

## اثر پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر غلظت برخی از عناصر غذایی برگ دو پایه نارنج و سیتروملو

آرام رضایی<sup>۱</sup>، علیرضا گیتی<sup>۱</sup>، علی مومن‌پور<sup>۲\*</sup>، داود حبیبی<sup>۳</sup>، محبوبه مظهري<sup>۱</sup>، شاهین جهانگیرزاده<sup>۲</sup> و مریم گل‌باز<sup>۴</sup>

### چکیده

در این پژوهش، اثر پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر غلظت برخی از عناصر غذایی ماکرو دو پایه نارنج و سیتروملو به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان تنکابن، ارزیابی شد. فاکتورها شامل پاکلوبوترازول در سه سطح (۰، ۰/۲۵ و ۰/۷۵ گرم به ازای هر نهال)، دور آبیاری در سه سطح (۳ روز، ۶ روز و ۹ روز یک‌بار) و پایه در دو سطح (نارنج و سیتروملو) بود. نتایج نشان داد که غلظت عناصر غذایی تحت تاثیر پایه، دور آبیاری و پاکلوبوترازول قرار دارد. غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در پایه سیتروملو در تمام شرایط آزمایش به طور معنی‌داری بیشتر از پایه نارنج بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری از سه روز تا نه روز، در هر دو پایه سیتروملو و نارنج غلظت نیتروژن و کلسیم کاهش یافت. غلظت فسفر در پایه نارنج با افزایش فواصل آبیاری کاهش، ولی در پایه سیتروملو افزایش یافت. کاربرد پاکلوبوترازول به طور معنی‌داری در هر دو پایه بررسی شده باعث افزایش میزان جذب عناصر غذایی شد و غلظت ۰/۲۵ گرم در لیتر پاکلوبوترازول در جذب مواد غذایی از غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر آن کارا تر بود.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، پاکلوبوترازول، تنش خشکی، عناصر غذایی ماکرو.

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۰

۱- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استادیار گروه خاک‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

۲- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. \* نویسنده مسئول: [alimoenpour2005@gmail.com](mailto:alimoenpour2005@gmail.com)

۳- استادیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

۴- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

## مقدمه

مركبات از جمله میوه‌هایی هستند که برای رشد و تولید اقتصادی نیاز به آب کافی دارند. در اثر کمبود آب، درختان مرکبات دچار تنش خشکی می‌شوند که با کاهش رشد و تولید میوه همراه است. در شرایط تنش میزان آب قابل استفاده از خاک کم می‌شود و جذب عناصر غذایی به عنوان یکی از عوامل اصلی در رشد نمو گیاهان در افق‌های سطحی خاک کاهش می‌یابد (Garcia et al., 2007). این کاهش جذب عناصر غذایی در گیاهان تحت تنش باعث کاهش رشد رویشی، زایشی، کاهش اندازه و تعداد برگ، عملکرد و کیفیت میوه‌ها می‌شود (Faliveen et al., 2007; Cohen and Goell, 1988; Umar et al., 1993; Rodrigues et al., 2010; Montieth, 1986). هم‌چنین کاهش انتقال یون‌ها از خاک به ریشه‌ها، تغییر جذب یون‌ها به وسیله ریشه‌ها، تغییر تقاضای ریشه‌ها و اندام‌های هوایی برای مواد معدنی و کاهش انتقال از طریق گیاه از اثرات متقابل تنش خشکی و جذب عناصر غذایی هستند (Kafi and Damghani, 2007). به‌طور کلی، تنش آبی یا کمبود آب به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن سلول‌ها از حالت آماس خارج شده باشند (Alizadeh, 1999). دامنه تنش آبی از کاهش جزئی پتانسیل آب در اواسط روز تا پژمردگی دائم و خشکیدگی گیاه متغیر است. به عبارت ساده‌تر، تنش آبی زمانی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب باشد. با کاهش مقدار آب در خاک و عدم جایگزینی آب، پتانسیل آب در منطقه گستردگی ریشه کاهش یافته و پتانسیل آب گیاه نیز به طرز مشابهی تقلیل می‌یابد، به طوری که ادامه این روند سرانجام مرگ گیاه را به دنبال خواهد داشت (Baker, 1997). خشکی ممکن است با کاهش انتقال یون‌ها از خاک به ریشه‌ها، تغییر جذب یون‌ها به وسیله ریشه‌ها، تغییر تقاضای ریشه و اندام‌های هوایی برای یون‌ها، کاهش انتقال از طریق گیاه و کمبود یا تجمع یون‌هایی که ممکن است در متابولیسم اختلال ایجاد کرده یا پاسخ‌های سازش را القاء کند، بر وضعیت تغذیه معدنی گیاهان اثر داشته باشد (Kafi and Damghani, 2007).

پاکلوبوترازول یک تریازول است که در اواخر دهه ۱۹۸۰ توسط شرکت "آی. سی. آی" انگلیسی ساخته شد و مورد استفاده قرار گرفت. اثرات بیوشیمیایی کاربرد پاکلوبوترازول در واقع ناشی از کاهش جیبرلین داخلی در گیاه است (Lever,

Arzani, 1994; 1986). پاکلوبوترازول با ممانعت از اکسیداسیون کائورن و کائورنوتیک اسید در مسیر بیوسنتز اسید جیبرلیک اختلال ایجاد کرده و مانع تشکیل آن می‌شود (Lever, 1986). بارزترین مشخصه مورفولوژیکی کاربرد پاکلوبوترازول کاهش رشد رویشی و به دنبال آن تغییر در نحوه توزیع مواد حاصل از فتوسنتز و هدایت بیشتر این مواد به سوی نقاط زایشی می‌باشد که در نتیجه آن جوانه‌های گل بیشتر شده و متعاقب آن عملکرد میوه افزایش می‌یابد (Lever, 1986). اسید آمینه پرولین یک کاهش‌دهنده پتانسیل اسمزی است که تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد. پاکلوبوترازول هم باعث تجمع پرولین در گیاه می‌شود (Yazdani, 2004). بر اساس گزارش بلانکو (Blanco, 1986)، بهترین و موثرترین روش استفاده از پاکلوبوترازول در مورد هسته‌دار و به‌ویژه هلو، کاربرد به صورت محلول در آب و ریختن در خاک اطراف تنه درختان در اوایل فصل رشد است. شرینگ و ترسا (Sheering and Teresa, 1986)، گزارش کردند که کاربرد پاکلوبوترازول در پاییز و زمستان و یا اوایل فصل رشد همیشه کارا تر از بهار و تابستان است. گزارش شده است که درصد نیتروژن، فسفر و کلسیم در برگ‌های دو رقم زیتون بلیدی و میشن با استفاده از تیمار پاکلوبوترازول افزایش یافت. هم‌چنین پاکلوبوترازول توانست از کاهش پتاسیم برگ تحت تنش خشکی در این دو رقم جلوگیری کند (Yazdani, 2004).

مدیریت صحیح در انتخاب پایه‌ها برای درختان میوه یکی از روش‌هایی است که می‌تواند تا حدودی اثرات نامطلوب تنش خشکی را کاهش دهد. استفاده از پایه در باغ‌های مرکبات در تمامی مناطق مرکبات خیز دنیا رایج است. به طوری که بیش از ۲۰ نوع خصوصیت یک گیاه پیوندی، تحت تاثیر پایه قرار دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به میزان مقاومت به خشکی و جذب عناصر غذایی اشاره کرد (Davies and Albrigo, 1994). پایه‌های مختلف مرکبات و نوع پیوندک به کار برده شده روی وضعیت عناصر معدنی برگ تاثیرگذار هستند. پایه‌های پر رشد، ظرفیت جذب آب و مواد معدنی بالاتری دارند و برای این‌که چنین پایه‌هایی رشد مطلوب داشته باشند، بایستی مواد غذایی بیشتری را جذب کنند. هم‌چنین پایه‌ها ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری دارند و به دنبال آن مقدار زیادی از کاتیون‌ها و آنیون‌ها را در ریشه و اندام‌های هوایی خود ذخیره می‌کنند که در نتیجه آن مقدار رشد بیشتری صورت خواهد گرفت (Strivastav et

سیترنج، موتان سیترنج و کلئوپاترا ماندترین می‌شود، اما مقدار پتاسیم در پایه‌های سوینگل ستروملو، میلام، گریپ فروت و تانجلو<sup>۱۰</sup> حین تنش خشکی افزایش می‌یابد (Rodrigues et al., 2010). در مطالعه ای تغییرات میزان جذب عناصر غذایی در پرتقال رقم والنسیا روی سه پایه نارنج، ترویرسیترنج و کاریزو سیترنج بررسی شد. نتایج نشان داد که در پرتقال والنسیا پیوند شده روی پایه کاریزو سیترنج، غلظت منیزیم، منگنر، پتاسیم، نیتروژن و مس بالا بود، در حالی که در پرتقال والنسیا پیوند شده روی پایه‌های ترویرسیترنج و نارنج غلظت عناصری مثل فسفر، آهن، مس، روی و سدیم بالا بود (Toplu et al., 2008). در مطالعه دیگری مشخص شد که پرتقال پیوند شده روی پایه کلئوپاترا ماندترین مقدار نیتروژن بیشتری را نسبت به پایه رافلمون داشت. در بین پایه‌ها نیز رافلمون و رنگپور لایم کمترین مقدار نیتروژن را داشت. پایه کلئوپاترا ماندترین بیشترین منیزیم و رنگپور لایم و رافلمون کمترین مقدار منیزیم را داشت، درحالی که نارنگی کینو منیزیم بیشتری را نسبت به کورگ دارا بود (Iyenger et al., 1982). هدف از این پژوهش، بررسی اثر پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر غلظت برخی از عناصر غذایی ماکرو در برگ‌های دو پایه نارنج و سیتروملو بود.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان تنکابن اجرا شد. فاکتورها شامل پاکلوبوترازول در سه سطح (۰، ۰/۲۵ و ۰/۷۵ گرم به ازای هر نهال) و دور آبیاری در سه سطح (۳ روز، ۶ روز و ۹ روز یکبار) و پایه در دو سطح (نارنج و سیتروملو) بود. نهال‌های یک ساله نارنج و سیتروملو ابتدا در گلدان‌های پلاستیکی پنج لیتری حاوی مخلوط خاکی غالب منطقه (دارای بافت شنی لومی با ۷۱/۸۸٪ شن، ۱۳/۵۴٪ سیلت و ۱۴/۵۸ رس) کاشته شدند (جدول ۱). پس از استقرار و شروع رشد، از ۹۰/۳/۱ به مدت ۴۵ روز نهال‌ها تحت تیمار پاکلوبوترازول و بدون اعمال تنش قرار گرفتند. اعمال تیمار پاکلوبوترازول به صورت محلول در آب و ریختن در خاک اطراف تنه نهال‌ها انجام شد. پس از گذشت این زمان، از تاریخ ۹۰/۴/۱۵ ماه اعمال تنش خشکی آغاز

(al., 1994). گزارش‌های قبلی نشان داد که در باغ‌هایی که از نارنج به عنوان پایه استفاده شده بود (به عنوان پایه تقریباً کند رشد) نسبت به باغ‌هایی که روی پایه پر رشد همانند رافلمون<sup>۱</sup> و ولکامرینا<sup>۲</sup> پیوند شده بودند، مقدار نیتروژن بیشتری در آب‌های زیرزمینی یافت شد. ضریب بازیافت نیتروژن برای پایه کند رشد نارنج حدود ۶۱ درصد کمتر از این مقدار بود، ولی بازیافت نیتروژن در پایه پر رشد همانند ولکامرینا بالاتر از ۶۸ درصد بود (Toplu et al., Taylor and Dimesey, 1993, 2008). به طور کلی، پایه‌ها به طور معنی‌داری غلظت عناصر غذایی برگ را تغییر می‌دهند. پایه‌های پونسیروس و سیترنج منجر به القای تجمع نیتروژن، فسفر و پتاسیم در حد متوسط تا بالا در برگ پیوندک می‌شوند، ولی پایه رافلمون منجر به القای تجمع پتاسیم کمتری در برگ پیوندک می‌شود (Taylor and Dimesey, 1993). برخی از محققین، وضعیت عناصر غذایی در برگ نارنگی انشو که روی ده پایه مختلف پیوند شده بودند را بررسی و نتیجه گرفتند که غلظت عناصر بور و نیتروژن در برگ‌های نارنگی انشوی پیوند شده روی پایه سیترنج بالاترین مقدار را داشته است، ولی پایه نارنج کمترین مقدار بور و نیتروژن را القاء نموده است (Creste and Lima, 1995). در شرایط تنش خشکی میزان جذب عناصری مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مرکبات تحت تاثیر نوع پایه قرار دارد (Rodrigues et al., 2010). در شرایط تنش خشکی میزان جذب نیتروژن در پایه‌های رافلمون، راسک سیترنج<sup>۳</sup>، رنگ پورلایم<sup>۴</sup> و آلمو<sup>۵</sup> افزایش می‌یابد، اما مقدار جذب نیتروژن در پایه‌های نارنج، کلئوپاتراماندترین، گریپ فروت و نارنج سه برگ کاهش می‌یابد (Rodrigues et al., 2010). تنش خشکی سبب افزایش فسفر در پایه‌های نارنج سه برگ، پرتقال، رافلمون، سوینگل سیتروملو<sup>۶</sup> و سورینا<sup>۷</sup> و کاهش جذب فسفر در پایه‌های کلئوپاتراماندترین، نارنج، ترویر سیترنج، مورتان سیترنج<sup>۸</sup> و میلام<sup>۹</sup> می‌شود. تنش خشکی، هم‌چنین سبب کاهش جذب پتاسیم در پایه‌های رافلمون، ترویر سیترنج، رسک

<sup>1</sup> Rough lemon

<sup>2</sup> Volcamerina

<sup>3</sup> Rusk citrange

<sup>4</sup> Rangpur lime

<sup>5</sup> Aelmow

<sup>6</sup> Swingle citromelow

<sup>7</sup> Severinia

<sup>8</sup> Mortan citrange

<sup>9</sup> Milam

<sup>10</sup> Tangelo

رضایی و همکاران. اثر پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر غلظت برخی از عناصر غذایی...

پاکلوبوترازول ۰/۷۵ گرم در لیتر مشاهده گردید که میزان این عنصر با مقدار آن در برگ نهال‌های تیمار شده با ۰/۲۵ گرم در لیتر پاکلوبوترازول تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

بیشترین غلظت پتاسیم در برگ نهال‌های تیمار شده با پاکلوبوترازول ۰/۷۵ گرم در لیتر مشاهده گردید که میزان این عنصر با مقدار آن در برگ نهال‌های سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری بود (جدول ۳). به طور کلی نتایج حاصل از این بخش نشان داد که تیمار نهال‌های نارنج و سیتروملو با پاکلوبوترازول تحت شرایط تنش خشکی باعث افزایش جذب عناصر غذایی می‌گردد، به طوری که بهترین غلظت پاکلوبوترازول به منظور افزایش جذب عناصر غذایی ۰/۲۵ گرم در لیتر بود. بارزترین مشخصه مورفولوژیکی کاربرد پاکلوبوترازول، کاهش رشد رویشی و به دنبال آن تغییر در نحوه توزیع مواد حاصل از فتوسنتز و هدایت بیشتر این مواد به سوی نقاط زایشی می‌باشد که در نتیجه آن جوانه‌های گل بیشتر شده و متعاقب آن عملکرد میوه افزایش می‌یابد (Lever, 1986). اسید آمینه پرولین یک کاهش‌دهنده پتانسیل اسمزی است که تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد و پاکلوبوترازول باعث تجمع پرولین در گیاه می‌شود (Yazdani, 2004).

#### اثر دور آبیاری بر میزان غلظت عناصر غذایی

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر دور آبیاری بر میزان تمام عناصر غذایی اندازه‌گیری شده به جز میزان فسفر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. طبق نتایج به دست آمده، بیشترین غلظت نیتروژن و پتاسیم در نهال‌های نارنج و سیتروملو بعد از اعمال تیمار پاکلوبوترازول با دور آبیاری شش روز یک بار به دست آمد که به طور معنی‌داری غلظت آن‌ها از بقیه تیمارها بیشتر بود. بیشترین میزان جذب کلسیم در نهال‌های نارنج و سیتروملو بعد از اعمال تیمار پاکلوبوترازول با دور آبیاری نه روز یک بار به دست آمد که به طور معنی‌داری غلظت آن‌ها از بقیه تیمارها بیشتر بود. در واقع میزان جذب کلسیم با افزایش فواصل آبیاری، افزایش یافت. همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، بیشترین غلظت منیزیم در نهال‌های آبیاری شده با فواصل سه روز یک بار مشاهده شد که مقدار آن با نهال‌هایی که هر شش روز یک بار آبیاری شده بودند، اختلاف معنی‌داری نداشت. با افزایش فواصل آبیاری از سه روز یک بار تا نه روز یک بار، در میزان جذب فسفر تغییر

گردید و تیمار تنش خشکی به مدت دو ماه انجام شد و گیاهان در این مدت با دوره‌های مختلف آبیاری شامل ۶، ۳ و ۹ روز یک بار آبیاری شدند. حجم آب آبیاری گلدان‌ها و دفعات آبیاری بر اساس رطوبت وزنی خاک گلدان‌ها و داده‌های به دست آمده از تشتک تیخیر تعیین گردید.

پس از اتمام دوره آزمایش، برگ‌ها جدا شده و پس از شستشوی دقیق، در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و پس از خشک شدن، با آسیاب برقی پودر شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس، عصاره‌گیری با استفاده از ۲ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی‌لیتر انجام شد. غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر JENWAY مدل PFP7، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتری MAPADA مدل V-1100 در طول موج ۸۸۰ اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین، مقدار نیتروژن به روش هضم با استفاده از میکروکج‌لدال اندازه‌گیری شد (Ehiyayi, 1997). داده‌های به دست آمده در نهایت با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد (SAS, 2000).

#### نتایج و بحث

##### اثر پاکلوبوترازول بر غلظت عناصر غذایی

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر پاکلوبوترازول بر غلظت عناصر غذایی برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در تمام نهال‌هایی که به خاک آن‌ها پاکلوبوترازول داده نشده بود (نهال‌های شاهد)، به‌طور معنی‌دار کمتر از نهال‌های تیمار شده با پاکلوبوترازول بود و پاکلوبوترازول باعث افزایش جذب عناصر غذایی گردید (جدول ۳). همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، بیشترین غلظت نیتروژن در برگ نهال‌های تیمار شده با پاکلوبوترازول با غلظت ۰/۲۵ گرم در لیتر، دیده شد و با افزایش غلظت پاکلوبوترازول، میزان جذب نیتروژن به طور معنی‌داری کاهش یافت.

بیشترین میزان جذب فسفر و منیزیم در برگ نهال‌های تیمار شده با پاکلوبوترازول ۰/۲۵ گرم در لیتر مشاهده شد که میزان این عناصر با مقدار آن‌ها در برگ نهال‌های تیمار شده با غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر پاکلوبوترازول تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین غلظت کلسیم در برگ نهال‌های تیمار شده با

آبیاری شده، مشاهده گردید. هم‌چنین کمترین غلظت پتاسیم در برگ‌های پایه نارنج بدون اعمال پاکلوبوترازول نه روز یک بار آبیاری شده، مشاهده شد.

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، کمترین میزان غلظت کلسیم در هر دو پایه نارنج و سیتروملو در نهال‌هایی مشاهده شد که با پاکلوبوترازول تیمار نشده بودند و تحت دور آبیاری با فواصل ۹ و ۶ روز یک بار قرار گرفته بودند. در هر دو پایه با اعمال تیمار پاکلوبوترازول میزان جذب کلسیم افزایش یافت، به طوری که بیشترین میزان غلظت کلسیم در پایه‌های سیتروملو که با پاکلوبوترازول به غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر تیمار شده بودند و به صورت ۹ روز یک بار آبیاری شده بودند، مشاهده شد.

میزان جذب منیزیم تحت تاثیر پایه، غلظت پاکلوبوترازول و دور آبیاری قرار گرفت. کمترین میزان منیزیم در برگ نهال‌های نارنج بدون اعمال پاکلوبوترازول مشاهده شد. در این نهال‌ها با افزایش فواصل آبیاری، میزان جذب منیزیم کاهش یافت، ولی فواصل آبیاری از نظر این صفت با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. میزان جذب منیزیم در پایه نارنج و بدون اعمال تیمار پاکلوبوترازول در دوره آبیاری با فواصل ۳، ۶ و ۹ روز یک بار به ترتیب ۰/۱۷، ۰/۱۵ و ۰/۱۲ پی پی ام بود. میزان جذب منیزیم در پایه سیتروملو که با پاکلوبوترازول به غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۷۵ گرم در لیتر تیمار شده بودند در تمام دوره‌های آبیاری به طور معنی‌داری از غلظت آن در پایه‌هایی که تحت تیمار با پاکلوبوترازول قرار نگرفته بودند بیشتر بود. این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. گزارش شده است که درصد نیتروژن، فسفر و کلسیم در برگ‌های دو رقم زیتون بلیدی و میشن با استفاده از تیمار پاکلوبوترازول افزایش یافت. هم‌چنین پاکلوبوترازول توانست از کاهش پتاسیم برگ تحت تنش خشکی در این دو رقم جلوگیری کند ( Yazdani, 2004). تفاوت در میزان جذب عناصر مختلف توسط پایه‌های مختلف مرکبات در شرایط اعمال تنش خشکی توسط محققین مختلف گزارش شده است (Creste and Lima, 1995; Rodrigues et al., 2010; Iyenger et al., 1982; Toplu et al., 2008; Taylor and Dimesey, 1993).

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان جذب عناصر غذایی تحت تاثیر پایه، دور آبیاری و پاکلوبوترازول قرار می‌گیرد. پایه پر رشد سیتروملو در تمام

معنی‌داری مشاهده نشد و دور آبیاری بر میزان جذب آن اثر معنی‌داری نداشت.

#### اثر پایه بر میزان غلظت عناصر غذایی

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، غلظت نیتروژن، فسفر، کلسیم و منیزیم در پایه سیتروملو به طور معنی‌داری از غلظت این عناصر در پایه نارنج بیشتر بود که نشان‌دهنده تفاوت پایه‌ها در میزان جذب عناصر مذکور می‌باشد. پایه‌های مختلف روی وضعیت عناصر معدنی برگ تاثیرگذار هستند. گزارش‌های قبلی نشان داد که در باغ‌هایی که از نارنج به‌عنوان پایه استفاده شده بود (به‌عنوان پایه تقریباً کند رشد) نسبت به باغ‌هایی که روی پایه پر رشد همانند رافلمون و ولکامرینا پیوند گردیده بودند، مقدار نیتروژن بیشتری در آب‌های زیرزمینی وجود داشت. ضریب بازیافت نیتروژن برای پایه کند رشد نارنج حدود ۶۱ درصد کمتر از این مقدار بود، ولی بازیافت نیتروژن در پایه پر رشد همانند ولکامرینا بالاتر از ۶۸ درصد بود (Toplu et al., 2008; Taylor and Dimesey, 1993).

#### اثر متقابل پاکلوبوترازول، پایه و دور آبیاری بر میزان

#### غلظت عناصر غذایی

اثر متقابل پاکلوبوترازول، پایه و دور آبیاری بر میزان غلظت عناصر غذایی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن در برگ نهال‌های سیتروملو که با پاکلوبوترازول به غلظت ۰/۲۵ گرم در لیتر تیمار شده و به صورت نه روز یک بار آبیاری شده بودند، مشاهده گردید، هم‌چنین کمترین غلظت نیتروژن در برگ‌های پایه نارنج مشاهده گردید که تیمار پاکلوبوترازول روی آن‌ها اعمال نشده بود که نشان‌دهنده نقش پاکلوبوترازول در جذب عناصر غذایی می‌باشد. همان‌طور که جدول ۶ نشان می‌دهد، کمترین میزان غلظت فسفر نیز در پایه‌های نارنج بدون اعمال پاکلوبوترازول و به‌ترتیب تحت دور آبیاری با فواصل ۹، ۶ و ۳ روز یک بار مشاهده شد که نشان‌دهنده نقش پاکلوبوترازول در جذب عناصر غذایی و تاثیر افزایش فواصل دور آبیاری در کاهش جذب این عنصر می‌باشد. بیشترین میزان غلظت فسفر نیز در پایه سیتروملو که با پاکلوبوترازول به غلظت ۰/۳۸ گرم در لیتر تیمار شده و به صورت ۶ روز یک بار آبیاری شده بود، مشاهده گردید.

بیشترین میزان پتاسیم در برگ نهال‌های سیتروملو تیمار شده با پاکلوبوترازول به غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر و سه روز یک بار

رضایی و همکاران. اثر پاکلوبوترازول و دور آبیاری بر غلظت برخی از عناصر غذایی...

معنی‌داری در هر دو پایه بررسی شده باعث افزایش میزان جذب عناصر غذایی گردید که نشان‌دهنده نقش موثر آن در افزایش میزان جذب مواد غذایی می‌باشد. از نظر جذب مواد غذایی، غلظت ۰/۲۵ گرم در لیتر پاکلوبوترازول بهتر از غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر بود.

شرایط آزمایش قابلیت جذب عناصر غذایی بیشتری از پایه کم رشد نارنج داشت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری و اعمال تنش خشکی میزان نیتروژن، کلسیم و منیزیم در هر دو پایه سیتروملو و نارنج کاهش یافت و میزان فسفر در پایه نارنج با افزایش فواصل آبیاری کاهش، ولی در پایه سیتروملو افزایش یافت. کاربرد پاکلوبوترازول به طور

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی مورد استفاده در گلدان‌ها

Table 1. Physical and chemical features of pot soil mixture

Title	symbol	measure	value	title	symbol	measure	value
depth	depth	cm	0-30	silt	Silt	percent	13.54
Weight moisture	Q. m	percent	4.17	clay	Clay	percent	14.58
Saturation moisture	S.P	percent	42.61	texture	Text	-	Sand lomy
salt	EC	ds/m	1.2	calcium	Ca	ppm	9.58
pH soil	pH of paste	-	7.58	Mg	Mg	ppm	176
nitrogen	N	percent	0.048	carbonate calcium	T.N.V	percent	5
Organic matter	O.M	percent	2	copper	Cu	ppm	1.55
Organic carbon	O.C	percent	1.16	zinc	Zn	ppm	5.77
Phosphorus absorbable	pavr.	ppm	98.41	iron	Fe	ppm	18.12
sand	sand	percent	71.88	potasium absorbable	Kavr.	ppm	3000

جدول ۲- تجزیه واریانس میزان جذب عناصر غذایی در برگ نهال‌های نارنج و سیتروملو

Table 2. Analysis of variance for nutrition elements concentration in leaves of citrange and citromelo

Dependent varibale	D.F.	Mean Square				
		N (%)	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Irrigation duration (A)	2	0.20 **	0.21 **	0.003 <sup>ns</sup>	0.14**	0.004*
Paclobutrazol (B)	2	10.61 **	1.39 **	0.07 **	3.13**	0.042**
Rootstock (C)	1	9.16 **	0.021 <sup>ns</sup>	0.026 **	0.90 **	0.166**
replication	1	0.02 <sup>ns</sup>	0.065 *	0.018 **	0.018 <sup>ns</sup>	0.012**
AB	4	0.16 **	0.15 **	0.002 <sup>ns</sup>	0.24**	0.0007 <sup>ns</sup>
AC	2	0.11 **	0.042 *	0.001 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.01 *
BC	2	0.04 *	1.47**	0.016 **	0.39**	0.004*
ABC	6	0.03 *	0.57**	0.011 **	0.06**	0.02**
error	35	0.011	0.014	0.002	0.014	0.001
Coefficient variation (%)	-	4.02	5.37	15.29	5.92	13.92

ns, \* and \*\*: non-significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۳- اثر پاکلوبوترازول بر میزان جذب عناصر غذایی در برگ نهال‌های نارنج و سیتروملو بعد از اعمال تنش خشکی

**Table 3. Effect of paclobutrazol on nutrition elements concentration in leaves of citrange and citromelo after drought stress**

rank	treatment	N (%)	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1	Paclobutrazol (0 mg/ l)	1.80 <sup>c</sup>	2.008 <sup>c</sup>	0.22 <sup>b</sup>	1.49 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>
2	Paclobutrazol (0.25 mg/ l)	3.36 <sup>a</sup>	2.25 <sup>b</sup>	0/34 <sup>a</sup>	2.19 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
3	Paclobutrazol (0.75 mg/ l)	2.95 <sup>b</sup>	2.56 <sup>a</sup>	0/33 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>

Means followed by the same letter (s) in each column are not significantly different at 5% of probability level.

جدول ۴- اثر دور آبیاری بر میزان جذب عناصر غذایی در برگ نهال‌های نارنج و سیتروملو بعد از اعمال تیمار پاکلوبوترازول

**Table 4. Effect of rootstock irrigation duration on nutrition elements concentration in leaves of citrange and citromelo after paclobutrazol application**

rank	treatment	N (%)	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1	Irrigation duration (3 days)	2.55 <sup>b</sup>	2.25 <sup>b</sup>	0.27 <sup>a</sup>	1.90 <sup>b</sup>	0.27 <sup>a</sup>
2	Irrigation duration (6 days)	2.75 <sup>a</sup>	2.39 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	1.96 <sup>b</sup>	0.26 <sup>ab</sup>
3	Irrigation duration (9 days)	2.71 <sup>a</sup>	2.17 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a</sup>	2.07 <sup>a</sup>	0.24 <sup>b</sup>

Means followed by the same letter(s) in each column are not significantly different at 5% of probability level.

جدول ۵- اثر پایه بر میزان جذب عناصر غذایی در برگ نهال‌های نارنج و سیتروملو بعد از اعمال تیمارهای تنش خشکی و پاکلوبوترازول

**Table 5. Effect of rootstock on nutrition elements concentration in leaves of citrange and citromelo after drought stress and paclobutrazol application**

rank	treatment	N (%)	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1	rootstock (citrang)	2.66 <sup>b</sup>	2.25 <sup>a</sup>	0.27 <sup>b</sup>	1.85 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>
2	rootstock (citromelo)	3.09 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	2.10 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>

Means followed by the same letter (s) in each column are not significantly different at 5% of probability level.

جدول ۶- اثر متقابل پاکلوبوترازول، پایه و دور آبیاری بر میزان غلظت عناصر غذایی در برگ‌های نهال‌های نارنج و سیتروملو

**Table 6. Interaction effects of paclobutrazol, rootstock and irrigation duration on nutrition elements concentration in leaves of citrange and citromelo**

rank	Irrigation duration	paclobutrazol	rootstock	N (%)	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1	Irrigation duration (3 days)	paclobutrazol (0 mgr/l)	citrang	1.4 <sup>k</sup>	2.10 <sup>fg</sup>	0.18 <sup>e</sup>	1.57 <sup>ef</sup>	0.17 <sup>fgh</sup>
2	Irrigation duration (3 days)	paclobutrazol (0 mgr/l)	citromelo	2.4 <sup>ih</sup>	2.05 <sup>g</sup>	0.21 <sup>ed</sup>	1.71 <sup>de</sup>	0.29 <sup>bcd</sup>
3	Irrigation duration (3 days)	paclobutrazol (0.25 mgr/l)	citrang	2.5 <sup>h</sup>	2.28 <sup>ef</sup>	0.30 <sup>abc</sup>	1.94 <sup>c</sup>	0.24 <sup>de</sup>
4	Irrigation duration (3 days)	paclobutrazol (0.25 mgr/l)	citromelo	3.5 <sup>c</sup>	1.76 <sup>ih</sup>	0.34 <sup>abc</sup>	2.00 <sup>c</sup>	0.37 <sup>a</sup>
5	Irrigation duration (3 days)	paclobutrazol (0.75 mgr/l)	citrang	2.3 <sup>i</sup>	2.35 <sup>e</sup>	0.28 <sup>bcd</sup>	1.90 <sup>cd</sup>	0.23 <sup>def</sup>
6	Irrigation duration (3 days)	paclobutrazol (0.75 mgr/l)	citromelo	3.25 <sup>ed</sup>	3.00 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	2.30 <sup>b</sup>	0.33 <sup>ab</sup>
7	Irrigation duration (6 days)	paclobutrazol (0 mgr/l)	citrang	1.38 <sup>k</sup>	2.30 <sup>ef</sup>	0.17 <sup>e</sup>	1.46 <sup>fg</sup>	0.15 <sup>gh</sup>
8	Irrigation duration (6 days)	paclobutrazol (0 mgr/l)	citromelo	2.26 <sup>ij</sup>	2.69 <sup>bc</sup>	0.27 <sup>cd</sup>	1.54 <sup>efg</sup>	0.26 <sup>cde</sup>
9	Irrigation duration (6 days)	paclobutrazol (0.25 mgr/l)	citrang	3.1 <sup>e</sup>	2.50 <sup>cde</sup>	0.34 <sup>abc</sup>	2.00 <sup>c</sup>	0.25 <sup>de</sup>
10	Irrigation duration (6 days)	paclobutrazol (0.25 mgr/l)	citromelo	3.70 <sup>b</sup>	1.84 <sup>h</sup>	0.35 <sup>abc</sup>	2.31 <sup>b</sup>	0.34 <sup>ab</sup>
11	Irrigation duration (6 days)	paclobutrazol (0.75 mgr/l)	citrang	2.80 <sup>gf</sup>	2.45 <sup>ed</sup>	0.32 <sup>abc</sup>	1.95 <sup>c</sup>	0.24 <sup>de</sup>
12	Irrigation duration (6 days)	paclobutrazol (0.75 mgr/l)	citromelo	3.30 <sup>d</sup>	2.57 <sup>cd</sup>	0.38 <sup>a</sup>	2.51 <sup>b</sup>	0.32 <sup>abc</sup>
13	Irrigation duration (9 days)	paclobutrazol (0 mgr/l)	citrang	1.31 <sup>k</sup>	1.51 <sup>j</sup>	0.15 <sup>e</sup>	1.36 <sup>fg</sup>	0.12 <sup>h</sup>
14	Irrigation duration (9 days)	paclobutrazol (0 mgr/l)	citromelo	2.10 <sup>j</sup>	2.76 <sup>b</sup>	0.35 <sup>abc</sup>	1.35 <sup>g</sup>	0.23 <sup>def</sup>
15	Irrigation duration (9 days)	paclobutrazol (0.25 mgr/l)	citrang	2.90 <sup>f</sup>	2.10 <sup>fg</sup>	0.36 <sup>abc</sup>	2.47 <sup>b</sup>	0.22 <sup>ef</sup>
16	Irrigation duration (9 days)	paclobutrazol (0.25 mgr/l)	citromelo	3.90 <sup>a</sup>	1.57 <sup>ij</sup>	0.29 <sup>bcd</sup>	2.24 <sup>b</sup>	0.36 <sup>a</sup>
17	Irrigation duration (9 days)	paclobutrazol (0.75 mgr/l)	citrang	2.70 <sup>g</sup>	2.70 <sup>bc</sup>	0.35 <sup>abc</sup>	2.00 <sup>c</sup>	0.20 <sup>efg</sup>
18	Irrigation duration (9 days)	paclobutrazol (0.75 mgr/l)	citromelo	3.40 <sup>cd</sup>	2.31 <sup>ef</sup>	0.30 <sup>abc</sup>	2.84 <sup>a</sup>	0.32 <sup>abc</sup>

Means followed by the same letter(s) in each column are not significantly different at 5% of probability level.

## References

- Alizadeh A (1999) Water, soil and plant relationship. Ghods Razavi Publication. Mashhad, Iran, 353 pp. [In Persian with English Abstract].
- Arzani K (1994) Horticultural and physiological aspects of vigor control in apricot (*Prunus armeniaca*) under orchard and controlled environmental conditions. Ph.D. Thesis, Department of Plant Science, Massey University, New Zealand.
- Baker RJ (1994) Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legume. *Euphytica* 73: 67-72.
- Blanco A (1986) Effects of paclobutrazol on shoot growth and fruit thinning of peach trees. *Acta Horticulturae*, 179: 573-574.
- Cohen G, Goell A (1988) Fruit growth and dry matter accumulation in grape fruit during periods of water with holding and after irrigation. *Journal of Plant Physiology* 15(5): 633-639.
- Creste JEL, Lima IA (1995) Effect of different rootstock on mineral composition of leaves on fruiting shoots of *Satsuma tangerine* tree, *Cientifica-Saboticbal* 23: 4-16.
- Davies FSL, Albrigo LG (1994) Citrus. CAB International. 345 pp
- Ehiyayi A (1997) Methods of soil chemical analysis. Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. [In Persian with English Abstract].



- Faliveen S, Giddings J, Kardy S, Sanderson G (2007) Managing citrus orchard with less water. [www.dpi.nsw.gov.au/primefacts](http://www.dpi.nsw.gov.au/primefacts)
- Garcia F, Syvertsen JP, Perez JG (2007) Response to flooding and drought stress by two citrus rootstocks seedlings with, different water use efficiency. *Physiology Plantarum* 130: 532-542.
- Iyenger BRV, Iyer CPAL, Sullaamath V (1982) Influence of rootstocks on the leaf nutrient composition of two scion cultivars of Mandarin. *Sciatica Horticulturae* 16: 163-169.
- Kafi M, Mahdavi Damghani A (2007) Mechanism of plant resistance to environmental stress. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 467 pp. [In Persian with English Abstract].
- Lever BG (1986) Cultar-A technical overview. *Acta Horticulturae* 179: 459-467.
- Montieth JL (1986) Significance of the coupling between saturation vapor pressure deficit rainfalls in Monsoon climates. *Experimental Agriculture* 22: 329-338.
- Rodrigues JG, Edvardo PMJ, Forner B, Angeles F (2010) Citrus rootstock response to water stress. *Sciatica Horticulture* 126: 95-102.
- SAS Institute (2000) SAS/STAT User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sheering SJ, Teresa J (1986) Fruit tree growth control with cultar: which method of application? *Acta Horticulturae* 179: 505-511.
- Strivastav AK, Kohli R, Ram R (1994) Cation exchange capacity of root as marker for vigor of citrus rootstock. *Indian Agricultural Sciences* 17: 324-326.
- Taylor BK, Dimesey RT (1993) Rootstock and scion effect on the leaf nutrient composition of citrus tree. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 25: 363-370.
- Toplu C, Kaplan M, Demirkeser H, Ercan Y (2008) The effect of citrus rootstock on Valencia late and Rohde Red Valencia oranges for some plant nutrient elements. *African Journal of Biotechnology* 7 (24): 4441-4445.
- Umar SN, Rao R, Sekhon GS (1993) Differential effect of moisture stress and potassium levels on growth and k uptake in sorghum, *Indian Journal of Plant Physiology* 36: 94-97.
- Yazdani N (2004) Effect of moderate drought stress by paclobutrazol on Blade and Mishen olive varieties. Msc. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. [In Persian with English Abstract].