M., Krze, A. & Winska, D. (1995). Effect of foliar nutrition on cropping and quality of apples.
- Zangeneh, N., & Rasouli, M. (2017). Effect of potassium fertilizers and Humic acid on the Pigments and activity of antioxidants in grape 'Bidaneh Sefid'. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(3), 701-714.
- Khodabakhsh, S, Malki, M, Rasouli, M (2014). Studying the effect of iron and zinc chelate nanofertilizers on growth and physiological factors of grapes (*Vitis vinifera L.*). Post-graduate thesis. Malayer university.
- Malakouti, M, and tehrani, M (2012), The role micro-nutrients on increasing of yield and quality improving of agricultural crop. Tehran, Tarbiat Modares university press.
- Mohebi, M., Ebadi, A., Taheri, M., Zarrabi, M., Bi Hamta, M. (2022), The effect of different levels of foliar application of zinc, iron and manganese on the reproductive characteristics and yield of *Vitis vinifera L.* grapes in some vineyards of Zanjan province. *Journal of Horticultural Sciences*. Volume 36, Number 2, pp. 457-443
- Nardi, S. Pizzeghello, D. Muscolo, A. & Vianello, A. (2014). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology Biochemistry*, 34, 1527-1536.
- Neri, D. Lodolini, EM. Luciano, M. Sabbatini, P. & Savini, G. (2002). The persistence of humic acid droplets on leaf surface. *Acta Horticulture*, 594, 303-314.
- Piri, H., Maafpurian, G., Darskar, M. (2008). Investigating the effect of nitrogen, phosphorus, potassium and some low consumption elements on quantitative and qualitative characteristics of Asgari grape variety. Summary of articles of the 4th Congress of Horticultural Sciences of Iran. Page 145.