نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۷۲-۲۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 257-272
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تاثیر محلولپاشی نانوکلات‌های آهن و مس بر صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس رقم جونکی(*Psedudonarcissus narcissus* cv. Jonquil)

فرشته کامیاب[۱] *- حمید محمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲

چکیده

گل نرگس یکی از مهمترین گیاهان زینتی در دنیا می‌باشد. یکی از مهمترین مشکلات در تولید گیاهان زینتی، کمبود عناصر کم‌مصرف می‌باشد که در بیشتر خاک‌های قلیایی مناطق ایران وجود دارد. مس و آهن به عنوان عناصر کم‌مصرف ضروری برای رشد و نمو طبیعی گیاه در بسیاری از واکنش‌های فیزیولوژیکی دخالت دارند. جهت بررسی اثر نانوکلات‌های آهن و مس بر برخی صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس رقم جونکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور نانو کلات آهن در ۴ سطح (صفر، ۱، ۲ و ۳) گرم در لیتر و نانو کلات مس در ۳ سطح (صفر، ۱ و ۲) گرم در لیتر در ۳ تکرار اجرا شد. پیازهای کشت شده درمحدوده وزنی ۸-۱۰ گرم در تاریخ ۲۵ شهریور کشت شدند. کودها از شرکت نانو پژوهش تهیه شدند و محلولپاشی هر یک از این کودها به صورت جداگانه در سه مرحله انجام گرفت. مرحله اول آبان ماه زمانی که پیازها دارای سه برگ بودند و مرحله دوم دی ماه حدود یک هفته قبل از گلدهی و مرحله سوم بعد ازگلدهی به فواصل ۴۵ روز یکبار صورت گرفت. صفات مختلف ارتفاع بوته، تعداد، طول و عرض برگ، وزن و قطر پیاز، تعداد، قطر و وزن پیازچه‌ها، ارتفاع و قطر ساقه گل، تعداد، قطر و وزن تر و خشک گلچه، عمر گلجای و میزان غلظت مس، آهن، کلروفیل، مواد جامد محلول و پروتئین در برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمایش نشان داد که میزان غلظت آهن و مس با افزایش غلظت کاربرد این میکروالمنت‌ها در برگ افزایش یافت که نشان دهنده جذب بالای این کود نانو از طریق برگ می‌باشد. مصرف آهن ۲ گرم درلیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر بیشترین میزان رشد رویشی از جمله افزایش اندازه بوته، برگ، پیاز و پیازچه شد و دلیل اصلی این افزایش رشد جبران کمبود جذب عناصر کم مصرف در خاک قلیایی می‌باشد که با محلولپاشی از طریق برگ جبران شده است و مکانیسم‌ها و فرایند هایی که آهن و مس در انجام آنها دخالت داشته بهتر صورت گرفته‌اند. رشد زایشی مثل ارتفاع و قطر ساقه گل، تعداد، قطر و وزن تر و خشک گلچه و عمر گلجای نیز با کاربرد این نانو کود بهبود یافت که تاثیر مس بر کاهش اثرات مضر استرس در مطالعات متعدد ذکر شده است. همچنین این تیمار باعث بیشترین میزان پروتئین، کلرو وفیل و مواد جامد محلول در برگ‌های گل نرگس شد که افزایش کلروفیل و پروتئین می‌تواند به علت نقش اصلی آهن در ساخت کلروفیل و فعال کردن آنزیم نیترات ردوکتاز باشد. مس نیز نقش موثری در تولید تعداد زیادی آنزیم‌ها دارد که عملکردهای متابولیکی متفاوت را به عهده دارند. بنابراین نتایج این آزمایش جذب موثر این نانوکلات از طریق برگ را نشان داده و این نکته قابل توجه است که غلظت بالای مصرف این کود می‌تواند اثر منفی بر رشد داشته و باید در میزان مصرف دقت شود و محلولپاشی نانو کلات‌های آهن ۲ در هزار توام با مس ۰/۵ در هزار برای بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه نرگس مخصوصا در خاک‌های قلیایی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پیاز، پیازچه، خاک قلیایی، عمر پس ازبرداشت، عناصر کم مصرف

مقدمه

گل نرگس یک گیاه پیازدار از خانواده آماریلیداسه است. این گل یکی از مهمترین گیاهان باغی است که در بیشتر نقاط دنیا به جز مناطق گرمسیری کشت می‌شود. زمان گلدهی این گیاه از اواسط زمستان تا بهار می‌باشد (۷). گل نرگس علاوه بر اینکه یکی از مهمترین گل‌های زینتی است، به علت داشتن ترکیبات الکالوئیدی دارای ارزش دارویی نیز می‌باشد (۶). یکی از مهمترین مشکلات در تولید گیاهان زینتی، تغذیه نامناسب در طول پرورش آنها می‌باشد. قلیایی بودن خاک بیشتر مناطق ایران به علت بالا بودن هدایت الکتریکی و کربنات‌های آزاد خاک منجر به مشکل کلروز آهن شده و

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، واحد رفسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، رفسنجان، ایران
(*- نویسنده مسئول Email: f.kamiab56@gmail.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، واحد رفسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، رفسنجان، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.73396

عملکرد محصولات مختلف را تحت تاثیر قرار داده است (۳۶). کمبود آهن، شایع‌ترین کمبود در میان گلها و گیاهان زینتی است و اثر زیادی را بر رشد رویشی و زایشی گیاهان می‌گذارد. آهن درتشکیل کلروفیل و متابولیسم اسید های نوکلئیک نقش اساسی دارد. از طرف دیگر نقش آهن در واکنش های تنفسی گیاه، انکارناپذیر است و باعث حفظ کیفیت گلهای بریده می‌شود (۶).

از عوامل دیگری که می‌توانند در کمبود آهن در گیاهان دخیل باشند شامل کمبود آهن در خاک، مصرف زیاد فسفر و آهک، مقدار زیاد فلزات سنگین مثل روی، مس و منگنز، درجه حرارت کم یا زیاد، مقدار زیاد نیتروژن به صورت نیترات، تهویه ضعیف، نسبت های کاتیونی نامتوازن و آلودگی ریشه به نماتدها می‌باشد (۸). تحقیقات اخیر نشان داده است که مقدار اندکی از عناصر غذایی کم مصرف که از طریق محلول‌پاشی به گیاهان داده می شوند، موجب افزایش معنی دار عملکرد گیاهان می گردند. محلول‌پاشی وقتی مورد توجه قرار می‌گیرد که رفع کمبود عناصر غذایی از راه ریشه امکان پذیر نباشد. بنابراین در شرایط مزرعه که فاکتورهای مختلف مؤثر در جذب عناصر غذایی بسیار متغیر هستند، محلولپاشی می تواند به عنوان یک روش سریع برای رفع کمبود با اهمیت باشد و به عنوان یک روش نسبتاً جدید و بحث بر انگیز در تغذیه گیاهان باشد. روستا و محسنیان (2012)نشان دادند که محلولپاشی منابع مختلف آهن (Fe- DTPA, Fe-EDDHA, FeSO4) روی گیاه فلفل سبب افزایش رشد رویشی، عملکرد و رنگ گیری بهترمیوه در سیستم آکواپونیک و هیدروپونیک گردید و همچنین کلروفیل کل، کاروتنوئیدها وقندهای محلول افزایش یافت. در آزمایشی دیگر همین محقق دو منبع آهن (نانو کلات آهن و Fe –EDDHA)در سیستم کشت بدون خاک گیاه فلفل در شرایط قلیائی به کار برد و نشان داد که ابتدا کلات آهن و سپس نانو کلات آهن بهترین منبع آهن در این شرایط می‌باشند (۲۹).

مس نیز یک میکروالمنت می‌باشد که دارای نقش ساختاری در پروتئین های تنظیم‌کننده و در انتقال الکترون در فتوسنتز، پاسخ به استرس‌های اکسیداتیو، تنفس میتوکندری، متابولیسم دیواره سلولی، سیگنال‌های هورمونی نقش دارد و از طرف دیگر کو فاکتور بسیاری آنزیم‌ها مثل سوپراکسیدودیسموتاز، سیتوکروم اکسیداز، آمینواکسیداز و پلی فنل اکسیداز می باشد (۲۴). همچنین مس در بیوسنتز و فعالیت اتیلن در رساندن گل و میوه، نقش اساسی دارد و باعث شادابی و طراوت گیاه می‌گردد (۱۲).

تحقیقات بعمل آمده توسط کومار و چاتوپادیای (۱۴) بر روی گل مریم نشان داده است که کاربرد کودهای سولفات روی، سولفات مس و سولفات آهن به صورت تیمارهای ریش ای و در مقادیر ۱۰، ۱۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار روی رشد و شاخص‌های عملکردی تاثیر چشم‌گیری داشته است.

بارمان و پی (۲) چهار نوع کود سولفات آهن، روی، مس و منگنز را در سه مرحله و در فواصل ۶۰ روز برروی برگ ها ی گیاه مریم محلول پاشی کردند و افزایش رشد رویشی و گلدهی را مشاهده کردند.

در سال های اخیر کاربرد نانو ذرات در کلیه عرصه ها مخصوصا کشاورزی گسترش زیادی پیدا کرده است.

فراورده‌های نانو شامل مخلوطی از ذره های با ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند که می‌توانند خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد اولیه را تغییر دهند. به دلیل اثرات مضری که کودهای شیمیایی مرسوم به محیط زیست ایجاد می‌کنند، مدت هاست که استفاده از آن ها مورد سؤال قرار گرفته است و استفاده از نانوکودها می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای این کودهای مرسوم باشد. کاربرد کودهای نانو باعث افزایش کارایی، کاهش مسمومیت و اثرا ت منفی مربوط به استفاده زیاد از حد عناصر غذایی می‌شود (۱۹) دیواره سلول گیاهی به عنوان یک مانع برای ورود آسان هر عامل خارجی به داخل سلول های گیاهی عمل می کند، نانوذرات که قطر منفذ کمتری نسبت به قطر منفذ دیواره سلولی دارند، به راحتی می توانند از منافذ روی دیواره عبور کنند. نانوذرات درسطح برگ از طریق منافذ روزنه‌ای و یا پایه‌های کرک وارد گیاه می شوند و سپس به بافتهای مختلف منتقل می شوند (۲۰).

آذرپور و همکاران تاثیر محلولپاشی نانو ذرات آهن را بر افزایش وزن تر محصول زعفران گزارش داده‌اند. زو و همکاران (۳۵) نیز کاربرد محلولپاشی اکسید آهن به صورت نانو ذره بر روی کدو حلوایی را گزارش داده و افزایش جذب، انتقال و تجمع این نانو ذره توسط گیاه به طور قابل توجهی مشاهده شده اسارش شده است.در آزمایشی دیگر گزارش شده است که محلولپاشی با نانوکلات آهن منجر به افزایش کمیت و کیفیت گل محمدی شده است (۱۵)

آزمایش‌های متعددی در مورد کاربرد کود های نانو در بادم زمینی (۲۱) ، نخود (۲۲)، اسفناج (۳۴) و ریحان (۲۳) گزارش شده و در همه موارد ذکر شده افزایش جذب، رشد و عملکرد وجود دارد.

با توجه به نتایج گزارش شده مبنی بر عملکرد خوب نانوکودها در گیاهان مختلف و واکنش مختلف گونه‌های مختلف گاهی به مواد غذایی تهیه شده به شکل نانو، این آزمایش با هدف بررسی تاثیر کاربرد کو های کلات آهن و منگنز در مقیاس نانو بر عملکرد و رشد گل نرگس طاحی شده است.

مواد و روش‌ها

شرایط رشدی گیاه وتیمارها

به منظور بررسی اثر محلولپاشی نانوکلات‌های آهن (۱۲درصد) و مس (۱۲ درصد) بر رشد رویشی و زایشی گل نرگس، این تحقیق به صورت فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی باسه تکرار

درمزرعه آموزشی وتحقیقاتی دانشگاه آزاد رفسنجان واقع در منطقه اسد آباد با شوری خاک ۷ دسی زیمنز بر متر درسال ۱۳۹۴ انجام شد. موقعیت جغرافیایی منطقه″۴۴ '۳۰ °۲۹ شمالی و°۵۶ '۵۰ ″۶ شرقی با ارتفاع ۱۷۸۰ متر از سطح دریا دارای اقلیمی خشک و زمستان نسبتا سرد وتابستان گرم وخشک با حداکثر دمای ۴۲ درجه سلسیوس در تابستان و حداقل ۳- درجه سلسیوس در زمستان و میانگین میزان بارندگی ۱۰۰میلی‌متر در سال می‌باشد. در این آزمایش فاکتور آهن در چهار سطح (صفر، ۱، ۲و ۳) گرم در لیتر و فاکتور مس در سطح سطح (صفر، ۱، ۲) گرم در لیتر در نظر گرفته شد. آزمایش در ۱۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. پیازهادرکرت‌هایی به عرض دو متر در طول پنج مترکشت شدند. پیازهای کشت شده درمحدوده وزنی ۸-۱۰گرم بودند ودر هرکرت در هشت ردیف به فاصله ۲۰ سانتی-متر و فاصله روی ردیف پنج سانتیمتر، درعمق ۱۵ سانتیمتر در تاریخ ۲۵ شهریورکشت شدند. تجزیه خاک نشان داد که خاک مزرعه دچارکمبود نیتروژن است و بر اساس محاسبات ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار اوره به کرت‌ها اضافه شد، ماده آلی خاک نسبتاً پایین بوده وکود دامی به میزان۴۰ تن در هکتار قبل ازکاشت به زمین زراعی داده شد. کودها پس از بررسی و تایید مقیاس آن توسط شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کارگزار ستاد ویژه نانو) و آزمایشگاه تجزیه خاک پژوهشکده پسته رفسنجان از شرکت نانو پژوهش خریداری شدند. تیمارهای محلولپاشی بر اساس درصد آهن و مس موجود در کودها، میزان نیاز گیاه و نتایج آنالیز خاک طراحی شدند. محلولپاشی هر یک از این کودها به صورت جداگانه در سه مرحله انجام گرفت. مرحله اول آبان ماه زمانی که پیازها دارای سه برگ بودند و مرحله دوم دی ماه حدود یک هفته قبل از گلدهی و مرحله سوم بعد ازگلدهی به فواصل ۴۵ روز یکبار صورت گرفت.

جدول۱ - خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی دانشگاه ازاد رفسنجان.

Table 1- Chemical analysis of experimental farm Soil (Azad University, branch Rafsanjan, Asad Abad).

بافت خاک Texture soil	pH	پتاسیم Absorbable potassium (mg/kg)	فسفر Absorbable phosphorus (mg/kg)	نیتروژن کل Total nitrogen N (%)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS/m)	عمق Depth (cm)
Sandy-clay شنی رسی	7.7	239	13.8	0.03	0.8	6	7	0-30

اندازه‌گیری پارامترهای مرفولوژیکی

اندازه گیری‌ها شامل تعداد برگ، طول و عرض برگ، ارتفاع ساقه گل دهنده که جهت اندازه‌گیری ارتفاع ساقه گل دهنده، ارتفاع آن از بالای یقه تا انتهای خوشه گل با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. بر ای اندازه‌گیری تعداد گلچه های هر خوشه، پس از رشد کامل ساقه گلدهنده و پس ازبرداشت ساقه‌ی گل، شمارش گلچه‌ها صورت گرفت. برای اندازه گیری قطر گلچه ، گلچه پایینی که از همه بزرگترمی‌باشد، پس از اینکه تقریبا بطور کامل باز شدن با استفاده از خط کش، اندازه طول دو گلبرگ روبروی هم، از انتهای یکی تا انتهای دیگری اندازه گیری شد .برای اندازه‌گیری قطرشاخه گل از کولیس استفده گردید و بدین گونه که قطر شاخه از سه نقطه، یعنی نزدیک طوقه، وسط شاخه گل و ناحیه زیر اولین گلچه اندازه‌گیری شد، سپس سه اندازه را با هم جمع کرده ومیانگین گرفته شد. میانگین این سه بعنوان اندازه قطر شاخه‌ی گل لحاظ گردید .

برای اندازه‌گیری عمر انباری گل‌ها، گل‌ها پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه با دمای بین ۲۱-۲۴ درجه سانتیگراد که رطوبت نیز در حد معمول بود، انتقال داده شدند و در آنجا درون لیوان های بزرگی که برای هر نوع کود و هر غلظتی یک لیوان جداگانه در نظر گرفته شده بود، نگهداری شده تا عمر پس از برداشت آن‌ها اندازه گیری شود .در صورتیکه تعداد گلچه های پیر شده بیشتر ازگلچ های باز شده باشد پایان عمر انباری محاسبه گردید. برای تعیین وزن تر و خشک گلچ ها، ابتدا وزن تمام گلچه‌های هر خوشه اندازه گیری سپس میانگین انها محاسبه گردید و برای تعیین وزن خشک نیز تمام نمونه ها در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و میانگین هر گلچه محاسبه گردید.

در پایان اردیبهشت پیازها از دو ردیف وسطی هر کرت به صورت خشکه کنی خارج شدند و وزن و قطر پیاز مادری و تعداد پیاز دختری، وزن و قطر انها محاسبه گردید.

اندازه‌گیریپارامترهای فیزیولوژیکی

عناصر آهن و مس در برگ

عناصرغذایی آهن و مس دراین آزمایش به وسیله دستگاه جذب اتمی به روش جونز و همکاران (۹) اندازه‌گیری شدند و برای تهیه عصاره، ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه خشک شده و آسیاب شده از برگ گیاه را وزن کرده و سپس در کوره با دمای۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرارداده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شدند. .سپس ۵ میلی لیتر اسیدکلریدریک ۲نرمال به هر نمونه اضافه گردید و در نهایت توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانیده شد. .این عصاره به

طور مستقیم جهت اندازه‌گیری عناصر آهن و مس به کار رفت.

موادجامد محلول برگ

اندازه‌گیری به روش اسموگی (۳۱) انجام گرفت. ۰/۵ گرم وزن تر برگ ابتدا در 5cc اتانول ۹۵ درصد و سپس ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد ساییده شده بعد به مدت ۱۰ دقیقه در دور g ۳۵۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس ۰/۲ میلی لیتر از محلول رویی با ۶ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون به علاوه ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط گردیده و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۹۵ درجه قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. سپس میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه گردید.

پروتئین برگ

اندازه‌گیری پروتئین به روش برادفورد (۴) انجام گرفت. یک گرم از بافت تازه گیاهی در یک هاون چینی محتوی ۵ میلی لیتر بافر تریس–HCl، ۰/۰۵ مولار ساییده شد و به لوله سانتریفیوژ منتقل شده و پس از ۱۰ دقیقه سکون به مدت ۲۵ دقیقه در دور g ۱۰۰۰۰ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و محلول رویی برای اندازه‌گیری پروتئین به کار رفت. ۰/۱ میلی لیتر از عصاره پروتئینی به همراه ۵ میلی لیتر محلول بیوره مخلوط و سریع ورتکس شده و پس از ۲۵ دقیقه میزان جذب نور در طول موج ۵۹۵ نانومتر تعیین گردید.

کلروفیل کل برگ

اندازه گیری کلروفیل به روش مدنر (۱۷) صورت گرفت. یک گرم از برگ در هاون چینی قرار داده و با ۲۰ میلی لیتر استن (۸۰درصد) له گردید. سپس به مدت ۵ دقیقه با دور g ۵۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. محلول رویی با استن ۸۰ درصد به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و جذب محلول در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از فرمول زیر کلروفیل کل اندازه‌گیری گردید.

کلروفیل کل (mg/g)

$$=[(20.2 \times 0D_{645}) + (8.02 \times od_{663})] \times [{}^{V}/_{1000W}]$$

V: حجم استون مصرف شده

W: وزن تر نمونه (گرم)

محاسبات آماری

داده ها توسط نرم افزار SAS با ورژن ۵ تجزیه شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده ازآزمون دانکن درسطوح ۵ درصدصورت گرفت.

نتایج و بحث

پس از انجام کلیه مراحل آزمایش نتایج بدست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در این نتایج تاثیر تیمارهای مختلف محلولپاشی نانو کلات های آهن و مس بر کلیه صفات کمی و کیفی مشخص گردید و بر اساس جداول (۲و ۳) برای هر کدام از صفات به صورت جداکانه بحث گردید. اثر متقابل کاربرد نانو کلات های آهن و مس بر صفات ارتفاع بوته، قطر و وزن پیازچه، درصد گل‌های باز شده و غلظت پروتئین، کلروفیل و مس برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و بر سایر صفات عمر پس از برداشت، ارتفاع و قطر ساقه گل، طول، عرض و تعداد برگ، تعداد، وزن تر، وزن خشک و قطر گلچه، وزن و قطر پیاز اصلی، تعداد پیازچه و غلظت مواد جامد محلول و آهن برگ در سطح یک درصد معنی‌داربود.

صفات رویشی

ارتفاع گیاه

جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع گیاه ۳۶ سانتیمتردر تیمار آهن ۲ و ۳ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین ارتفاع ۲۲ سانتیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است و افزایش غلظت آهن از ۲ به ۳ گرم در لیتر و مس از ۰/۵ به ۱گرم در لیتر باعث افزایش ارتفاع گیاه نشد(جدول ۴)..

تعداد برگ

کمترین تعداد برگ در تیمار شاهد چهار عدد بود که با کاربرد توام ۲ گرم در لیترکود نانو آهن و ۰/۵ گرم در لیتر کود مس به بیشترین تعداد ۶/۳ رسید (جدول ۴).

طول و عرض برگ

جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین طول برگ ۳۴ سانتیمتردر تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده که با تیمار توام آهن ۳ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری نداشته است. کمترین طول برگ ۱۹ سانتیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است. بیشترین عرض برگ ۲/۲۳ سانتیمتر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین آن درشاهد ۱/۳ سانتیمتر مشاهده شد. افزایش غلظت آهن از ۲ به ۳ گرم در لیتر و مس از ۰/۵ به ۱گرم در لیتر باعث کاهش عرض برگ شد اما این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات نانو کلات‌های آهن و مس بر برخی خصوصیات رویشی و زایشی گل نرگس رقم جونکی

Table2- ANOVA for the effect of foliar treatments of Fe and Cu nano chelates on some vegetative and reproductive traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of square											
		ارتفاع گیاه Plant Height	عمر پس از برداشت vase life	ارتفاع ساقه گل Height of Flowering Stem	قطر ساقه گل Diameter of Flowering Stem	طول برگ Leaf Length	عرض برگ Leaf Width	تعداد برگ Leaf Number	تعداد گلچه Floret Number	وزن تر گلچه Floret Fresh Weight	وزن خشک گلچه Floret Dry Weight	قطر گلچه Diameter of Floret	درصد گل‌های باز شده Percentage of Opened floret
بلوک Replicate	2	0.72 ns	0.1 ns	0.59 ns	0.02 ns	0.09 ns	0.008 ns	0.03 ns	0.08 ns	0.09 ns	0.002 ns	0.07 ns	0.15 ns
aنانو کلات آهن Fe Nano chelate	3	51.2**	1.79**	23.97**	2.04 **	80.46**	0.2 **	1.4 **	25.2**	0.02**	0.06**	1.74 **	16.69**
b نانو کلات مس Cu Nano chelate	2	209.1 **	2.19**	139.1 **	12.5**	360.6**	0.1 **	2.5 **	30.5**	0.72**	0.12**	2.5 **	17.79*
a×b	6	3.09*	2.59**	3**	0.22**	3.99**	0.05**	0.19**	**0.7	0.04**	0.006**	3.2 **	20.19*
خطا Error	22	1.1	0.1	0.27	0.015	0.9	0.004	0.03	0.6	0.031	0.001	0.87	0.9
ضریب تغییرات CV(%)		13	15	3	1.8	3.5	4	3.1	19.18	14	5.4	6.5	7.5

،* به ترتیب نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و و ns ، عدم تاثیر معنی‌دار است..,* represents effects significant at probability levels of 0.05 and 0.01 respectively; ns means non-significant.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر متقابل محلولپاشی نانو کلات های آهن و مس بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس رقم جونکی

Table3- ANOVAfor the effect of foliar treatments of Fe and Cu nano chelates on some morphological and physiological traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares									
		وزن پیاز اصلی Weight of Main Bulb	قطر پیاز اصلی Diameter of Main Bulb	تعداد پیازچه Number of Bulblet	قطر پیازچه Diameter of Bulblet	وزن پیازچه Weight of Bulblet	پروتئین برگ Leaf Protein	کلروفیل برگ Leaf Chlorophyll	مواد جامد محلول برگ Total Soluble Solid	غلظت مس در برگ Cu Concentrationin Leaf	غلظت آهن در برگ Fe Concentrationin Leaf
بلوک Replicate	2	0.42 ns	1.42 ns	0.4 ns	0.15 ns	1.42 ns	400.2 ns	37.66 ns	11.15**	0.18 ns	1.52 ns
نانو کلات آهن (a) Fe Nano chelate (a)	3	641.6**	65.59**	13.59**	8.6*	8.69*	50.29*	19.99*	60.9**	5.59**	46**
نانو کلات مس (b) Cu Nano chelate (b)	2	3727**	300.9**	305.69**	11.69*	10.79*	60.49*	17.65**	55.4**	95.59**	6576**
a×b	6	14.59**	2.19**	8.19**	8.1*	6.19*	81.69*	29.86*	75.59**	3.29*	191**
خطا Error	22	4.5	0.5	1.5	2.5	2	37.09	12.25	1.76	1.15	43
ضریب تغییرات CV (%)		13	1.9	14	14	13	14.4	14.9	9.2	19.4	9.1

**،* به ترتیب نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و و ns ، عدم تاثیر معنی‌دار است

**,* represents effects significant at probability levels of 0.05 and 0.01 respectively; ns means non-significant

با توجه به نتایج این آزمایش اثر متقابل محلولپاشی نانو کلات‌های آهن و مس در افزایش رشد رویشی (ارتفاع گیاه و تعداد و اندازه برگ) گل نرگس در مقایسه با شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بوده است. باتوجه به اینکه خاک مورد نظر دارای pH قلیایی بوده و در این شرایط جذب عناصر کم مصرف از خاک مشکل می‌باشد، با محلولپاشی این عناصر و جذب از طریق برگ نیاز گیاه به طور موقت رفع شده است و منجر به افزایش رشد رویشی گردیده است. همانطور که می‌دانیم آهن در فعالیت‌های فیزیولوژیکی متعددی از قبیل فتوسنتز، تنفس، ساخت دی ان ا و تشکیل هورمون نقش دارد که این موارد ذکر شده بیانگر نقش مهم این عنصر در تغذیه گیاه می‌باشد (۲۶). از طرف دیگر مس نیز یک عنصر ضروری برای گیاه است که نقش‌های متعددی برای گیاه دارد که می‌توان مشارکت این عنصر در تنفس، مقاومت در برابر تنش های اکسیداتیو، سیگنال های هورمونی، دیواره سلولی و سیستم انتقال الکترون در فتوسنتز را نام برد (۲۴). بنابراین عنصری تاثیرگذار بر افزایش رشد و نمو گیاه می‌باشد.

حکم آبادی و همکاران (۱۰) نشان دادند که کاربرد کلات آهن بر روی نهال های پسته باعث افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل شده است. احتمالا با کاربرد این میکروالمنتها مخصوصا آهن فرایندهای فیزیولوژیکی مثل کلروفیل سازی فعال شده و در نهایت اندازه برگ افزایش می‌یابد. البته این نکته قابل توجه است که افزایش غلظت عنصر مس به ۱ گرم در لیتر در این آزمایش، ارتفاع و تعداد و اندازه برگ را به طور معنی‌داری کاهش داد. این کاهش رشد رویشی به دلیل افزایش غلظت این میکروالمنت می‌باشد که اثر سمی دارد و افزایش غلظت ان ممکن است منجر به توقف رشد گیاه و جلوگیری از بسیاری از فرایندهای سلولی مثل انتقال الکترون فتوسنتزی شود (۲۴). همچنین با فزایش غلظت مس در برگ ها میزان غلظت آهن با افزایش کاربرد آهن افزایش نیافت که به نظر می‌رسد در غلظت مس بالا جذب آهن از غشاء کاهش می‌یابد (۱۶). نیز در این رابطه نشان دادند که با افزایش غلظت مس در محلول غذایی، غلظت این عنصر در گیاه ذرت زیاد اما رشد کاهش یافت که دلیل آن را کاهش نفوذپذیری غشاء و کاهش جذب عناصری مانند اهن دانست. روستا و پور ابراهیمی (2015) نشان دادند که Fe-EDDHA رشد نهال های فلفل در شایط قلیایی به طور قابل وجهی افزایش داد.

همچنین در ارتباط با کود نانو آهن افزایش تا غلظت ۲ گرم در لیتر باعث افزایش رشد رویشی شد. در حالیکه در غلظت ۳ گرم در لیتر افزایش رشدی مشاهده نشد.

وزن و قطر پیاز اصلی

وزن پیاز اصلی در اثر کاربرد توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر به بیشترین مقدار یعنی ۱۰۰ گرم رسید که در مقایسه با شاهد ۵۰ گرم اضافه وزن مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین قطر پیاز ۴ سانتیمتردر تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۳ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر تفاوت معنی داری نداشت و کمترین آن ۳ سانتیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است (جدول ۴).

تعداد، قطر و وزن پیازچه

بیشترین تعداد پیازچه ۷/۳ عددر تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۱ و۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد پیازچه ۳/۵ عدد در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین قطر پیازچه ۱۸/۴ میلیمتر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین قطر پیازچه ۱۰ میلیمتردر شاهد مشاهده شد(جدول ۴). بیشترین وزن پیازچه۲۲/۲ گرم در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۱ و۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی داری نداشت و کمترین وزن پیازچه ۱۶/۱گرم در شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

کاربرد توام کود نانو آهن (۲گرم در لیتر) و مس (۰/۵ گرم در لیتر) باعث افزایش وزن پیاز مادری در حدود ۵۰ گرم در مقایسه با شاهد شد و همچنین قطر پیاز نیز ۱ سانتیمتر افزایش یافت. افزودن آهن به صورت محلولپاشی باعث افزایش جذب توسط برگ ها شده است که در نتیجه افزایش غلظت آهن در برگ ها از یک طرف منجر به افزایش میزان کلروفیل و از طرف دیگر افزایش فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز شده و در نتیجه میزان آسیمیلات‌های تولیدی افزایش و در نتیجه اندازه و قطر پیاز مادری در اثر ذخیره مواد غذایی افزایش یافته است. افزایش اندازه پیاز در گیاهان پیازدار بسیار مهم می‌باشد زیرا پیاز های بزرگ‌تر گلدهی ا زودتر با کیفیت بالاتر دارند (۱۱). نتایج آزمایش بارمان و در (۳) نیز نتایج این تحقیق را تایید می‌کند. از عوامل کمی دیگر که در کشت و کار گیاهان پیازدار از اهمیت بالایی برخوردار است، تعداد پیازچه‌های دختری است. بنابراین عاملی که بتواند تعداد پیازچه ا را افزایش دهد اهمیت زیادی دارد. همانطوریکه که در این آزمایش، کاربرد توام مس و آهن مخصوصا در غلظت‌های متوسط بیشترین تعداد پیازچه با بیشترین قطر ایجاد کرد. با توجه به اینکه رشدو نمو اندام‌های ظاهر شده از پیاز نرگس در مراحل اولیه اساسا وابسته به میزان اندوخته موجود در پیاز مادری است، بنابراین پیازهای درشت تر نرگس به دلیل داشتن اندوخته

غذایی و تولید انرژی بیشتر منجر به تولید ریشه بیشتر می‌شوند (۲۵) و در نتیجه گیاه حاصل قویتر می‌شود و تعداد پیازچه و اندازه آن نیز افزایش می‌یابد که از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است.

جدول ۴- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانوکلات‌های اهن×مس بر برخی خصوصیات رویشی گل نرگس رقم جونکی

Table 4- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on some vegetative traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

صفات مرفولوژیکی morphological traits										
میکرو نانو کلات Micro nano chlate ($g\ L^{-1}$)		ارتفاع گیاه Height of Plant (cm)	تعداد برگ Number of leaf	عرض برگ Width of leaf (cm)	طول برگ Width of leaf (cm)	وزن پیاز اصلی Weight of main bulb (g)	قطر پیاز اصلی Diameter of main bulb (cm)	تعداد پیازچه Number of bulblet	قطر پیازچه Diameter of bulblet (mm)	وزن پیازچه Weight of bulb let (g)
Fe (0)	Cu 0	22 g	4 c	1.3 d	19 e	50 e	3 d	3.5 cd	10 d	16.1 d
	Cu 0.5	25 f	4.4 c	1.4 cd	21 ed	60 d	3.2 d	3.8c	11.2cd	17 c
	Cu 1	27 e	4.5 c	1.5c	20 e	50 e	3 d	3.5 cd	9 d	16 d
Fe (1)	Cu 0	29 d	4.9 c	1.5c	23 d	65 d	3.4 c	4c	12.1 c	18 bc
	Cu 0.5	32 c	5.3 b	1.9 ab	27 c	90 b	3.7b	6.2 ab	15.2 b	21 a
	Cu 1	32 c	5.4 b	1.8 b	25 cd	64 c	3.5 c	4 c	13c	18 bc
Fe (2)	Cu 0	30d	5.3 b	1.7 b	24 d	70 c	3.4 c	4 c	12.2 c	18.9 b
	Cu 0.5	36 a	6.3 a	2.2 a	34 a	100 a	4 a	7.3a	18.2 a	22.2 a
	Cu 1	34 b	5.7 b	1.9 ab	30 b	70 c	3.6 b	5b	14 b	19 b
Fe (3)	Cu 0	29 d	5 bc	1.9 ab	25 cd	71 c	3.6 b	4.1 c	12 c	19 b
	Cu 0.5	36 a	6.1a	2 a	33 a	90 b	3.8 a	7 a	18.1 a	20 ab
	Cu 1	34 b	5.6b	2 a	29 b	74 c	3.5 c	5b	13.8 bc	17 c

برای هرصفت میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون دانکن درسطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

Different letter(s) in each row indicates significant differences according to Duncan's multiple range tests at $P < 0.01$

صفات زایشی

ارتفاع و قطر ساقه و عمر پس از برداشت گل

جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع و قطر ساقه گل به ترتیب ۱۹/۹ سانتیمتر و ۸ میلیمتر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین ارتفاع و قطر نیز به ترتیب ۱۳ سانتیمتر و ۵ میلیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است بیشترین عمر پس از برداشت ۸ روز در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد و کمترین آن در شاهد ۳ روز مشاهده گردید.

تعداد و قطر گلچه‌ها

بیشترین تعداد گلچه ۸ عدد در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۱ و ۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد گلچه ۵ عدد در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین قطر گلچه ۱/۶ میلی متر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین قطر گلچه ۰/۸ میلی متر در شاهد مشاهده شد.

وزن تر و خشک گلچه ها

جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر و خشک گلچه ها به ترتیب ۱/۱ و ۰/۱۲ گرم در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین وزن تر و خشک ۰/۷ و ۰/۰۶ گرم در تیمار شاهد مشاهده شده است.

صفات مرفولوژیکی مربوط به گل مثل ارتفاع و قطر ساقه گل و تعداد، قطر، وزن تر و خشک گلچه‌ها به طور معنی‌داری مخصوصا در تیمار ۲ گرم در لیتر آهن و ۰/۵ گرم در لیتر مس افزایش یافت. همانطور که می‌دانیم، افزایش تعداد گلچه و اندازه آن در گلاذین یکی از مهمترین فاکتورهای افزایش بازارپسندی گل نرگس است که تمپرینی و همکاران (۳۲) گزارش داده‌اند که فراهم کردن عناصر کم مصرف نقش موثری در افزایش گلدهی زعفران دارد. با توجه به نتایج آزمایش خاک و بالا بودن pH خاک مورد استفاده در این آزمایش و از طرف دیگر کارایی بالای نانو کلات‌ها در جذب توسط غشاء، محلولپاشی این ترکیبات باعث افزایش وزن تر و خشک گلچه ها شده

است که خود حاکی از موثر بودن عنصر آهن و نقش کلیدی آن در فرایند آنابولیکی و تنفس می‌باشد (۳۶). عنصر آهن با توجه به نقشی که در تشکیل کلروفیل و متابولیسم اسیدهای نوکلئیک دارد، باعث افزایش ارتفاع و قطر ساقه گل دهنده و همچنین اندازه گلاذین شده است. از طرف دیگر با توجه به نقش آهن در افزایش فعالیت انزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز و مس در افزایش فعالیت انزیم‌های مختلف مثل سیتوکرم اکسیداز، متابولیسم گیاه افزایش یافته و میزان اسیمیلاسیون برگ افزایش و کیفیت گل حاصل از هر پیاز به طور قابل توجهی افزایش یافته است (۳۳). از طرف دیگر مس در چرخه های انتقال الکترون در گیاه نقش دارد و در مسیرهای متابولیکی تولید ATP نیز نقش دارد (۲۴). این آزمایش نشان داد که تغذیه مناسب آهن و مس قبل از برداشت بر روی کیفیت پس از برداشت گل‌های بریده شده بسیار موثر می‌باشد. به طوریکه که کاربرد دو نانوکلات آهن (۲ میلی گرم در لیتر) و مس (۰/۵گرم در لیتر) باعث افزایش عمر گل‌های بریده در حدود ۵ روز در مقایسه با شاهد شد. با توجه به اینکه مس کوفاکتور بسیاری از انزیم‌های کلیدی در مسیرهای متابولیکی مختلف است، بنابراین گیاهی که کمبود نداشته باشد، گل‌های با کیفیت بالاتر و عمر پس از برداشت طولانی‌تر تولید خواهد کرد. همچنین مس نقش مهمی در افزایش مقاومت در برابر بسیاری از استرس‌های محیطی دارد و به عنوان کوفاکتور آنزیم سوپراکسیدودسموتاز شناخته شده که این آنزیم رادیکال های آزاد اکسیژن را از بین می‌برد. همچنین مس به عنوان بازدارنده آنزیم فنیل الانین امونیوم لیاز است که این آنزیم در واکنش‌های مربوط به محل برش در ساقه‌های گل بریده نقش دارد (۱۳). نقش آهن در تولید کلروفیل انکار ناپذیر است و گل هایی که از بوته های دارای کلروفیل بیشتر تولید شده‌اند، دارای میزان مواد ذخیره بیشتری می‌باشند که عمر آنها را افزایش می‌دهد از طرف دیگر اهن نقش مهمی در واکنش های تنفسی گیاه نیزدارد (۶).

جدول ۵- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانوکلات‌های اهن ×مس بر برخی خصوصیات زایشی گل نرگس رقم جونکی

Table 5- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on some reproductive traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

میکرو نانو کلات Micro nano chelat (گرم در لیتر)		ارتفاع ساقه گل Height of flower stem (cm)	قطر ساقه گل Diameter of flower stem (mm)	تعداد گلچه Number of floret	قطر گلچه (cm)	عمر پس از برداشت گل Postharvest life (day)	وزن تر گلچه fresh weigh of Floret (g)	وزن خشک گلچه dry weigh of Floret (g)
		صفات مرفولوژیکی گل flower morphological traits						
Fe (0)	Cu 0	13 e	5 d	5.1 c	0.8 d	3 cd	0.7 d	0.065d
	Cu0.5	14 d	5.5 d	6 b	0.9cd	4 cd	0.8 c	0.078cd
	Cu 1	12.2e	5 d	5.2 c	0.8 d	4 c	0.7 d	0.07d
Fe (1)	Cu 0	14.8 c	6 cd	5.7 bc	0.9cd	4 c	0.8 c	0.08c
	Cu 0.5	16.5 bc	7.2 b	7.7 a	1.3b	7 ab	0.95 b	0.09bc
	Cu 1	13.5 d	5.8 cb	5.5bc	1 c	6 b	0.82c	0.09bc
Fe (2)	Cu 0	15 c	6.5 c	5.9 b	1.1c	4 c	0.9b c	0.04 bc
	Cu 0.5	19.9 a	8 a	8 a	1.6 a	8 a	1.1 a	0.12a
	Cu 1	15 c	6.1 cd	5.5 bc	1 c	6 b	0.88 bc	0.09bc
Fe (3)	Cu 0	16.1 bc	6.5 c	6 b	1 c	6 b	0.9 bc	0.1 b
	Cu 0.5	17 b	7.3 b	7.8 a	1.5 a	6 b	0.95 b	0.1 b
	Cu 1	14 e	6 cd	5.6 bc	0.9cd	6 b	0.89 bc	0.09 bc

برای هرصفت میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن درسطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار نیستند.

Different letter(s) in each row indicates significant differences according to Duncan's multiple range tests at $p < 0.01$

صفات فیزیولوژیکی

غلظت عنصر مس

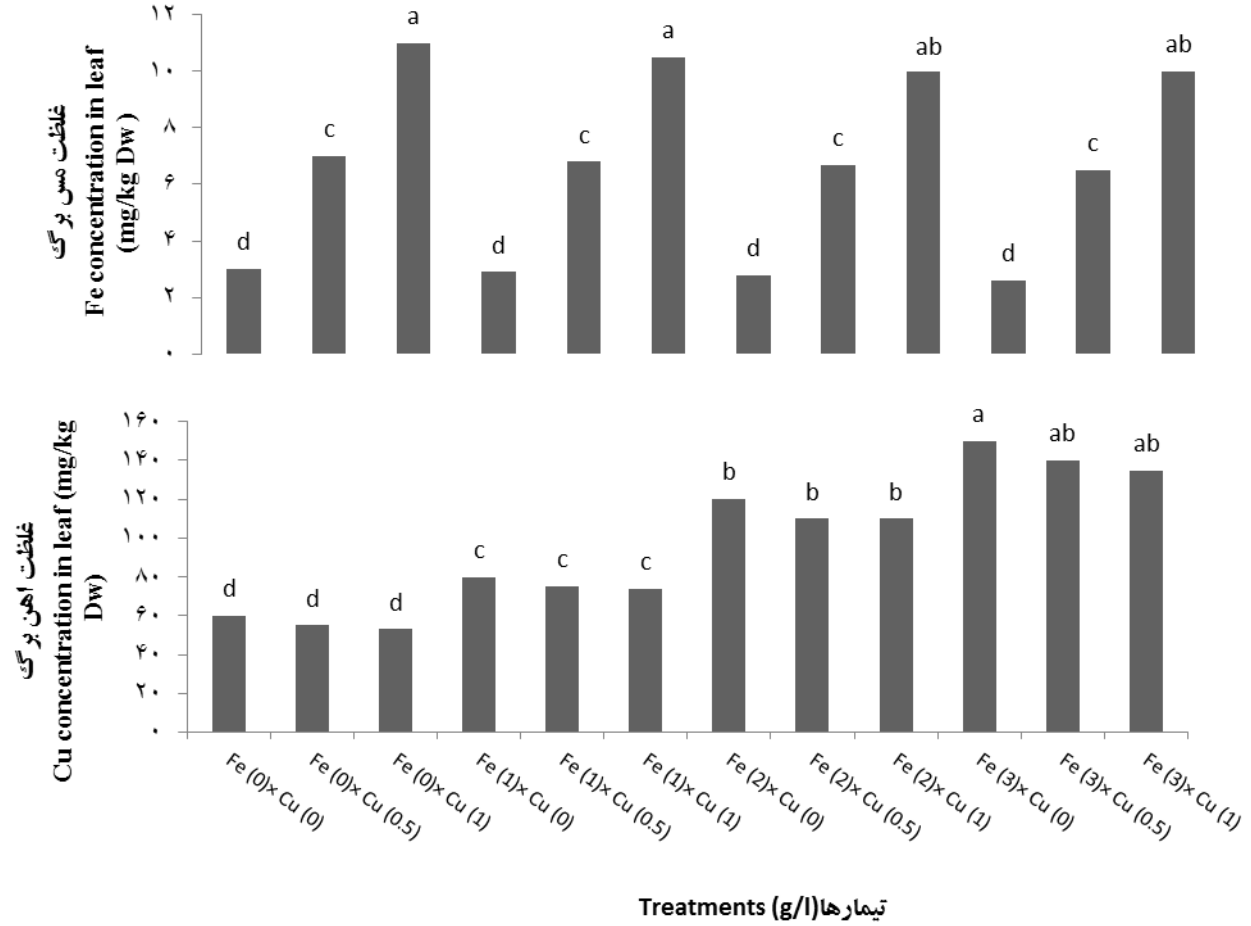
شکل ۱ نشان می‌دهد که غلظت مس در برگ ها با افزایش غلظت کود نانو مس به طور معنی‌داری افزایش یافته است. بالاترین غلظت مس برگ در تیمار آهن (۰) و مس (۱) گرم در لیتر تقریبا ۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین غلظت مس در تیمارهای مس (۰) گرم در لیتر تقریبا ۳ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد.

غلظت عنصر آهن

شکل ۱ نشان می‌دهد که غلظت آهن در برگ ها با افزایش

غلظت کود نانو آهن به طور معنی داری افزایش یافته است. بالاترین غلظت آهن برگ در تیمار آهن (۳) و مس (۰) گرم در لیتر تقریبا ۱۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین غلظت مس در تیمارهای آهن (۰) گرم در لیتر تقریبا ۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد.

به منظور بررسی قابلیت جذب این کلات ها از برگ پس از کاربرد این نانو کلات ها میزان غلظت هریک از عناصر آهن و مس در برگ‌ها اندازه‌گیری شدند و نتایج نشان دادند که با افزایش غلظت محلولپاشی، غلظت این عناصر در برگ‌ها افزایش یافت.



شکل ۱- اثر متقابل کاربرد غلظت‌های متفاوت کلات‌های آهن و مس بر غلظت مس و آهن برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure 1- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on Fe concentration of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test

پروتئین

شکل ۲ نشان می‌دهد که همه تیمارها به جز تیمارهای فاقد آهن و تیمارهای آهن ۱ گرم در لیتر به همراه ۰ و ۱ گرم در لیتر مس باعث افزایش معنی‌دار پروتئین برگ شدند. بیشترین پروتئین در برگ ۵۰۰ میلی گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار آهن ۱ و ۲ گرم در لیتر به همراه مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده و کمترین میزان پروتئین ۳۸۰ میلی گرم بر گرم که مربوط به شاهد بوده است.

کلروفیل

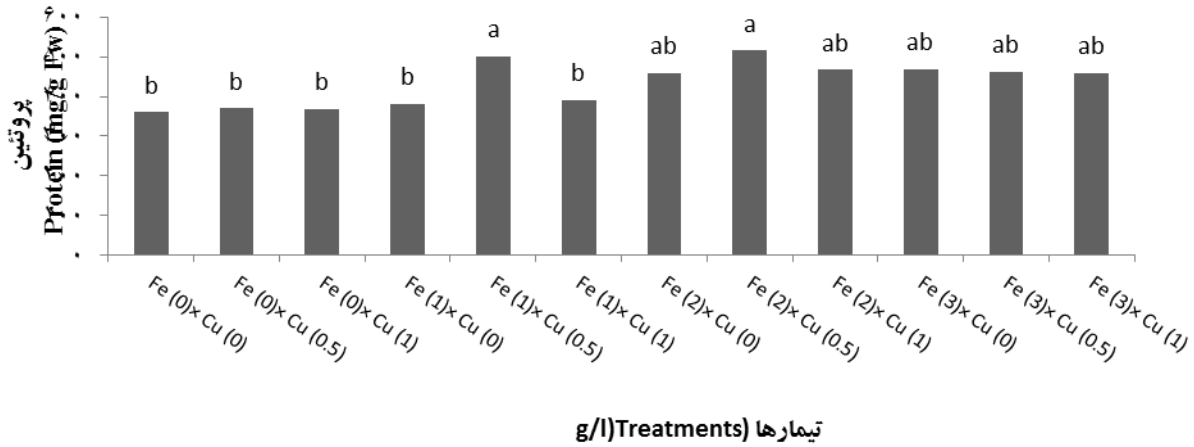
شکل ۳ نشان می‌دهد که همه تیمارها به جز تیمارهای فاقد آهن و تیمار آهن ۱ گرم در لیتر بدون مس باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل برگ شدند. اما بین این تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین کلروفیل در برگ ۱۳۰۰ میکرو بر میلی گرم وزن تر مربوط به تیمار آهن ۱ و ۲ گرم در لیتر به همراه مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده و کمترین میزان کلروفیل ۷۹۰ میکرو بر میلی گرم وزن خشک که مربوط به شاهد بوده است.

مواد جامد محلول

شکل ۴ نشان می‌دهد که تمام تیمارها به جز تیمار های فاقد آهن به طور معنی داری میزان مواد جامد محلول را در برگ افزایش

دادند به طوریکه بیشترین میزان مواد جامد محلول ۱۹ و ۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک به ترتیب در تیمارهای اهن ۲ و ۳ گرم در لیتر به همراه مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و کمترین میزان مواد جامد محلول ۶ میلی گرم بر وزن خشک در تیمار فاقد آهن و مس ۱ گرم در لیتر مشاهده شد.

این آزمایش نشان داد که فاکتورهای فیزیولوژیکی مثل میزان کلروفیل، پروتئین و قندهای محلول با کاربرد نانوکلات‌های اهن و مس در برگ ها افزایش یافت. با افزایش غلظت کاربرد نانو کلات آهن به ۲گرم درلیتر، میزان کلروفیل، پروتئین و قندهای محلول به طور معنی‌داری افزایش یافت اما در کاربرد ۳ گرم در لیتر کلات آهن میزان این سه ترکیب کاهش یافت. نقش مهم آهن در ساخت کلروفیل و فتوسنتز انکارناپذیر است و در کمبود آهن کلروفیل به اندازه کافی ساخته نمی‌شود و کمرنگی یا کلروز برگ مشاهده می‌شود و کاهش کلروفیل برگ منجر به کاهش ماده‌سازی و کاهش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود. همچنین پروتئین هایی مثل سیتو کروم و فرودکسین دارای آهن می‌باشند و سیتو کروم از ترکیبات مهم در سیستم انتقال الکترون در کلروپلاست می باشد و از طرف دیگر عنصر آهن نقش مهمی در فعال کردن آنزیم نیترات ردوکتاز دارد که باعث احیائ نیترات به آمونیوم می‌شود و آمونیوم برای ساخت اسیدهای آمینه و تولید پروتئین ها استفاده می‌شود (۵).

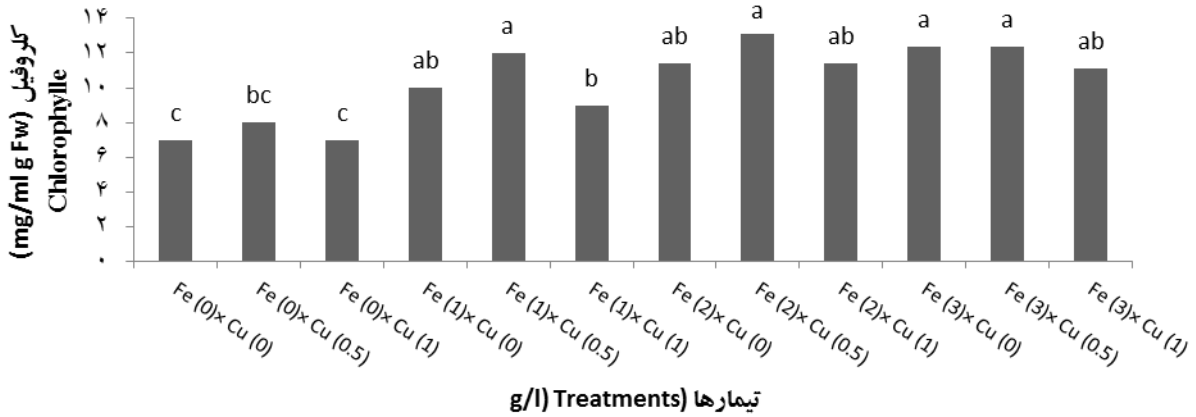


شکل ۲- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانو کلات‌های اهن ×مس بر غلظت پروتئین برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure 2- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on protein content of*Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستونها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test

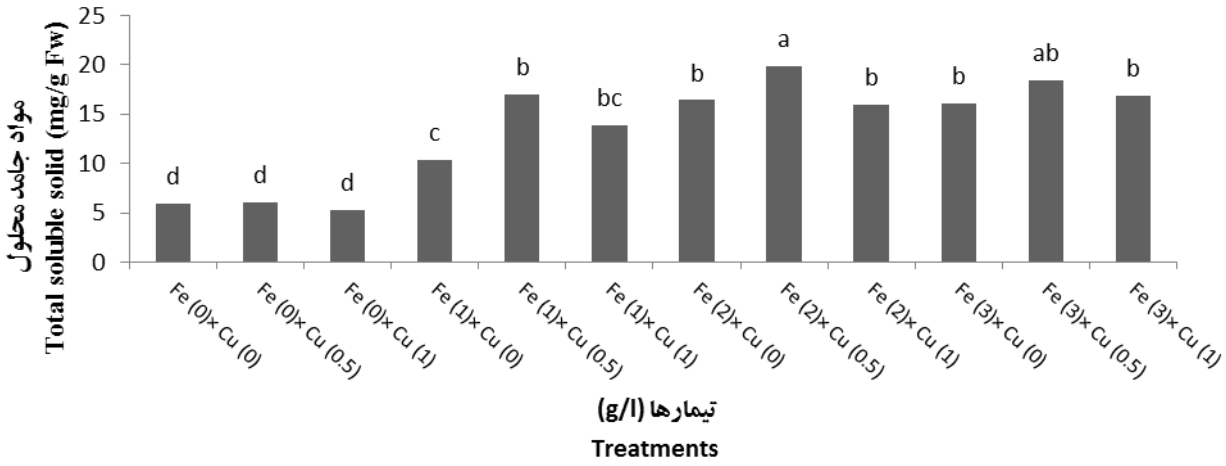


شکل ۳- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانو کلات‌های اهن ×مس بر غلظت کلروفیل برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure 3- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on chlorophyll content of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌داربین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test



شکل ۴- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانو کلات‌های اهن ×مس بر غلظت مواد جامد محلول برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure4- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on total solid solution content of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستونها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test

کاربرد مس در غلظت ۰/۵ گرم در لیتر در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کلروفیل، پروتئین و قندهای محلول افزایش داد. اما افزایش غلظت مس به ۱ گرم در لیتر به علت اثرات سمی و کاهش جذب آهن باعث کاهش معنی‌دار این ترکیبات در برگ شد. افزایش کلروفیل همچنین می‌تواند به دلیل نقشمس باشد که مقدار بسیار کم در تولید کلروفیل، پروتئین، کربوهیدرات‌ها دخالت دارد (۲۴)

ضرورت مس برای رشد طبیعی و تولید مثل در گیاهان به میزان زیادی به سبب وجود مس به عنوان تشکیل دهنده چندین پروتئین و تعداد زیادی آنزیم می‌باشد که عملکردهای متابولیکی متفاوت اما مهم را به عهده دارند. این پروتئین های در برگیرندۀ مس نقش های کلیدی مثل تنفس ، فتوسنتز، متابولیسم فنل، لیگنین‌سازی، سنتزپروتئین و تنظیم اکسین‌ها در گیاه دارند (۳۰).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که جذب موثر نانوکلات‌های آهن و مس از طریق برگ گل نرگس صورت گرفته و محلولپاشی با نانو کلات‌های آهن ۲ در هزار توام با مس ۰/۵ در هزار برای بهبود رشد رویشی و زایشی این گل مخصوصا در خاکهای قلیایی توصیه می‌شود. البته این نکته قابل توجه است که غلظت بالای مصرف این کودها می تواند اثر منفی بر رشد داشته و باید در میزان مصرف دقت لازم صورت گیرد.

منابع

1-Azarpour E., AsghariJ., Bozorgi H.R. and Kamalpour G. 2013. Foliar Spraying of *Ascophyllum nodosum* Extract, Methanol and Iron Fertilizers on Fresh Flower Cover yield of Saffron plant (*Crocus sativus* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (17): 1854-1862.

2-Barmen D. and Pale P. 1993. A note of effects of micronutrients on growth and yield of tuberose. Horticulture Journal, 6 (1): 69-70.

3-Barman D. and De L. 1997. Efficacy of split application of nitrogen on growth and yield of tuberose. Journal of Hill Research, 10 (1): 67-68.

4-Bradford M. N. 1979. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. Annual Biochemistry, 72: 248-254.

5- Campbeel W.H. 1999. Nitrate reductase , structure, function and regulation. Annual Review Plant Physiol Plant Molecular Biology, 50: 277-303

6-De L.C. and Dhiman K.R. 2001. Effect of leaf manures, potassium and GA3 on growth, flowering and longevity of tuberose. Journal of Ornamental Horticulture, 4(1): 50-52.

7-Dole J. and Wilkins H., 1996. Floriculture (principle and species). Prentice Hall Press, USA.

8-Fageria N.K., Baligar V.C. and Wright R.J. 1990. Iron nutrition of plants: An overview on the chemistry and physiology of its deficiency and toxicity. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 25(4): 553-570

9-Jones, J.R., Wolf, J.B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling Preparation Analysis and Interpretation Guide. Micro Macro Publishing Inc. Athens, Georgia, USA.
10-Hokm Abadi H., Heideri nezhad A., Barfie R., Nazaran M., Abutalebi A. 2006. A new iron chelate introduction and effect of photosynthesis of pistachio. 27 th International Horticultural Congress, Seoul. Korea, August. 13-19.
11-Hosseini M., Sadeghian B., Aghamiri S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.): I International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology [in Persian with EnglishSummary].
12-Hyrayama T. and Alensn G. M. 2000. Ethylene captures a metal. Metal ions are involved in ethylene perception and signal transduction. Plant cell physiology, 41: 548-555
13-Kim S. H. and Kronstad G.W. and Ellis B.E. 1996. Purification and characterization phenyl alanine ammonia lyase from Ustilago maydis. Phyto Chemistry, 43: 351-357.
14-Kumar M. and Chattopadby T.K. 2001. Effect of zinc, copper and iron fertilization on tuberose. Journal of Interacademicia, (5): 180-185.
15-Layegh haghighi M., Hassanpour Asil M. and Abbaszadeh B. 2016. Effect of nano chelated iron on essential oil percentage and essential oil compounds of Rosa damascene Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32 (1): 138-147
16- Lidon F. 1997. Effect of copper toxicity on growth, uptake and translocation of metal in corn plant. Plant Science, 16: 1449-1464.
17-Meidner, H. 1984. Class experiments in plant physiology. British LibraryCataloguing in Publication Data, London:
18-Moraes-Cerdeira R.M., Burandt C.L., Bastos J.K., Nanayakkara D., Mikell J., Thurn J. and McChesney J.D.,1997. Evaluation of four Narcissus cultivars as potential sources for galanthamine production. Planta Medica, 63(5): 472-474.
19-Naderi M.R. and Danesh-Shahraki A. 2013. Nano fertilizers and their roles in sustainable agriculture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(19): 2229-2232.
20-Nair R., Varghese S.H., Nair B.G. Maekawa, T. Yoshida Y. and Sakthi Kumar D. 2010. Review: Nano particulate material delivery to plants. Plant Science, 179: 154-163.
21-Prasad T.N.V.K.V., Sudhakar P., Sreenivasulu Y.,Latha P., Munaswamy V., Raya Reddy K., Sreeprasad T.S., Sajanlal P.R. and Pradeep T. 2012. Effect ofnanoscaleszink oxide on the germination, growth and yield of peanut. Journal Plant Nutrition., 35(1): 905-927.
22-Pandey A.C., Sanjay S.S. and Yadav R.S. 2010. Application of ZnO nanoparticles in influencing thegrowth rate of cicerarietinum L. J Exp Nano. 5, 488-497.metabolism of growing Spinach. Biological Trace Element Research,110: 179-190.
23-Peyvandi M., Parande H.and Mirza M. 2011.Comparison of nano Fe chelate with Fe chelate effect on growth parameters and antioxidant enzyme activity of *Ocimum basilicum.* Biotechnology Journal, 4(2): 89-99 (In Farsi)
24-Raven J.A., Evants M. C.W and Corb R.E. 1999. The role of the trace metals in photosynthetic electron transport in o2 evolving organism. Photosynthesis Research, 60: 116- 149.
25-Renaue B., Nebauer S.G., Sanchez M. and Molina R.V. 2012. Effect of corm size and water stress on photosynthesis and biomass petitioning during the vegetative growth of saffron . Industrial Crops and Products, 39: 40-46.
26-Rivero R.C., Rodrigoez Z.R. and Romero C.E. 2003. Effect of storage condition on nutrient retention in several varieties of potatoes. Food Chemistry, 80: 445-450.
27-Roosta, H.R. and Mohsenian M. 2012. Effects of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum*L.) plants in aquaponic system. Scientia. Horticulturae, 146: 182-191.
28- Roosta H.R. and Pourebrahimi M. 2015. Effects of bicarbonate and different Fe sources on vegetative growth and physiological characteristics of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in hydroponic system. Journal of Plant Nutrition, 38(3): 397-416.
29-Roosta H.A., Rzakhani D., Raghami M.R., Esmaeilizadeh M. 2017. Comparison of the effect of nano Fe chelate with Fe-chelate on growthand physiological characteristics of two cultivars of pepper underalkaline conditions in soilless culture system Journal oF. Science & Technology Greenhouse Culture, 8 (1): 35-54
30-Shorrocks V.M. and Alloway B.J. 1988. Copper in plant, Animal and Human nutrition. International Copper Research Association, 99 P.
31-Somogy M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry, 195:19-29.
32-Temprini O., Rea R., Colla G. and Rouphael Y. 2009. Evalluation of saffron production in Italy: effect of age of saffron field and plant density. Journal of food**,** Agriculture and Environment**,** (1): 19-23.
33-Van Assche F. and clijsters H. 1990. Effects of enzymes activity in plants. Plant cell and Environment Journal, 13: 195-206.
34-Yang F., Hong F.S., You W. J., Liu C., Goa F.Q., Wu C., Yang P. 2006. Influence of nano anaase Tio2 on the nitrogen metabolism of growing Spinach. Biological Trace Element Research, 110: 179-190.
35-Zhu H., Han J., Xiao J.Q., Jin,Y. 2008. Uptake, tranclocation and accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumplcin plants. *Journal of* Environmental Monitoring, 10(11): 713-717.
36-Zhang F. and Zuo Y. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops Journal Plant

Soil, 339: 83-93.
37-Raven J.A., Evans M.C.W. and Korb R.E. 1999. The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O2-evolving organisms. Photosynthesis Research, 60: 111-149.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 257-272
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۷۲-۲۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of the Effects of Fe and Cu Nano Chelates on some Morphological and Physiological Characteristics of Narcissus (*Pseudonarcissus narcissus* Cv. Jonquil)

F. Kamiab[1]* - H. Mohamadi[2]

Received: 27-06-2018
Accepted: 23-06-2019

Introduction: Narcissus is one of the most important ornamental plants in the world. The deficiency of microelements is a major problem limiting the production of ornamental plants under high-pH soils in most regions of Iran. Cu and Mn are essential microelements for the growth and development of plants as they are involved in many physiological reactions. Fe is involved in the synthesis of chlorophyll and many enzymes, respiration, and nucleic acid metabolism. Cu is a cofactor for numerous enzymes and is also involved in ethylene biosynthesis and activity, respiration, photosynthesis, regulatory proteins, cell membrane metabolism, and hormone signals. The deficiency of microelements, especially Fe, influences productive and reproductive growth of ornamental plants. Thus, this experiment aimed to evaluate the uptake rate of Cu and Mn nano-chelates and their effects on some morphological and physiological Characteristics of 'jonquil' narcissus.

Materials and Methods: This study was carried out in the research garden of Agriculture Faculty of Rafsanjan University in 2015 in factorial experiment based on randomized complete block design with two factors of Fe at four levels of 0, 1, 2 and 3 (g/l) and Cu at three levels of 0, 1 and 2 (g/l) in three replications. The weight of the cultivated bulbs were about 8-10 g. They were planted in eight rows spaced 20 cm with on-row spacing of five cm at the depth of 15 cm in each plot in August. According to soil analysis, 40 tons of manure and 100 tons of urea per ha were applied. The nano fertilizer was purchased from Nano-research Biozar Company. Foliar application was done three times: 1- when the plants had three leaves, 2- before flowering and 3- after flowering at 45-day intervals. Different parameters were recorded including plant height, number of leaves, width and length of leaves , number of main bulb, main bulb weight and diameter, , bulblet diameter and weight, flowering stem height and diameter, number of florets, florets diameter, fresh and dry weight of florets, flower vase life, Cu and Fe concentration, protein, chlorophyll and total soluble solids. Foliar spraying was done three times at the intervals of 45 days.

Results and Discussion: The results showed that the concentration of Cu and Fe in the leaves were enhanced with increase in the rate of each nano-chelate, implying high uptake rate of these nano-chelate by leaves in this plant. The application of Fe (2g/l) and Cu (0.5 g/l) resulted in the highest vegetative growth such as plant height, number of leaves, leaf width and length, number of main bulb, main bulb weight and diameter , and bulblet diameter and weight. High pH in experimental soil caused low absorption of micro elements in this condition. This deficiency was compensated with foliar application of nano-chelates and as a result, the Fe and Cu involved processes were improved in them. On the other hand, enhanced Fe and Cu concentrations in leaves could cause more photosynthesis and higher level of assimilation in plants. Likewise, these elements influence some enzymatic activity such as peroxidase, catalase and **cytochrome oxidase**; consequently, more vegetative growth was observed. Reproductive growth such as flowering stem height and diameter, number of florets, floret diameter and fresh and dry weight and flower vase life were improved in this experiment. The control of abiotic stress is one of the most important roles of Cu and also it is cofactor of **superoxide dismutase** that has been known as a free radical scavenger in plants that could increase quantitative and qualitative traits of flower. This treatment resulted in the highest amount of protein, chlorophyll and total soluble solids in the leaves of narcissus. Fe is one of the essential elements for chlorophyll synthesis. It also has an important role in activating nitrate reducates enzyme that uses ammonium to synthesize proteins. Cu is involved in the synthesis of proteins and enzymes that have major roles in such processes as respiration, photosynthesis, phenol metabolism, lignifications

1 -Young Researchers and Elite club, Assistant Professor, Department of horticulture, Faculty of agriculture, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran
(*- Corresponding Author Email: f.kamiab56@gmail.com)
2 -Assistant Professor, Department of horticulture, Faculty of agriculture, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

and ouxin regulation in plants. Thus, the results of this experiment showed that these nano-chelates were absorbed considerably by leaves of narcissus and they are suitable for foliar application. It should be noted that higher concentration of this fertilizer in this experiment has toxic effects. It is suggested that 2g/l Fe plus 0.5 g/l Cu were used to improve vegetative and reproductive growth of ‘jonquil’ narcissus, especially in high-pH soils.

Keywords: Alkaline soil, Bulb, Bulblet, Micro element, Vase life