

Effects of Nitrogen and Zinc on quantitative and qualitative of sweet lime (*Citrus limmetta* Tan.) fruits grafted onto Mexican lime rootstock in calcareous soil condition

Sayed Abdolhossein Mohammadi Jahromi¹, Abdolhossein Aboutalebi Jahromi^{2*}, Vahid Abdossi³, AliReza Talaei⁴

1- Ph.D. Student at Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
samohammadijahromi@yahoo.com

2- Corresponding Author and Associate Professor of Horticulture, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.
aa84607@gmail.com

3- Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
abdossi@srbiau.ac.ir

4- Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
atalaii@ut.ac.ir

Received Date: 2020/07/04

Accepted Date: 2021/04/28

Abstract

Introduction: Balanced fertilization of organic matters and macro- and micro-nutrients is the most important effective factors on the fruit quality and the yield of the citrus trees (Hao et al., 2007). A very large area of land under cultivation in the south of the Iran is calcareous, and as a result, the absorption of elements such as Zinc, phosphorus, iron, etc. in these soils is done slowly, which is one of the agricultural problems of these areas (Aboutalebi and Hassanzadeh, 2007). In the subtropical regions, flowering in citrus occurs after the infancy period and exposure to low temperatures and short days of winter (Nebauer et al., 2006). This study was conducted with the aim of investigating the effect of Nitrogen and Zinc on increasing the fruit quantity and quality of the 6-old-years sweet lime budded on Mexican lime rootstock.

Material and methods: This investigation was performed as factorial arrangement in randomized complete block design with nine treatments and three replications and one 6-years-old sweet lime tree budded on the Mexican lime rootstock in each replication in two separate parts of the big research orchard of Islamic Azad University of Jahrom branch. The experiment factors included the foliar application of Urea at three concentrations of 0, 3 and 5gL⁻¹ and the foliar application of Zinc sulfate at three concentrations of 0, 3 and 5gL⁻¹. The foliar application of Urea and Zinc sulfate was performed before flower induction of the trees, in October. After spraying, in the time of the fruit harvesting, the parameters including fruit juice pH, TSS, vitamin C, average fruit weight, texture firmness, single tree yield and fruit ripening were measured.

Results and discussion: Based on the results, in the present study due to foliar application of Urea and Zinc sulfate particularly combined treatments, all traits significantly influenced compared to control treatment. Totally, the treatments without Urea were in the lowest levels in viewpoint of quantitative and qualitative characteristics of the fruit. The use of 3 gL⁻¹ Urea without Zinc sulfate as well as combined treatment of 3gL⁻¹ Urea and 5gL⁻¹ Zinc sulfate caused to improve qualitative characteristics of the fruit such as pH, TSS, fruit juice, vitamin C, and reduction of fruit peel thickness. The use of 5gL⁻¹ Zinc sulfate without Urea led to increase the peel thickness and fruit firmness. Combined treatment of 5 gL⁻¹ Urea and 5gL⁻¹ Zinc sulfate increased average fruit weight (131 to 189g) and plant yield (175 to 243kg) compared to the control.

Conclusions: In the present study, the foliar application of Urea and Zinc sulfate, particularly in the combined treatment, significantly affects all parameters compared to control treatment. On this basis, it can be recommended the foliar application of 5gL⁻¹ Urea + 3gL⁻¹ Zinc sulfate in the October to improve qualitative traits of the fruit and the combined treatment of 5gL⁻¹ Urea + 5gL⁻¹ Zinc sulfate to increase the yield of sweet lime grafted onto Mexican lime rootstock.

Keywords: Urea, Citrus, Yield, Zinc.

اثرات نیتروژن و روی بر کمیت و کیفیت میوه لیموشیرین (Citrus *limettioides* Tan.) روی پایه مکزیکن لایم (Mexican lime) در شرایط خاک آهکی

سید عبدالحسین محمدی جهرمی^۱، عبدالحسین ابوطالبی جهرمی^{۲*}، وحید عبدوسی^۳، علی رضا طلایی^۴

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

samohammadijahromi@yahoo.com

۲- نویسنده مسئول و دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.

aa84607@gmail.com

۳- استادیار گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

abdossi@srbiau.ac.ir

۴- استاد گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

atalaai@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۴

چکیده

سطح بسیار وسیعی از خاک‌های اراضی تحت کشت جنوب ایران آهکی بوده و در نتیجه جذب عناصری مانند روی، فسفر، آهن و غیره در این خاک‌ها به کندی انجام می‌گیرد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر نیتروژن به فرم اوره و سولفات روی بر صفات کمی و کیفی میوه لیموشیرین به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی درختان شش ساله پیوندشده روی پایه مکزیکن لایم (Mexican Lime) در دو قطعه مجزا انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل محلول‌پاشی با اوره و سولفات روی در سه سطح صفر، سه و شش گرم‌درلیتر بودند. در خلال نیمه دوم مهرماه محلول‌پاشی اوره و سولفات روی، قبل از مرحله گل‌انگیزی روی درختان هدف انجام گرفت. پس از محلول‌پاشی، در زمان برداشت محصول، صفات pH آب میوه، مواد جامد محلول، اسید کل، ویتامین C، متوسط وزن میوه، سفتی بافت و عملکرد تک درخت اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، در بررسی خواص کمی و کیفی میوه، تیمارهای بدون اوره در پایین‌ترین سطح قرار داشتند. استفاده از سه گرم‌درلیتر اوره در غیاب سولفات روی و تیمار ترکیبی سه گرم‌درلیتر اوره و شش گرم‌درلیتر سولفات روی منجر به بهبود صفات کیفی میوه شامل pH، TSS، درصد آب میوه، میزان ویتامین ث و کاهش ضخامت پوست میوه شد. ترکیب اوره و سولفات روی در غلظت شش گرم‌درلیتر منجر به افزایش متوسط وزن میوه از (۱۳۱ به ۱۸۹ گرم) و عملکرد محصول از (۱۷۵ به ۲۴۳ کیلوگرم) نسبت به شاهد شد. در مجموع، تحت شرایط این آزمایش می‌توان تیمار ترکیبی اوره شش گرم‌درلیتر و سولفات روی سه گرم‌درلیتر را به صورت محلول‌پاشی در خلال نیمه دوم مهرماه جهت بهبود صفات کیفی میوه و تیمار ترکیبی اوره و سولفات روی هر دو به مقدار شش گرم‌درلیتر را جهت افزایش عملکرد لیموشیرین روی پایه مکزیکن لایم توصیه نمود.

کلمات کلیدی: اوره، مرکبات، عملکرد، روی.

مقدمه

لیموشیرین (*Citrus limetta* Tan.) متعلق به خانواده (Rutaceae) و زیرخانوادهی Aurantioideae است (Fotoohi and Ghazvini and Fattahi Moghaddam, 2016). جنوب ایران به ویژه استان فارس از مناطق عمده تولید این محصول به شمار می رود به طوری که این استان با داشتن حدود ۱۶ هزار و ۳۶۸ هکتار سطح کشت و تولید نزدیک به ۵۷۸۲۳۱ تن لیموشیرین، ۹۱ درصد لیموشیرین ایران را تأمین می کند. جهرم یکی از شهرهای جنوبی استان فارس است که با سطح زیر کشت حدود ۱۱/۵ هزار هکتار و تولید نزدیک به ۴۸۰ هزار تن لیموشیرین، بزرگترین مرکز تولید این محصول در جهان است (Ahmadi et al., 2017). تغذیه متعادل مواد آلی و عناصر پرمصرف و کم مصرف از مهم ترین عوامل موثر بر کیفیت و عملکرد درختان مرکبات است. سطح بسیار وسیعی از خاک های اراضی تحت کشت جنوب کشور آهکی بوده و در نتیجه جذب عناصری مانند روی، فسفر، آهن و غیره در این خاک ها به کندی انجام می گیرد که از مشکلات اساسی کشاورزی این مناطق محسوب می شود. برخی از این عناصر نظیر نیتروژن، آهن و روی نقش عمده ای در القاء و تشکیل گل دارند (Disante et al., 2010). وجود آهک و یون کلسیم فراوان، باعث کندی جذب عناصر کم مصرف می شود. از طرفی در خاک های آهکی زیادی یون بی کربنات، ضمن افزایش pH خاک باعث کاهش قابلیت جذب عناصر کم مصرف، به خصوص آهن و روی می شود (Hao et al., 2007).

در مناطق نیمه گرمسیری گل دهی در مرکبات پس از سپری شدن دوران نونهالی و قرار گرفتن در معرض دمای پایین و روز کوتاه از فصل زمستان رخ می دهد (Nebauer et al., 2006). عدم سال آوری و پتانسیل عملکرد بالا در گیاه لیموشیرین از ویژگی های این گونه مرکبات است که در بسیاری از مناطق تحت کشت، برداشت بیش از ۷۰۰ کیلوگرم محصول از یک درخت در یک سال گزارش شده است (Anounymous, 2019). باردهی لیموشیرین از تمام

گونه های مرکبات بیش تر است (Aboutalebi and Hassanzadeh, 2007).

نیتروژن جزء کلیدی در کودهای معدنی است که در درختان مرکبات استفاده می شود؛ این تأثیر بیش تر بر رشد، ظاهر و تولید میوه با کیفیت در مقایسه با هر عنصر دیگری مشهود است (Thomas et al., 2008). تغذیه برگه نیتروژن به فرم اوره یکی از روش های مهم کوددهی مرکبات در فلوریدای آمریکا و سایر مناطق مرکبات خیز دنیا است، زیرا با این روش شست و شوی نیترات و ورود آن به آب زیرزمینی کاهش می یابد (Bondada et al., 2001). محققان گزارش نموده اند که نیتروژن به فرم اوره و به صورت محلول پاشی برگه چهار برابر بیش تر از کاربرد خاکی تأثیر دارد که افزایش عملکرد، بهبود رنگ میوه، کنترل رشد رویشی و کاهش آب شویی از مهم ترین اثرات آن است (Salem et al., 2004). گزارش شده است که محلول پاشی کود نیتروژنه در زمستان باعث افزایش درصد گل های دوجنسی و کاهش ریزش گل در لیموشیرین می شود (Singh, 1984). طی آزمایشی، نقش نیتروژن در جلوگیری از ریزش گل های مرکبات و میزان تشکیل میوه مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد چنانچه در زمان گل انگیزی و در طی دوران تمایزیابی اندام های گل، درختان مرکبات نیتروژن کافی در اختیار داشته باشند، تعداد گل ها افزایش یافته و به میزان زیادی از ریزش گل کاسته خواهد شد (Legaz and Millo, 1983).

قدرت اثر کودپاشی برگه نیتروژن در مقایسه با کودپاشی در خاک برای تقلیل آب شویی به آب های زیرزمینی، صرفه جویی در مقدار کود و افزایش عملکرد محصول در باغات مرکبات کالیفرنیا مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج نشان داد محلول پاشی برگه نیتروژن در تولید میوه به همان اندازه و گاهی بیش تر از کودپاشی خاکی مؤثر است (Ali and Lovatt, 1992).

مصرف نیتروژن در خلال دوره تمایزیابی گل ها باعث افزایش درصد گل های کامل و میزان محصول در

بخشی از آنزیم کربنیک-ان-هیدراز در همه بافت‌های فتوسنتزی گیاه است که برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است. روی همچنین در تولید اکسین از طریق شرکت در ساخت اسید آمینه تربیتوفان در گیاه اهمیت دارد (Castr & Sotomayor, 1997; Hewitt, 1993; Marschener, 1995).

روی نقش برجسته‌ای در ساختار تنظیم‌کنندگی کوفاکتورها، آنزیم‌های مختلف و پروتئین‌ها دارد. همچنین در سطح اندام‌های گیاه نقش محوری و با ارزش این عنصر به عنوان جزء اصلی ساختار تنظیم رونویسی و نسخه برداری ژنتیکی مطرح است (Broadley et al., 2007). مهمترین اهمیت عنصر روی به واسطه نقش آن در تشکیل هزاران پروتئین در گیاهان است. در یک پژوهش بیش‌ترین عملکرد و غلظت روی در برگ نارنگی انشو در استفاده از تیمار محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار سولفات روی به‌دست آمده است (Asadi-Kangarshahi, et al, 2005). در پژوهشی تأثیر کاربرد ترکیب روی و بور، بر افزایش گل، تشکیل میوه، تعداد میوه‌ها پس از ریزش طبیعی و عملکرد میوه نسبت به شاهد مشاهده و گزارش شد عنصر روی به‌تنهایی باعث کاهش ۲۸ درصدی ریزش میوه و افزایش عملکرد شد (Noor et al., 2019). اثرات مثبت سولفات روی بر افزایش عملکرد و کیفیت میوه نارنگی کینو (Razzaq et al., 2013) و لیموشیرین (Behrouznam and Hassanpour, 2005) گزارش شده است. با توجه به نتایج مطالعات سایر محققین، هدف این تحقیق بررسی تأثیر محلول‌پاشی اوره و سولفات روی قبل از شروع انگیزش گل (آبان و آذرماه) بر افزایش عملکرد لیموشیرین در شهرستان جهرم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغ تحقیقاتی مرکبات دانشگاه آزاد اسلامی جهرم با مختصات جغرافیایی ۵۳ درجه ۳۳ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۱۱۷۹ متر ارتفاع بالاتر از سطح دریا دارای خاک سیلتی لومی با

نارنگی ساتسوما شد (Higa, 1972). مصرف زمستانه ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ گرم ازت با دو بار محلول‌پاشی با سولفات روی باعث افزایش تعداد گل در شاخه و همچنین بالا رفتن درصد گل‌های دوجنسی شده و تشکیل میوه را به دنبال دارد (Arora & Xamadagni, 1989).

افزایش تولید در بخش کشاورزی و به‌ویژه در محصولات باغبانی به دلیل تنوع شرایط اقلیمی در کشور به‌راحتی امکان‌پذیر است. لذا انتخاب صحیح منبع کود نیتروژنه و تنظیم مقدار مصرف کاربرد بهینه آن و رفع کمبود عناصر کم‌مصرف می‌تواند به افزایش عملکرد منجر شود. براساس نتایج این تحقیق، محلول‌پاشی اوره اثر معنی‌داری بر همه صفات مورد بررسی نشان داد. گزارش شده است که با شروع فاز زایشی و تولید مثل درختان و رقابت برای مواد قندی، فعالیت ریشه و جذب توسط ریشه کاهش می‌یابد. محلول‌پاشی مواد غذایی می‌تواند جبران این کمبود را بنماید (Moradi Ebadi, 2007). با مصرف بهینه نیتروژن، رشد رویشی، سطح برگ و تعداد شاخه‌های فرعی و در نهایت سطح کربن‌گیری گیاه افزایش می‌یابد و به تبع آن میزان مواد غذایی ساخته شده و عملکرد و کیفیت آن افزایش می‌یابد (Ghaffarporbisheh, 2008).

نواحی وسیعی از خاک‌های کشور ما به‌ویژه در جنوب کشور و بالاخص منطقه فارس را خاک‌های آهکی تشکیل می‌دهند و با وجود pH بالا و آهک فراوان، فراهمی بسیاری از عناصر پرمصرف و اغلب عناصر کم‌مصرف کاهش می‌یابد و کاربرد خاکی این عناصر نیز مشکلات خاص خود را دارد. همچنین عنصر روی یکی از عناصر ضروری است که کمبود آن در ایران عمدتاً ناشی از آهکی بودن خاک‌های زراعی، اسیدیته بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، مصرف زیاد و بیش از نیاز کودهای فسفات و عدم رواج مصرف کودهای محتوی عنصر روی است (Castr and Sotomayor, 1997). عنصر روی از ریزمغذی‌های مهم در تشکیل گل و تولید میوه است. اهمیت وجود روی در فتوسنتز مربوط به حضور در

هر دو گروه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از یک دستگاه آنکسارسنج چشمی مدل (MT-098) ساخت کشور سنگاپور و برای pH آب میوه از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل هوریا ساخت ژاپن استفاده شد. برای تعیین میزان اسید کل از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال با استفاده از معرف فنل فتالین استفاده شد (Andrews, 2002). ال اسکوربات یا ویتامین ث در طول موج ۵۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Dynamica (HALO×B-10) قرائت شد (Bor et al., 2006). جهت اندازه‌گیری سفیدی بافت میوه از دستگاه سفیدی سنج میوه (پنترومتر) مدل (0-FTO11 11Lbs) ساخت کشور چین با پروب شماره هشت استفاده شد. متوسط وزن هر میوه با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. با استفاده از کولیس ۲۰ سانتی‌متری مدل شوکاگلف (Shoka Golf) با دقت ۰/۰۰۱، ضخامت پوست میوه با انجام یک برش هلالی در قسمت میانی پوست اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان عصاره میوه، ۱۵ میوه به‌طور تصادفی از هر تکرار برداشت و هر کدام پس از وزن با ترازوی دیجیتالی با استفاده از آب میوه‌گیری دستی، عصاره آن استخراج و مجدداً با ترازوی دیجیتالی وزن شد. با محاسبه درصد نسبت وزن عصاره به وزن اولیه میوه و ضرب عدد به‌دست آمده در عدد ۱۰۰، درصد عصاره میوه محاسبه شد. داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS 9.1، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون حداقل تفاوت میانگین حفاظت‌شده (PLSD) صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. آزمایش در دو باغ مجزا با شرایط مدیریتی یکسان انجام و پس از تجزیه مرکب اولیه به‌دلیل معنی‌دار نشدن اثر مکان در همه صفات مورد بررسی، تجزیه داده‌ها بر مبنای میانگین داده‌های دو مکان انجام شد.

میزان اهک کل ۴۶ درصد و اهک فعال کمتر از ۱۰ درصد انجام شد. با الهام گرفتن از نتایج تحقیقات سایر محققین و گزارش آن‌ها در رابطه با نقش عناصر دخیل در گل‌دهی و افزایش عملکرد با استفاده از عناصر نیتروژن و روی، نسبت به تهیه سولفات روی ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ۲۱ درصد با جرم مولکولی ۲۸۷/۵۳ و حلالیت ۱۱۱۰ گرم در لیتر و pH، چهار تا شش شرکت یوروسالیدز هلند و اوره $[CO(NH_2)_2]$ ۴۶ درصد با جرم مولکولی ۶۰/۶ و حلالیت ۱۰۸۰ گرم در لیتر و بیورت ۱/۱ شرکت خدمات حمایتی ساخت پتروشیمی شیراز با توجه به غلظت تیمارها (صفر، سه و شش گرم در لیتر اوره و سولفات روی به صورت تکی و ترکیبی) اقدام و با استفاده از یک سمپاش موتوری صد لیتری محلول‌پاشی در اوایل صبح (بین ساعت ۵:۳۰ تا ۸:۰۰) و عصر (نزدیک به غروب خورشید بین ساعت ۱۶:۰۰ تا ۱۸:۳۰) بر روی درختان شش ساله لیموشیرین با پایه مکزیکن‌لایم (Mexican Lime) انجام شد. ضمناً برای جذب بهتر محلول توسط برگ‌ها و کاهش کشش سطحی، ۱۰۰ میلی‌لیتر مایع ظرفشویی ریکا به‌عنوان مویان به هر صد لیتر محلول آماده‌شده، اضافه شد. محلول‌پاشی قبل از وارد شدن گیاه به مرحله گل‌انگیزی (آبان و آذر) از تاریخ ۱۵ تا ۲۰ مهرماه بر روی درختان هدف انجام گرفت. این آزمایش شامل نه تیمار و سه تکرار و هر تکرار شامل یک درخت لیموشیرین (۲۷ درخت) با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو باغ مجزا با سیستم آبیاری تحت فشار قطره‌ای با شرایط مدیریتی یکسان (دورآبیاری، تغذیه، بافت خاک و سن درختان) جمعاً روی ۵۴ درخت انجام گرفت. عملیات داشت به‌طور عادی و یکنواخت برای همه درختان انجام شد. در ابتدای آبان‌ماه سال بعد و با شروع برداشت محصول، میزان عملکرد، میانگین وزن تک میوه، میزان کل مواد جامد محلول، اسید کل، pH آب میوه، ویتامین ث، درصد آب میوه، ضخامت پوست میوه و سفیدی بافت میوه

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اوره اثر معنی‌داری بر همه صفات مورد بررسی نشان داد. همچنین اثر سولفات روی بر همه صفات به جز درصد آب میوه و ضخامت پوست معنی‌دار بود. در همه صفات، اثر متقابل معنی‌داری بین اوره و سولفات روی ($N \times Zn$) مشاهده شد (جدول ۱). بر این اساس مقایسه اثر متقابل دو فاکتور مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

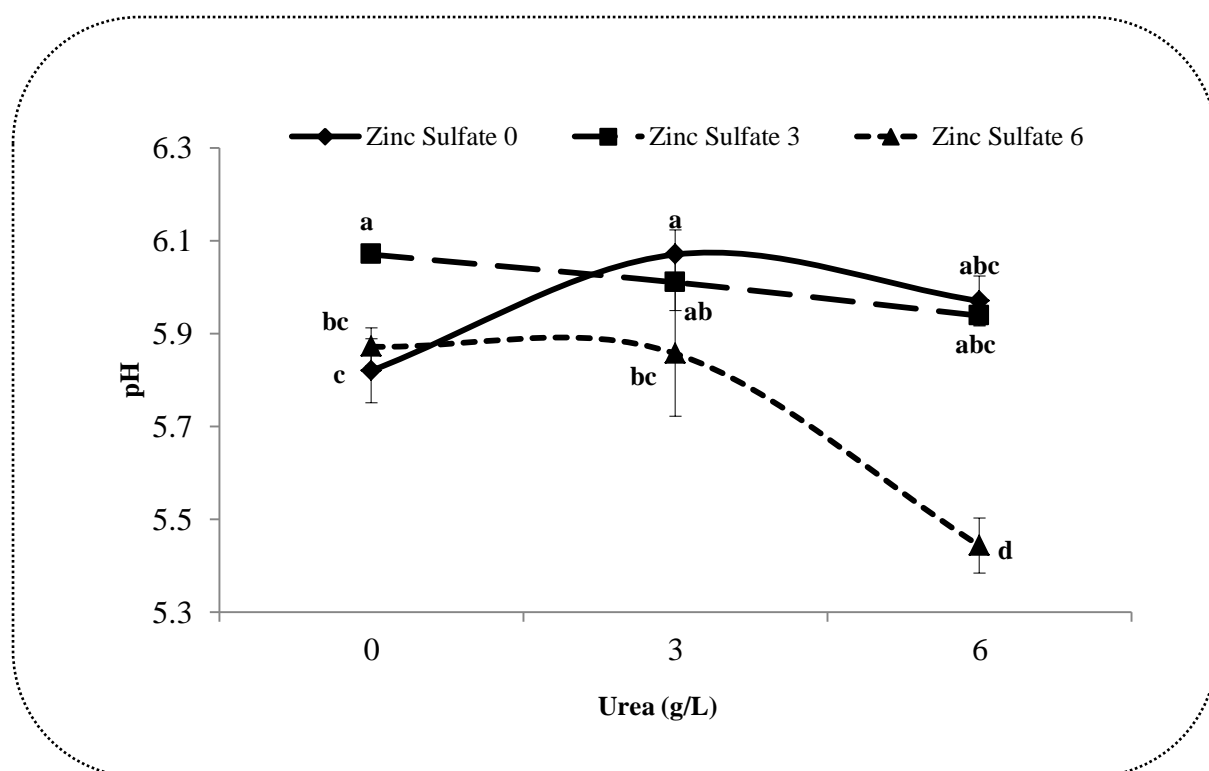
مقایسه اثر متقابل اوره و سولفات روی بر صفات

مورد بررسی

pH آب میوه

بیش‌ترین میزان pH آب میوه در استفاده از سه گرم‌درلیتر اوره و یا سولفات روی به تنهایی (۶/۰۷) و کم‌ترین آن در تیمار ترکیبی اوره+سولفات روی به میزان

شش گرم‌درلیتر از هر ماده (۵/۴۴) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم‌درلیتر، در غیاب سولفات روی، میزان pH به طور معنی‌داری افزایش یافت. این تغییر در حضور سه و شش گرم‌درلیتر سولفات روی به طور غیرمعنی‌دار کاهش بود. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم‌درلیتر، pH آب میوه کاهش یافت که این کاهش در حضور شش گرم‌درلیتر سولفات روی معنی‌دار بود (جدول ۲، شکل ۱). معمولاً کودهای ازته، پس از جذب در گیاه به صورت یون آمونیوم در می‌آیند تا در سنتز اسید آمینه مصرف شوند. این امر می‌تواند باعث افزایش میزان pH شود. اوره این توانایی را دارد که پس از جذب توسط گیاه مستقیماً در ساخت اسیدهای آمینه استفاده شود (Mongi & Thomas, 2018). همچنین استفاده از سولفات روی با pH چهار تا شش می‌تواند باعث افزایش میزان pH شود.



شکل ۱. روند تغییرات pH آب میوه تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 1. Changes procedure of fruit juice pH influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability

درصد کل مواد جامد محلول (TSS)

بالاترین میزان مواد جامد محلول (TSS) در تیمار اوره سه گرم در لیتر و یا ترکیب اوره سه و سولفات روی شش گرم در لیتر (به ترتیب ۱۰/۳۵ و ۱۰/۰۵ درصد) و کمترین آن در تیمار شاهد (۸/۴۰ درصد) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم در لیتر، در غیاب سولفات روی، میزان TSS به طور معنی داری افزایش یافت. این تغییر در حضور سه و شش گرم در لیتر سولفات روی به ترتیب کاهش و افزایشی غیر معنی دار بود. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم در لیتر، TSS در حضور گرم در لیتر سولفات روی و یا عدم استفاده از سولفات روی به طور معنی داری کاهش یافت. این روند در حضور سه گرم در لیتر سولفات روی به طور معنی داری کاهش بود (جدول ۲، شکل ۲). اسیدهای آلی، آمینواسیدها، ترکیبات فنلی و پکتین‌های قابل حل، در مقدار مواد جامد محلول دخالت دارند. نیتروژن به طور عمده در اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و قندها نقش آفرین است. حتی کلروفیل، که گیاهان را قادر می‌سازد تا از انرژی نور خورشید، دی‌اکسیدکربن و آب برای تشکیل قندها استفاده کنند، یک ترکیب نیتروژنی است. عملکرد مناسب نیتروژن در تغذیه گیاهان مستلزم آن است که عناصر ضروری دیگری، به‌ویژه فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و روی به مقدار مناسب

موجود باشد (Thomas et al., 2008).

اسید کل

بیشترین میزان اسید کل در تیمار شش گرم در لیتر سولفات روی به تنهایی (۰/۱۹۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۱۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم در لیتر، در غیاب سولفات روی، میزان اسید کل به طور معنی داری افزایش یافت. این تغییر در حضور سه و شش گرم در لیتر سولفات روی به ترتیب افزایشی غیر معنی دار و کاهشی معنی دار بود. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم در لیتر، اسید کل در حضور یا عدم حضور سولفات روی به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲، شکل ۳). عنصر روی از ریزمغذی‌های مهم در تشکیل گل و تولید میوه است. روی همچنین در تولید اکسین از طریق شرکت در ساخت اسید آمینه تریپتوفان در گیاه اهمیت دارد. روی جزء ضروری چندین سیستم آنزیمی است که فعالیت‌های مختلف متابولیکی را در گیاه تنظیم می‌کند. افزایش میزان اسید کل را می‌توان به خصوصیات روی نسبت داد (Broadley et al., 2007). نیتروژن مکانیسم‌های متعددی در گیاهان دارد و اساساً تمام فرآیندهای زندگی گیاه به آن بستگی دارد (Thomas et al., 2008).

جدول ۱. تجزیه واریانس در رابطه با اثر مقادیر مختلف اوره و سولفات روی بر صفات کمی و کیفی میوه لیمو شیرین

Table 1. Analysis of variance in relation to the effect of different amounts of Urea and Zinc sulfate on quantitative and qualitative attributes of Sweet lime fruits

Source of variation	D.F	Mean Squares								
		Fruit juice pH	Total soluble solid	Total acidity	Vitamin C	Average fruit weight	Fruit juice	Peel thickness	Fruit firmness	Single tree yield
Replication	2	0.038*	1.08*	0.41 ^{ns}	2.9 ^{ns}	7.1 ^{ns}	2.9 ^{ns}	0.023 ^{ns}	0.06 ^{ns}	264.2 ^{ns}
Urea (N)	2	0.090**	1.77**	22.48*	176.4**	3642.4**	61.2**	0.694**	5.68**	5335.6**
Zinc sulfate (Zn)	2	0.203**	0.89*	5.88**	17.5**	1285.1**	8.4 ^{ns}	0.101 ^{ns}	0.45**	4450.1**
N × Zn	4	0.074**	1.57**	17.18**	42.7**	1225.2**	13.8**	0.572**	1.78**	3060.4**
Error	16	0.010	0.20	0.18	2.0	78.4	2.6	0.036	0.04	208.6
C.V%		1.7	4.8	2.7	3.6	6.6	4.0	7.0	1.8	8.3

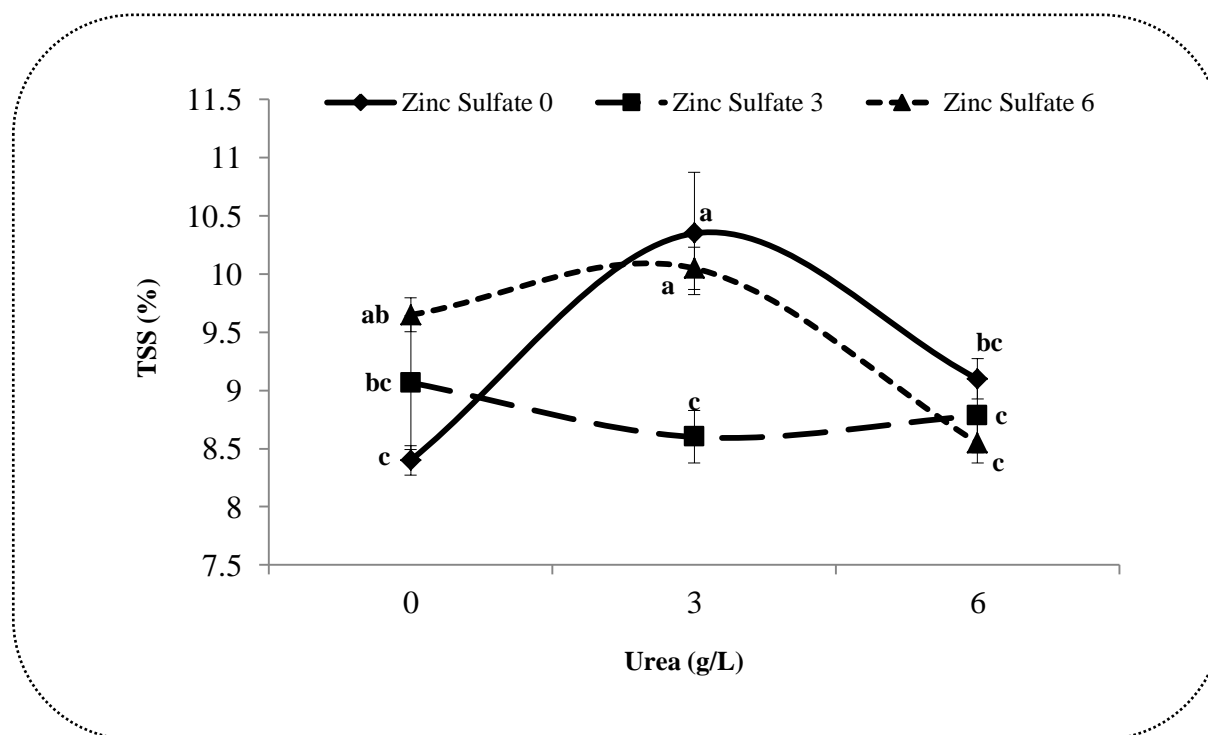
ns, * and ** non-significant, significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively

جدول ۲. اثر متقابل اوره و سولفات روی بر صفات کمی و کیفی میوه لیموشیرین

Table 2. Interaction of Urea and Zinc sulfate on the quantitative and qualitative attributes of sweet lime fruit

characteristics	Fruit juice	Total	Total	Vitamin C	Average	Fruit juice	Peel	Fruit	Single tree	
Urea	ZnSO ₄	soluble	acidity	(mg/100ml)	fruit weight	(%)	thickness	firmness	yield (kg)	
(g/L)	(g/L)	solid (%)	(mg/100ml)		(gr)		(mm)	(kg/m ²)		
0	0	5.82 ^c	8.40 ^c	0.13 ^f	39.60 ^c	131 ^c	39.0 ^c	2.98b	7.37 ^b	175 ^c
	3	6.07 ^a	9.07 ^{bc}	0.157 ^d	31.75 ^e	105 ^e	37.7 ^{cd}	2.43e	5.82 ^{cde}	131 ^e
	6	5.87 ^{bc}	9.65 ^{ab}	0.198 ^a	33.87 ^{de}	126 ^{cd}	35.0 ^d	3.47a	7.93 ^a	130 ^e
3	0	6.07 ^a	10.35 ^a	0.181 ^b	47.15 ^a	127 ^{cd}	43.6 ^a	2.85bc	5.72 ^{def}	210 ^b
	3	6.01 ^{ab}	8.60 ^c	0.162 ^{cd}	42.32 ^b	115 ^{de}	42.2 ^{ab}	2.77bcd	5.87 ^{cd}	164 ^{cd}
	6	5.86 ^{bc}	10.05 ^a	0.164 ^c	42.25 ^b	125 ^{cd}	40.2 ^{bc}	2.43e	5.25 ^g	184 ^c
6	0	5.97 ^{abc}	9.10 ^{bc}	0.148 ^e	35.48 ^d	126 ^{cd}	39.0 ^c	2.05f	5.67 ^{ef}	176 ^c
	3	5.94 ^{abc}	8.78 ^c	0.136 ^f	39.82 ^c	154 ^b	43.2 ^a	2.65cde	5.92 ^c	148 ^{de}
	6	5.44 ^d	8.55 ^c	0.136 ^f	41.60 ^{bc}	189 ^a	42.2 ^{ab}	2.52de	5.58 ^f	243 ^a

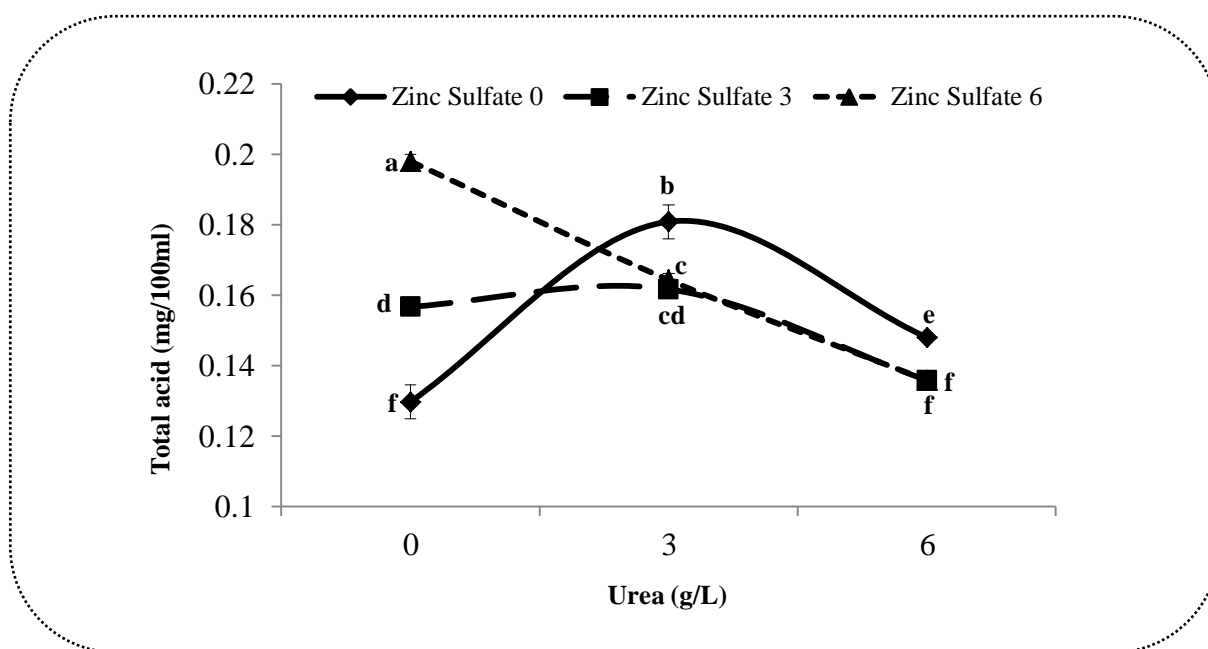
Means with the same letters in each column are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability



شکل ۲. روند تغییرات میزان مواد جامد محلول (TSS) تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 2. Changes procedure of TSS influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability



شکل ۳. روند تغییرات میزان اسید کل تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 3. Changes procedure of total acid influenced by Urea and Zinc sulfate

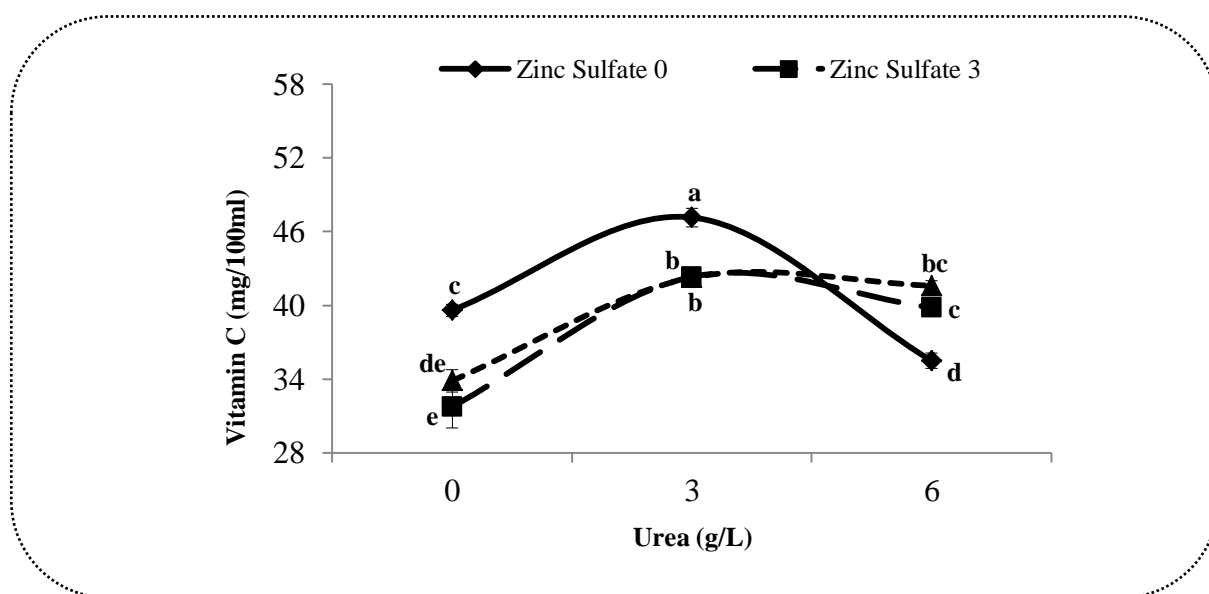
Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability

متوسط وزن میوه

بیشترین متوسط وزن میوه در تیمار ترکیبی اوره و سولفات روی هر کدام به غلظت شش گرم در لیتر (۱۸۹ گرم) و کمترین آن در تیمار سه گرم در لیتر سولفات روی به تنهایی (۱۰۵ گرم) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم در لیتر، در همه سطوح سولفات روی، متوسط وزن میوه تغییر معنی داری نکرد. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم در لیتر، متوسط وزن میوه در حضور سه و شش گرم در لیتر سولفات روی افزایش معنی داری نشان داد در حالی که در غیاب سولفات روی متوسط وزن میوه کاهش غیرمعنی داری یافت (جدول ۲، شکل ۵). افزایش کارایی فتوسنتز باعث افزایش میزان کربوهیدراتها در گیاه شده و در نهایت باعث افزایش وزن میوه می شود (Salem *et al.*, 2004). روی در تولید اکسین از طریق شرکت در ساخت اسید آمینه تریپتوفان در گیاه اهمیت دارد. اکسین باعث بزرگ شدن سلول و افزایش وزن میوه می شود (Tsonko & Lidon, 2012).

ویتامین ث

بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار سه گرم در لیتر اوره به تنهایی (۴۷/۱۵ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) و کمترین آن در تیمار سه گرم در لیتر سولفات روی به تنهایی (۳۱/۷۵ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم در لیتر، در غیاب یا حضور سولفات روی، میزان ویتامین ث به طور معنی داری افزایش یافت. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم در لیتر، میزان ویتامین ث در تمام سطوح سولفات روی کاهش یافت که این کاهش در غلظت شش گرم در لیتر سولفات روی معنی دار نبود (جدول ۲، شکل ۴). نیتروژن جزء کلیدی در کودهای معدنی است که در گیاهان مرکبات استفاده می شود. این تأثیر بیشتر بر رشد، ظاهر و تولید میوه با کیفیت در مقایسه با هر عنصر دیگری دارد. نیتروژن مکانیسم های متعددی در گیاهان دارد و اساساً تمام فرآیندهای زندگی گیاه به آن بستگی دارد. افزایش فتوسنتز، افزایش تولید کربوهیدرات و افزایش اسیدهای آلی از جمله ویتامین ث از اثرات آن است (Ahmad *et al.*, 1995).



شکل ۴. روند تغییرات میزان ویتامین ث تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 4. Changes procedure of vitamin C influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability

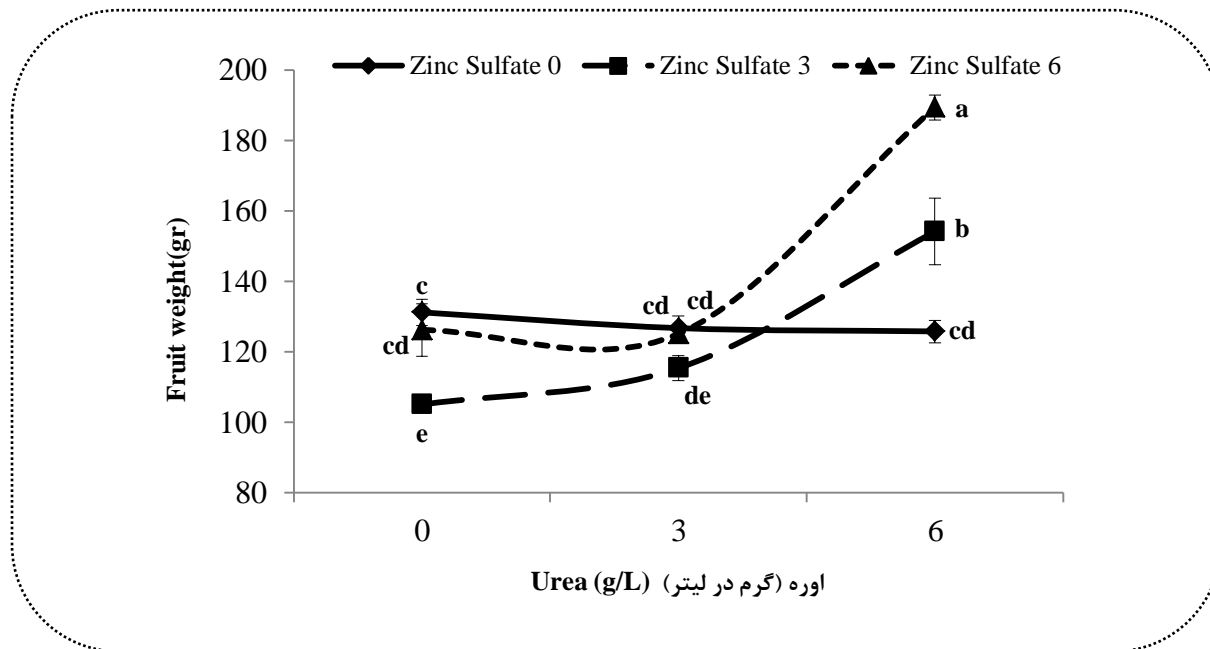
ضخامت پوست میوه

ضخیم‌ترین پوست میوه در تیمار شش گرم‌درلیتر سولفات روی (۳/۴۷ میلی متر) و کم‌ترین آن در تیمار شش گرم‌درلیتر اوره به تنهایی (۲/۰۵ میلی متر) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم‌درلیتر، در غیاب سولفات روی، ضخامت پوست کاهش غیر معنی‌دار و در حضور شش گرم‌درلیتر سولفات روی کاهش معنی‌داری نشان داد. این روند در حضور سه گرم‌درلیتر سولفات روی افزایشی معنی‌دار بود. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم‌درلیتر، ضخامت پوست میوه در غیاب سولفات روی کاهش معنی‌داری یافت ولی در حضور سه و شش گرم‌درلیتر سولفات روی تغییر معنی‌داری نیافت (جدول ۲، شکل ۷). اگر چه در بسیاری از گزارش‌ها استفاده از نیتروژن زیاد باعث افزایش ضخامت پوست در بسیاری از میوه شده است لیکن استفاده از نیتروژن بهینه در مرکبات با افزایش حجم و میزان آب میوه باعث کاهش ضخامت پوست میوه از طریق کاهش ضخامت آلبندو شده است (Dadrasnia et al., 2010). همچنین افزایش میزان آب میوه و رطوبت زیاد در زمان رشد و نمو میوه نیز باعث

درصد آب میوه

بیشترین درصد آب میوه در تیمار سه گرم‌درلیتر اوره به تنهایی و نیز در تیمار ترکیبی شش گرم‌درلیتر اوره و سه گرم‌درلیتر سولفات روی (به ترتیب ۴۳/۶ و ۴۳/۲ درصد) و کم‌ترین آن در تیمار شش گرم‌درلیتر سولفات روی به تنهایی (۳۵/۰ درصد) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم‌درلیتر، در همه سطوح سولفات روی، درصد آب میوه افزایش معنی‌داری نشان داد. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم‌درلیتر، درصد آب میوه در حضور سه و شش گرم‌درلیتر سولفات روی افزایش معنی‌دار نبود در حالی که در غیاب سولفات روی درصد آب میوه کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲، شکل ۶). برای تقسیم سلولی در گیاه، رشد و تنفس، مقدار زیادی ترکیبات ضروری نیتروژنه مورد نیاز است. هر چه تعداد سلول‌های میوه افزایش یابد میزان آبدانک‌ها در برچه‌ها افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب آب افزایش می‌یابد (Thomas & et al., 2008). عنصر روی نیز با افزایش سنتز اکسین در این اثرات دخالت دارد (Tsonko and Lidon, 2012).

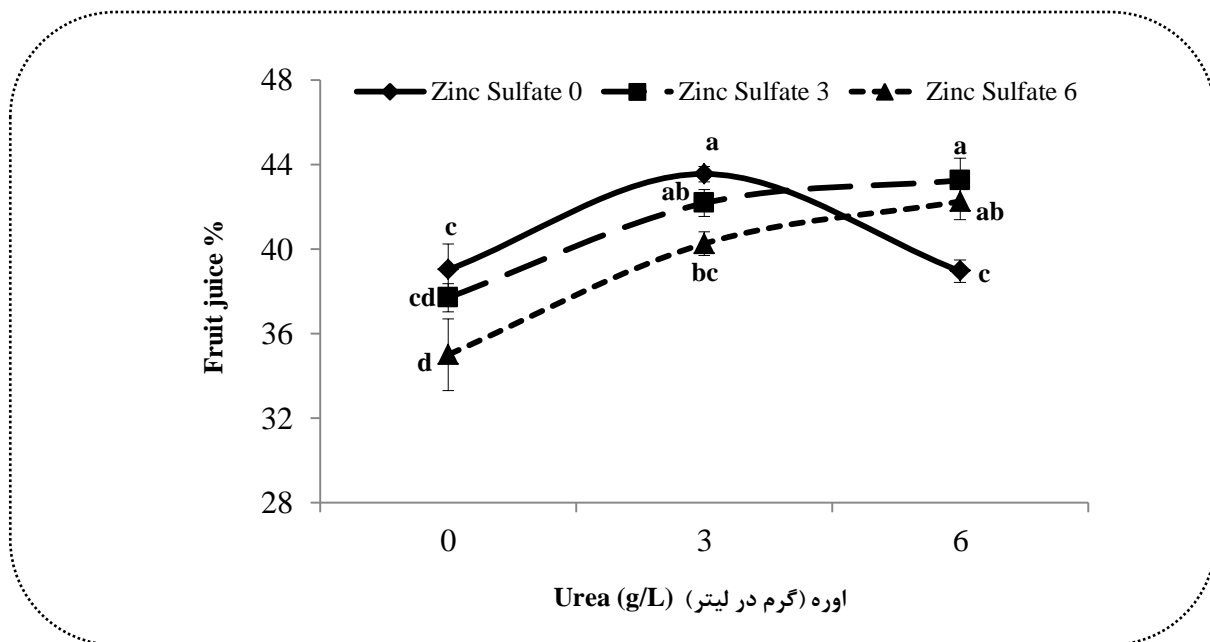
کاهش ضخامت پوست می شود. افزایش رطوبت نسبی در منطقه آزمایش طی ماه های شهریور، مهر، آبان و آذر در سال انجام آزمایش موید این موضوع است (سایت هواشناسی (Irimo.ir).



شکل ۵. روند تغییرات متوسط وزن میوه تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 5. Changes procedure of average fruit weight influenced by Urea and Zinc sulfate

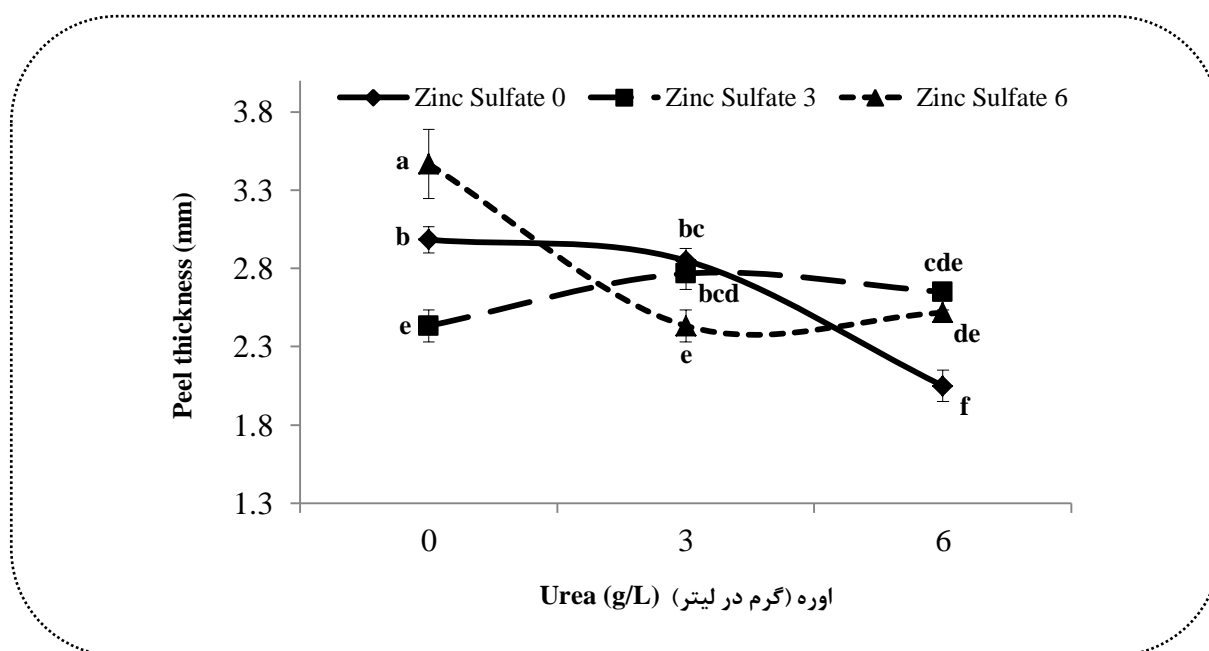
Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability



شکل ۶. روند تغییرات درصد آب میوه تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 6. Changes procedure of fruit juice percent influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability



شکل ۷. روند تغییرات ضخامت پوست میوه تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی
 Figure 7. Changes procedure of peel thickness influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability

برابر بیماری‌ها با حضور روی در آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز به‌عنوان یک کوفاکتور، جهت محافظت از گیاه از استرس اکسیداتیو، انجام می‌گیرد (Castr & Sotomayor, 1997; Hewitt, 1993; Marschener, 1995).

عملکرد محصول

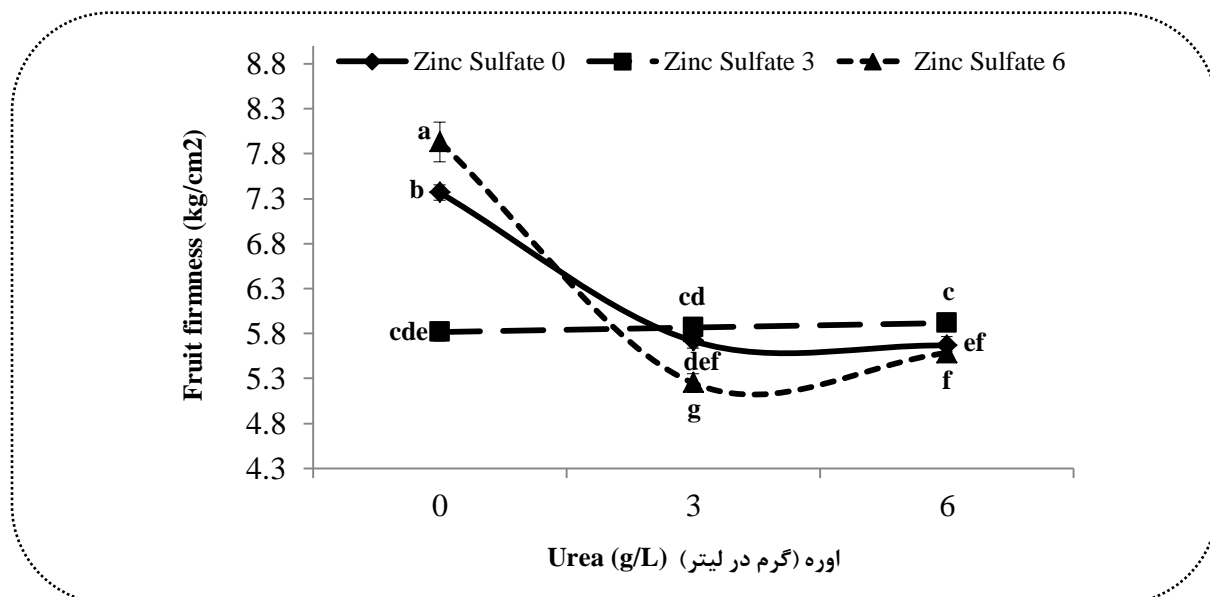
بیشترین عملکرد محصول در تیمار ترکیبی اوره و سولفات روی هر کدام به غلظت شش گرم‌درلیتر (۲۴۳ کیلوگرم در درخت) و کم‌ترین آن در تیمار سه یا شش گرم‌درلیتر سولفات روی به تنهایی (به ترتیب ۱۳۰ و ۱۳۱ کیلوگرم در درخت) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم‌درلیتر، عملکرد محصول در درخت در همه سطوح سولفات روی به طور معنی‌داری افزایش یافت. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم‌درلیتر، عملکرد محصول در درخت در حضور شش گرم‌درلیتر سولفات روی افزایش معنی‌داری نشان داد در حالی که در غیاب سولفات روی و یا استفاده از سه گرم‌درلیتر سولفات روی کاهش یافت (جدول ۲، شکل ۹). با مصرف بهینه نیتروژن،

سفتی میوه

بیشترین سفتی میوه در تیمار شش گرم‌درلیتر سولفات روی (۷/۹۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و کم‌ترین آن در تیمار ترکیبی سه گرم‌درلیتر اوره و شش گرم‌درلیتر سولفات روی (۵/۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مشاهده شد. با افزایش غلظت اوره از صفر به سه گرم‌درلیتر، در غیاب سولفات روی و یا استفاده از شش گرم‌درلیتر سولفات روی، سفتی میوه کاهش معنی‌داری یافت. این روند در حضور سه گرم‌درلیتر سولفات روی تغییر معنی‌داری نداشت. با افزایش غلظت اوره از سه به شش گرم‌درلیتر، سفتی میوه در غیاب سولفات روی و یا استفاده از سه گرم‌درلیتر تغییر معنی‌داری نداشت ولی در سطح شش گرم‌درلیتر سولفات روی افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲، شکل ۸). عنصر روی از ریزمغذی‌های مهم در تشکیل گل و تولید میوه است. اهمیت وجود روی در فتوسنتز، مربوط به حضور در بخشی از آنزیم کربنیک-ان-هیدراز در همه بافت‌های فتوسنتزی گیاه است که برای سنتز کلروفیل مورد نیاز است. کنترل غشاهای بیولوژیک و مکانیسم دفاع در

به علت نقشی است که این عنصر در تولید هورمون اکسین دارد. تولید این هورمون سبب افزایش سطح برگ، افزایش فتوسنتز و نهایتاً افزایش عملکرد میوه در هر درخت می شود (Devi et al., 1997).

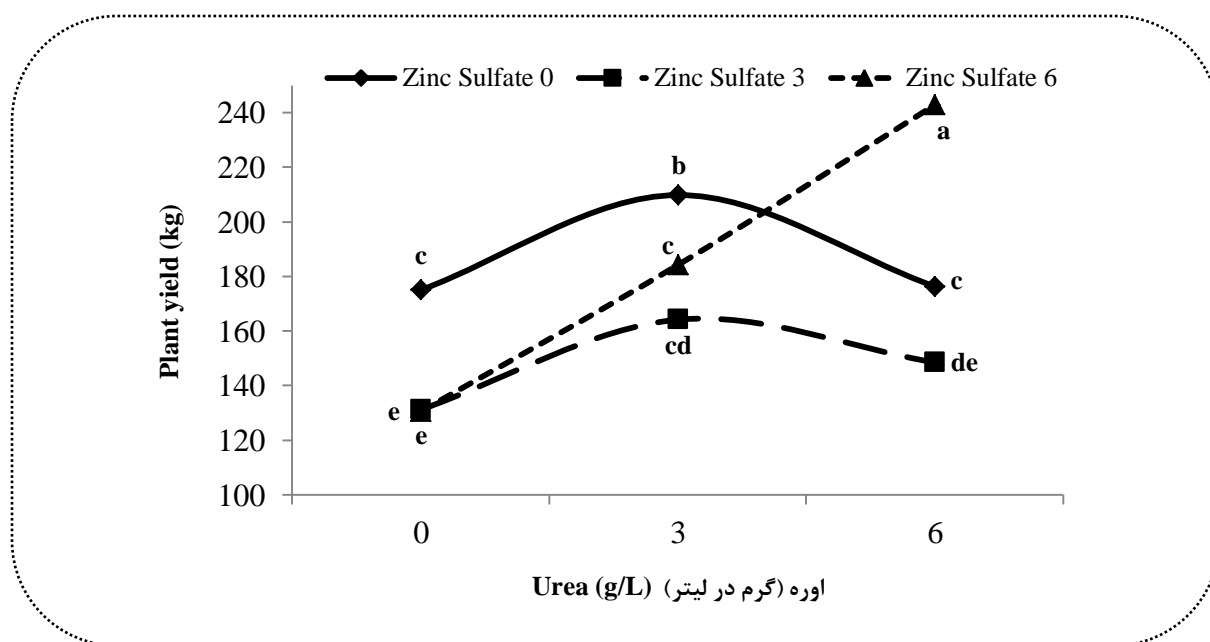
رشد رویشی، سطح برگ و تعداد شاخه‌های فرعی و در نهایت سطح کربن‌گیری گیاه افزایش می‌یابد و به تبع آن میزان مواد غذایی ساخته شده و عملکرد و کیفیت آن افزایش می‌یابد (Mongi & Thomas, 2018). اهمیت روی



شکل ۸. روند تغییرات سفتی میوه تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 8. Changes procedure of fruit firmness influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability



شکل ۹. روند تغییرات عملکرد محصول تحت تأثیر کود اوره و سولفات روی

Figure 9. Changes procedure of plant yield influenced by Urea and Zinc sulfate

Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability

مناسب گیاه و تحت تاثیر قراردادان عناصر دیگر و ترکیب با سولفات روی که در فعال کردن آنزیم‌های مختلف، تشکیل آکسین، کلروفیل، عملکرد فتوسنتز، فعالیت‌های مختلف متابولیکی گیاه، تنظیم تعادل بین دی‌اکسید کربن و آب و اسیدکربنیک و در تنظیم روابط آبی و افزایش بهبود جذب آب در گیاهان نقش دارد (Tomas et al, 2008)، نتایج این آزمایش را رقم زد.

تأثیر محلول پاشی زمستانه اوره بر خصوصیات کمی و کیفی و میزان تشکیل میوه در پرتقال والنسیا طی آزمایشی روی درختان ۳۰ ساله پرتقال والنسیا پیوند شده روی پایه نارنج در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول صورت گرفت و اوره در سه سطح صفر و ۰/۵ و یک درصد و طی دو زمان ۹ و ۶ هفته قبل از تمام گل بر روی درختان مورد نظر محلول پاشی شد. نتایج حاکی از آن بود که غلظت‌های مختلف اوره موجب افزایش تعداد گل، تحریک رشد تخمدان و افزایش تشکیل میوه شد و بیشترین تأثیر مربوط به بالاترین غلظت اوره (۱ درصد) بود (Akbari et al., 2006). پژوهشگران در ایستگاه تحقیقات کترا تنکابن تأثیر مقدار و روش مصرف سولفات روی بر عملکرد و کیفیت نارنگی انشو را مورد بررسی قرار داده و مقادیر مختلف روی به صورت پخش سطحی و محلول پاشی روی ۴۰ اصله نارنگی مورد ارزیابی قراردادند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد و غلظت روی در برگ، مربوط به تیمار محلول پاشی با غلظت ۴ در هزار سولفات روی به دست آمد که تقریباً ۲۳ درصد بیشتر از شاهد بود. اثر روش مصرف روی بر عملکرد میوه و همچنین غلظت روی در برگ معنی دار بود و بیشترین عملکرد و غلظت روی از محلول پاشی حاصل شد (Asadi-Kangarshahi, et al, 2005).

گزارش شده است که علاوه بر مصرف نیتروژن، زمان به کارگیری آن نیز بر میزان تشکیل میوه و کاهش ریزش گل و میوه اثر زیادی دارد به طوری که استفاده از ۱۰۳۵ گرم ازت به ازاء هر درخت در اواسط آبان‌ماه بهترین اثر را

محلول پاشی نیتروژن روی تغذیه گیاهان در مقایسه با اضافه کردن به خاک بیش تر است. نیاز به ازت در گیاه در طی دوره گل‌دهی و تشکیل میوه به حداکثر می‌رسد. افزایش میزان نیتروژن در جوانه‌های گل باعث افزایش سطح برگ، عمر تخمک و مدت زمان گرده‌افشانی و تلقیح می‌شود. در نتیجه تشکیل میوه‌ها بیش‌تر و از نظر اندازه درشت‌تر شده و عملکرد افزایش می‌یابد (Albrigo and Syvertsen, 2001).

نیتروژن مکانیسم‌های متعددی در گیاهان دارد و اساساً تمام فرآیندهای زندگی گیاه به آن بستگی دارد. نیتروژن به طور عمده در اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و قندها نقش آفرین است. فعال‌ترین ترکیبات نیتروژن به طور عمده در پروتوپلاسم و هسته سلول‌های گیاهی رخ می‌دهد که در میان آن‌ها آنزیم‌ها سرعت بخشیدن به فرآیندهای بیولوژیکی را باعث می‌شوند. در هر سلول گیاهی برای تقسیم سلول‌های طبیعی، رشد و تنفس، مقدار زیادی ترکیبات ضروری نیتروژنه مورد نیاز است. نیتروژن عملاً جذب و توزیع تمامی عناصر دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به نظر می‌رسد در طول گل‌دهی و تشکیل میوه برای درخت بسیار مهم باشد. عملکرد مناسب نیتروژن در تغذیه گیاهان مستلزم آن است که عناصر ضروری دیگری، به ویژه فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و منیزیم به مقدار مناسب موجود باشند. نتایج آزمایش محلول پاشی نشان داد که غلظت‌های مختلف نیتروژن به تنهایی توانست باعث بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش عددی میزان کربوهیدرات‌ها، مواد جامد محلول، اسید کل، درصد آب میوه، pH و عملکرد میوه و همچنین غلظت‌های مختلف روی به تنهایی باعث افزایش مواد جامد محلول، اسید کل و pH نسبت به شاهد گردد درحالی‌که تیمار ترکیبی نیتروژن و روی در بالاترین غلظت، افزایش معنی‌داری در صفات عملکرد، متوسط وزن میوه، درصد آب میوه و در صفات ویتامین ث، اسید کل و مواد جامد محلول افزایش غیر معنی‌دار نشان دهد. دخیل بودن نیتروژن برای رشد

(2013) از اثرات محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و کیفیت میوه نارنگی کینو حاکی از آن بود که قطر، وزن و میزان اسکوریبک اسید میوه در درختان محلول پاشی شده با ۰/۶ درصد سولفات روی افزایش یافت که با پژوهش حاضر مطابقت دارد. نتایج این پژوهش با گزارش خیام پاشی و همکاران (Kayambashi et al., 2007) در مورد افزایش مواد جامد محلول در اثر محلول پاشی روی و آهن بر میوه انار، گزارش بهروزنام و حسن پور (Behrouznam and Hassanpour, 2005) از محلول پاشی سولفات روی بر لیموشیرین مبنی بر میزان تشکیل میوه و عملکرد، با مصرف نیتروژن و روی افزایش داشته است و همچنین با نتایج پژوهش (Albrigo and Syvertsen, 2001) که اعلام کردند استفاده از نیتروژن در مرکبات باعث افزایش وزن میوه، ویتامین ث و عملکرد شد و نتایج تحقیقات (Babu and Rajput, 1984) در مورد اثر روی در گل دهی مرکبات همسو بود. براساس گزارش Noor و همکاران (Noor et al., 2019) محلول پاشی سولفات روی بر درختان مرکبات (پرتقال) در خاک های آهکی در پاکستان باعث کاهش ۲۸ درصدی ریزش میوه و در نتیجه افزایش عملکرد نسبت به شاهد گردید که با نتایج پژوهش حاضر در بهبود عملکرد محصول در یک راستا بود.

نتیجه گیری کلی

نیتروژن و روی به دلیل وظایف فیزیولوژیکی متعددی که در فرآیندهای رشد و نمو دارند، به طور مستقیم و غیر مستقیم رشد رویشی و زایشی درخت مرکبات را تحت تأثیر قرار می دهند. در مطالعه حاضر به دنبال محلول پاشی اوره و سولفات روی به ویژه در تیمار ترکیبی، همه صفات مورد بررسی نسبت به شاهد به طور معنی داری تحت تأثیر قرار گرفتند. در مجموع در بررسی خواص کمی و کیفی میوه، تیمارهای بدون اوره در پایین ترین سطح قرار داشتند. تحت شرایط این آزمایش می توان تیمار ترکیبی اوره شش

داشته است (Al-Nabawy et al., 1975). محلول پاشی درختان مرکبات با اوره به غلظت یک تا دو درصد در خلال دی ماه، دوره ی گل دهی و تشکیل میوه را افزایش داده و ریزش گل نیز کم خواهد شد (Sing, 1961). نتایج بررسی البریگو و همکاران حاکی از آن بود که استفاده از نیتروژن در مرکبات باعث افزایش وزن میوه، درصد آب میوه، ویتامین ث و عملکرد شد (Albrigo and Syvertsen, 2001; Lovatte, 1999). گزارش شده است که محلول پاشی درختان پرتقال با سولفات روی به غلظت ۰/۵ درصد در خلال ماه های آذر تا اسفند، باعث بالا رفتن کیفیت گل های تولیدی می شود (Baker et al., 1987).

گزارش بررسی اثر روی در گل دهی مرکبات با استفاده از سولفات روی به غلظت شش در هزار در زمان های مختلف حاکی از آن بود که ریزش گل در تیمارهای محلول پاشی شده در دی ماه، به میزان زیادی کاهش یافت و عملکرد بالاتری در گیاهان تیمار شده به دست آمد (Babu & Rajput, 1984). همچنین بررسی اثرات ازت به فرم اوره و در سطوح صفر، ۶۰۰، ۹۰۰ و ۱۲۰۰ گرم به ازاء هر درخت به صورت گرانول در خاک، همچنین روی به فرم سولفات روی به صورت محلول پاشی در سطوح صفر، شش، هفت و نه گرم در لیتر روی تاج درختان شش ساله لیموشیرین محلی جهرم طی سال های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ حاکی از آن بود که میزان تشکیل میوه و عملکرد، با مصرف نیتروژن و روی افزایش داشته است. تیمار ۱۲۰۰ گرم نیتروژن به فرم اوره همراه تیمار هفت گرم در لیتر محلول پاشی سولفات روی به ازاء هر درخت، بهترین درصد تشکیل میوه و بیشترین عملکرد را نشان داد (Behrouznam and Hassanpour, 2005).

برخی پژوهشگران به نقش تأثیرگذار سولفات روی (Balakrishnan et al., 1996) و عناصر نیتروژن و روی (Taghavi, 2000) در افزایش عملکرد میوه انار اشاره کرده اند. گزارش Razzaq و همکاران (Razzaq et al.,)

تشکر و قدردانی

از همکاران بخش پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم به جهت مساعدت و همکاری در انجام این پروژه کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

گرم در لیتر و سولفات روی سه گرم در لیتر را به صورت محلول پاشی در خلال نیمه دوم ماه مهر جهت بهبود صفات کیفی، و تیمار ترکیبی اوره و سولفات روی هردو به مقدار شش گرم در لیتر را جهت افزایش عملکرد لیموشیرین توصیه نمود.

منابع

- Aboutalebi, A. and H. Hassanzadeh. 2007. Citrus germplasms, cultivars and rootstocks. Andisheh Avand Publications, 224 p. (In Persian).
- Ahmadi, K., H. R. Ebadzadeh, H. Abdshah, A. Kazemian and M. Rafiei. 2017. Agricultural statistics. Jihad-Keshavarzi Ministry. (In Persian)
- Ahmed, M. A., M.E. Abdelfattah and Y.H. Mohamed. 1995. Effect of Urea, some micronutrients and growth regulator foliar sprays on the yield, fruit quality and some vegetative characters of Washington navel orange trees. Hort Science, 30(4).
- Albrigo, L. and N. Syvertsen. 2001. What about foliar NPK on citrus? *Fluids Journal*, 9(3): 1-3.
- Ali, A. G. and C. Lovatt. 1992. Winter application of low biuret Urea to the foliage of Washington navel orange increased yield. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 119: 1144-1150.
- Al-Nabawy, S. M., I.M. Desouky and H.M. El-Hennawy. 1975. Effect of nitrogen rate and time of application on fruit set and drop of Washington novel orange. *Ann. Agric. Sci. Univ. Anish*. 20(2): 167-170.
- Andrews, P. K. 2002. How foliar-applied nutrients affect stresses in perennial fruit plant. Paper presented at the International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, 31: 246.
- Anonymous. 2019. Extension expert report. Minutes of Weighting of Indexed Gardens of Horticultural Crops, Chartagh Region of Simakan Jahrom, 4 November. (In Persian)
- Arora, R. K. and R. Xamadagni. 1989. Effect of different levels of nitrogen and Zinc spray on flowering, fruit set and final retention in Sweet lime. Haryana. *Agric. Univ. J. Res.* 16(3): 233-236.
- Asadi-Kangarshahi, A., N. Akhlaghi-Amiri, M. J. Malakuti and B. Moradi. 2005. Effect of amount and application method of Zinc sulfate on yield and quality on Unshu mandarin. *Journal of Soil and Water Science*, 21: 1-12. (In Persian)
- Babu, G. H. and R. S. Rajput. 1984. Effect of Zinc, 2,4-D and GA₃ on fruiting of Kagzi lime. *Ind. Hort.* 41(3/4): 219-220.
- Baker, E. L., H. Selim, H. Swedan and A. M. Hussein. 1987. Effect of GA₃, Alar and Zinc on floral initiation and differentiation of Amoun orange tree. *Egypt. Hort.* 8(2): 155-159.
- Balakrishnan, K., K. Vekatesan, and S. Sambandamurthis. 1996. Effect of foliar application of Zn, Fe, Mn and B on yield quantity of pomegranate, cv. Ganesh. *Orissa Journal of Horticulture*, 24: 33-35.
- Behrouznam, B. and A. Hassanpour. 2005. Effect of nitrogen and Zinc on quantity and quality on Jahrom lemon. In *Proceeding of the 4th Iranian Horticultural Science Congress*, Mashhad, Ferdowsi University, 10-17 December. (In Persian)
- Bondada, B. R., J. P. Syvertsen and L.G. Albrigo. 2001. Urea nitrogen uptake by citrus leaves. *Horticultural Science*. 36: 1061-1065.
- Bor, D., J. Duncan, A. C. Lee, A. Parr and A. M. Owen. 2006. Frontal lobe involvement in spatial span: Converging studies of normal and impaired function. *Neuropsychology*, 44(2): 229-237.
- Broadley, M. R., P. J. White, J. P. Hammond, I. Zelko and A. Lux. 2007. Zinc in plants. *New Phytology*, 173(4): 677-702.
- Castr, J. and C. Sotomayor. 1997. The influence of boron and Zinc sprays bloom time on almond fruit set. *Acta Horticulture*, 470: 402-405.

- Dadrasnia, A., A. Forghani, B. Moradi and R. Fifaei. 2008. The effect of Urea foliar application on the properties of Thomson Novell orange. *Journal of Agricultural Agriculture*, 11(2): 41-47.
- Devi, D.D., P. S. Srilivasan and K. Balakvishlan. 1997. Leaf nutrient composition chlorosis and yield of Sathgudi orange as affected by micronutrient application. *Dep.of Pomology, Hortic. College and Res. Ins. Coimbatore. India.*
- Disante, K. B., D. Fuentes and J. Cortina. 2010. Response to drought of Zn-stressed *Quercus suber* L. seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 70: 96-103.
- Fotoohi Ghazvini, R. and J. Fattahi Moghaddam. 2016. *Citrus growing in Iran*. Guilan University Press. Fourth Edition, 464 p. (In Persian)
- Ghaffarpurbisheh, A. 2008. Effect of application method and amount of nitrogen and sulfure on yield and quality of Thompson navel sweet orange. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University of Abhar. (In Persian)
- Hao, H., Y. Wei, X. Yang, Y. Feng and C. Wu. 2007. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). *Rice Science*, 14(4): 289-294.
- Hewitt, E. J. 1993. Essential nutrient elements for plants in plant physiology. *ABS III, Academic press*. 584.
- Higa, T. 1972. Studies on flower bud differentiation and development and artificial treatments on flowering and fruit set in Satsuma. *Science Bulletin of the college of Agriculture University of Ryukyus*. 1-5.
- [Http://Irmo.ir](http://Irmo.ir)
- Khayambashi, B., M. Tadayonnejad and A. Akhotian Ardakani. 2007. Study the changes in yield and quality of pomegranate as influenced by Zn, Fe and B elements. In *Proceeding of the 5th Iranian Horticultural Science Congress, Shiraz University, 6-12 September*. (In Persian)
- Legaz, F. and E. Millo. 1983. Influence of irrigation and fertilization on the Navel sweet orange. Paper presented at the *Proceeding of the International Society of Citriculture*, 20: 591-595.
- Lovatte, C. J. 1999. Timing citrus and avocado foliar nutrient application to increase fruit set and size. *Horticultural Technology*, 9(4): 607-612.
- Mongi, Z. and A. Thomas. 2018. Plant nutrients for citrus trees. *Soil and Water Science Department, UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611*. Visit the EDIS website at <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Moradi, B. and H. Ebadi. 2007. Effect of foliar application of Urea on yield and quality of Thopson navel sweet orange. In *Proceeding of 10th Iranian Soil Science Congress, Karaj*. (In Persian)
- Nebauer, S. G., C. Avila, A. García-Luis and J. L. Guardiola. 2006. Seasonal variation in the competence of the buds of three cultivars from different Citrus species to flower. *Trees*, 20: 507-514.
- Noor, Y., Z. Shah and M. Tariq. 2019. Effect of Zinc and boron using different application methods on yield of citrus (Sweet orange) in calcareous soils. *Sarhad Journal of Agriculture*, 35(4): 1247-1258.
- Razzaq, K., A. S. Khan, A. U. Malik, M. Shahid and S. Ullah. 2013. Foliar application of Zinc influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield, and fruit quality of 'Kinnow' mandarin. *Journal of Plant Nutrition*, 36: 1479-1495.
- Salem, A. T., A. E. Kilany and G. Shaker. 2004. The influence of N, P, K sources and potassium foliar application on growth and fruit quality of Thompson seedless grapevines. Paper presented at the *XXVI Internation Horticultural Congress: Viticulture-living eighth limitations*. 31/Aug/2004. Toronto, Canada, Actahort, *International Society of Horticultural Science*, 640: 163-173.
- Singh, B. 1984. Effect of nitrogen fertilization on quality of lemon. *Indian Horticulture*, 16: 308-311.
- Taghavi, G.R. 2000. Effect of micro nutrients and foliar application of Zinc sulfate on yield and quality of pomegranate. In *Proceeding of 2nd National Confrence of Optimum Consumption of Chemical Fertilizers and Pesticides in Agriculture*, 24-26 January, Karaj. pp. 230-231. (In Persian)
- Thomas, A., M. Zekri and H. Stephen. 2008. General soil fertility and citrus tree nutrition. *Nutrition of Florida Citrus Trees*, SL 253, 100(2): 16-18.
- Tsonko, T. and F. Lidon. 2012. Zinc in plants-an overview. *Emir. J Food Agric*. 24.