Archive of SID

اثر پایه، پیوندک و سطوح کود آهن (سکوسترین) بر کلروز آهن پرتقال

محمدسعید تدین، علیرضا طلایی، محمدجعفر ملکوتی و مسعود فیاضی[1*]

چکیده

کمبود آهن که عمدتاً به صورت کلروز در برگهای جوان بروز می‌نماید به عنوان یکی از نارساییهای مهم تغذیه‌ای در درختان مرکبات، بویژه در شرایط خاکهای آهکی مطرح است و به شدت عملکرد و کیفیت محصول آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گزینش پایه های مقاوم به کلروز آهن یکی از راهکارهای مهم برای جلوگیری از این مسئله تغذیه‌ای به شمار می‌رود. در آزمایشی که به همین منظور در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان جهرم انجام پذیرفت. اثرات پایه‌های مقاوم به کلروز آهن یعنی ماکروفیلا (*Citrus macrophylla* Wester)، ولکامریانا (*Citrus volkameriana*) و نارنج (Citrus aurantium) در مقایسه با پایه معمول در منطقه یعنی لیموترش (*Citrus aurantifolia Swing*) و نیز اثر متقابل آنها در ترکیب با ارقام پیوندی پرتقال والنسیا[2]، واشنگتن ناول[3]، پرتقال محلی جهرم و پرتقال توسرخ[4] مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش همچنین اثر سه سطح کود سکوسترن 138 آهن شامل: 0 (شاهد)، 5 و 10 گرم در هر نهال بر روی پایه‌ها مطالعه شد. پایه‌های نارنج و ماکروفیلا دارای بیشترین تأثیر بر افزایش شاخص کلروفیل برگ ارقام پیوندی بودند. همچنین پایه ماکروفیلا بالاترین میزان جذب آهن را نشان داد. اثر متقابل پایه و کود آهن نشان داد که مصرف کود آهن بر شاخص کلروفیل برگ پایه ماکروفیلا اثر معنی‌داری نداشت، ولی پایه نارنج و ماکروفیلا قابلیت بالایی در افزایش شاخص کلروفیل برگ ارقام پیوندی بدون استفاده از کود آهن داشتند. پایه نارنج دارای پایین‌ترین میزان جذب آهن در بین پایه‌های آزمایشی بود، اما به طور معنی‌داری شاخص کلروفیل را در ارقام پیوندی افزایش داد. عکس این وضعیت در مورد پایه لیموترش مشاهده شد، چنانکه علیرغم بالا بودن میزان جذب آهن توسط آن در مقایسه با سایر پایه‌ها، ارقام پیوندی بر روی آن دارای شاخص کلروفیل پایینی بودند. این مورد نه تنها نشان دهنده تأثیر مشخص پایه بر کلروز آهن در برگ ارقام پیوندی بوده، بلکه نشان داد که کارآیی نوع پایه تنها به توانایی آن در جذب آهن مربوط نبوده و اثر متقابل پایه و پیوندک نیز بر افزایش شاخص کلروفیل برگ مؤثر است. پایه ماکروفیلا به طور معنی‌داری جذب آهن، روی، منگنز و مس را در مقایسه با سایر پایه‌ها افزایش داد و بالاترین میزان جذب فسفر و پتاسیم و در حد متناسب ازت را در بین پایه‌های مورد آزمایش داشت، این ویژگیها پایه مذکور را به عنوان پایه‌ای مناسب در منطقه مطرح می‌نماید. این آزمایش همچنین اختلاف معنی‌دار بین ارقام پیوندی را از نظر مقاومت به کلروز آهن نشان داد. چنانکه پرتقال ناول و تا حدودی محلی بدون تأثیرپذیری از نوع پایه بکار رفته، دارای شاخص کلروفیل بالاتری بودند. در مقابل ارقام پیوندی پرتقال توسرخ و والنسیا دارای شاخص کلروفیل پایین‌تری نسبت به سایر ارقام بوده و بیشتر تحت تأثیر نوع پایه به کار رفته در آزمایش بودند. به عنوان مثال پایه ماکروفیلا در مقایسه با پایه لیموترش میزان شاخص کلروفیل برگ رقم حساس پرتقال توسرخ را به میزان 21 درصد افزایش داد.

واژه های کلیدی: آهن، کلروز آهن، پرتقال

1- به ترتیب پژوهنده مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، استاد دانشگاه تهران، استاد دانشگاه تربیت مدرس و پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.

*- وصول: 82/4/29 و تصویب: 83/5/22

2 - Valencia

3 - Washington navel

4 - Moro

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

Nijjar (1990) گزارش داد که کمبود آهن در درختان میوه باعث کاهش سنتز کلروفیل، سطح برگ، وزن تر و خشک برگها، رشد ریشه، رشد شاخه‌های جدید و گل آغازی شده و در نتیجه باعث کاهش و به تعویق افتادن گلدهی و بلوغ میوه، پایین آمدن عملکرد، اندازه و کیفیت میوه از جمله آب، درصد قند و شدت رنگ آنها می‌شود. Moreno و همکاران (1996) نشان دادند که در سالهای اخیر تلاش جهت دستیابی به ترکیبات جدیدی از مرکبات مقاوم به کلروز آهن، یکی از زمینه های مهم تحقیقاتی برای مقابله با مسئله کلروز آهن بوده است. نوع پایه و یا پیوندک در ابتلاء درخت مرکبات به کلروز آهن، نقش مهمی را ایفا می‌کنند. به عنوان مثال لیمو نسبت به پرتقال و گریپ فروت (به ویژه هنگامی که دمای خاک پایین باشد) حساستر به مسئله کلروز آهن است، و یا پرتقال روی پایه نارنج حساستر از پایه راف لمون است. خویی (1371) مطرح نمود که بسیاری از گونه‌ها و جنس‌های مرکبات اختلافات زیادی در قابلیت استخراج آهن کافی از خاک نشان می‌دهند، به عنوان مثال پایه پونسیروس نسبت به پایه‌های نارنج و ترویر قابلیت جذب آهن کمتری از خاک دارد. Carpena-Artes و همکاران (1995) نشان دادند که گرچه به عنوان مثال پایه ماکروفیلا آهن بیشتری را نسبت به پایه نارنج جذب می‌کند، اما به طور معمول پایه‌ها در مرکبات تأثیر کمتری بر جذب آهن نسبت به رقم پیوندک داشته‌اند، چنانکه از میان دو رقم لمون (پریموفیر[1] و ورنا[2]) پیوند شده بر روی پایه ماکروفیلا، غلظت آهن در رقم پریموفیر بیشتر بود. از بین ارقام پرتقال پیوندی بر روی پایه‌های یکسان از نظر مقاومت به کلروز آهن، رقم واشنگتن ناول مقاومترین آنها نسبت به کلروز آهن می‌باشد، از طرف دیگر مشاهده گردید که بر روی پایه‌های یکسان، ارقام پرتقال علائم قابل مشاهده کمتری از کلروز آهن نسبت به لمونها از خود نشان دادند، با وجود آن که غلظت آهن برگها یکسان و حتی در ارقام پرتقال کمتری از لمونها بوده است. در تحقیقات Grusak و Pezeshgi (1969) بر روی گیاه نخود، به نقش سیگنالهای انتقالی از شاخه‌ها به ریشه در تنظیم فعالیت رداکتاز آهن سه ظرفیتی اشاره شده است. این سیگنالها احتمالاً اطلاعاتی را در مورد چگونگی وضعیت آهن شاخه‌ها به ریشه‌ها منتقل می‌نمایند. Li و همکاران (2000) نشان دادند که این ارتباط در بردارندهٔ سیگنالهای هورمونی و یا آهن بازگشتی[3] می‌باشد.

Jolley و همکاران (1996) با اشاره به گستردگی کلروز ناشی از کمبود آهن در خاکهای آهکی و کاهش مشخص عملکرد ناشی از آن، استفاده از کودهای شیمیائی را اقتصادی ندانسته و راه حل منطقی‌تر را معرفی ژنوتیپهای مقاومتر در برابر کلروز ناشی از کمبود آهن دانستند. Moreno و همکاران (1996) در مورد مرکبات نشان دادند که پایه ماکروفیلا مقاومترین پایه در مقابل کلروز آهن برای لمونها می‌باشد. این در صورتی است که برای ارقام پرتقال براساس شاخصهای مشاهده‌ای کلروز آهن، پایه ولکامریانا در مقابل کمبود آهن ارجحیت داشته و مقاومتر از پایه کلئوپاتراماندرین[4] می باشد. Schikora و Schmidt (2001) این فرضیه را که تنظیم رداکتاز کلات آهن سه ظرفیتی ریشه توسط سیگنالهای مولکولی شاخه‌ها[5] که وضعیت آهن شاخه‌ها را به ریشه منتقل می‌کنند، صورت می‌پذیرد مورد تأیید قرار دادند. این محققین تشکیل ریشه‌های مویین و سلولهای انتقالی را وابسته به غلظت آهن موضعی[6] در محیط ریشه دانستند. همچنین تغییرات مورفولوژیک ایجاد شده از جمله تشکیل سلولهای انتقالی و ریشه‌های مویین را تحت شرایط استرس شدید آهن در گیاهان و پس از فعال شدن عکس‌العملهای فیزیولوژیک از جمله افزایش فعالیت آنزیم رداکتاز آهن سه ظرفیتی در ریشه‌ها می‌دانند. Diem و همکاران (2000) مشاهده نمودند که تعداد و سرعت تشکیل ریشه‌های خوشه‌ای در خانواده Casuarinaceae ارتباط مستقیم با شدت کلروز ناشی از کمبود آهن در شاخه‌ها دارد که با توجه به حد بحرانی غلظت کلروفیل در برگ بیان می‌گردد. Fallahi و Rodney (1992) دو پایه ماکروفیلا و ولکامریانا را به عنوان پایه‌های مناسب از نظر میزان جذب آهن، روی و منگنز برای رقم نارنگی فیرچایلد[7] معرفی نمودند. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر پایه‌های مقاوم به کلروز آهن و نیز اثر متقابل آنها با ارقام پیوندی پرتقال بر جذب و کلروز آهن بود. در این آزمایش تأثیر مصرف سطوح مختلف کود سکوسترین آهن بر پایه‌های مقاوم به کلروز آهن بررسی شد. همچنین اثر این پایه‌ها بر جذب سایر عناصر نیز مورد مطالعه قرار گرفت.

[1] Premofere
[2] Verona
[3] Recirculated Fe

[4] Cleopatra manarin
[5] Shoot – borne signal molecule
[6] Local concentration of iron
[7] Fairchild

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روشها

این آزمایش در زمینی به مساحت2/5 هکتار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان جهرم انجام شد. 600 اصله نهال پایه بذری یکساله از خزانه ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا در شمال تهیه گردید. این پایه‌ها که شامل نارنج (Citrus aurantium)، لیموی آب (Citrus aurantifolia Swing)، ماکروفیلا (Citrus macrophylla Wester) و ولکلامریانا (Citrus volkameriana) بوده در تاریخ اسفند ماه 1379 به زمین منتقل و به فواصل 2 متر در 2 متر کشت شدند. آبیاری این نهالها توسط شبکه آبیاری قطره‌ای انجام گرفت. مشخصات فیزیکوشیمیائی خاک محل انجام آزمایش و آب آبیاری به ترتیب در جداول 1 و 2 آورده شده است. در اواخر فروردین ماه 1380 پیوندکهای تهیه شده از چهار رقم پرتقال یعنی والنسیا، واشنگتن ناول، پرتقال محلی جهرم و پرتقال توسرخ بر روی نهالهای پایه پیوند شدند. پس از اطمینان از جوش خوردن محل پیوند، سربرداری نهالهای پایه از چند سانتیمتری بالای محل پیوند انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با 5 تکرار و در هر کرت 2 درخت انجام شد. سطوح فاکتورهای آزمایشی در جدول 3 آورده شده است. در خرداد ماه سال 1381 و 1382 یک ماه پس از اعمال سطوح فاکتور کود سکوسترن 138 آهن، میزان کلروفیل برگهای کاملاً توسعه یافته بر روی شاخه‌های سال جاری از چهارمین برگ انتهایی به طرف پایین به تعداد 5 عدد بوسیله دستگاه کروفیل متر[1] SPAD اندازه‌گیری شد. پس از این مرحله برگهای یاد شده جدا و جهت اندازه‌گیری وزن تر و سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ به آزمایشگاه منتقل و وزن خشک و میزان عناصر غذایی کم مصرف نمونه‌های برگ از طریق هضم به روش سوزاندن خشک و عصاره‌گیری با اسیدکلریدریک 2 نرمال توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). همچنین اندازه‌گیری ازت کل به روش تیتراسیون بعد از تقطیر و استفاده از سیستم اتوماتیک کجل تک اتوآنالیزر، فسفر به روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات)، پتاسیم به روش نشر شعله‌ای، کلسیم و منیزیم بوسیله دستگاه جذب اتمی و بر به آزومتین H در نمونه‌های برگی انجام گرفت. پارامترهای مورد بررسی در این آزمایش با توجه به تعداد برگ موجود در هر نمونه شامل وزن تر متوسط، وزن خشک متوسط و سطح متوسط برگها بود. داده‌های بدست آمده از این آزمایش توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که پایه‌های ماکروفیلا و نارنج دارای بیشترین تأثیر (معنی‌دار در سطح 1 درصد) بر افزایش شاخص کلروفیل برگ بویژه در تیمار شاهد (بدون کود آهن) ارقام پیوندی بودند (جدول 4) .همچنین پایه ماکروفیلا از بالاترین میزان جذب آهن برخوردار بود. بررسی اثر متقابل پایه و مصرف آهن نشان داد که مصرف کود آهن بر پایه ماکروفیلا اثر معنی‌داری (در سطح 1 درصد) بر شاخص کلروفیل برگ نداشت (شکل 1)، بنابراین پایه ماکروفیلا دارای قابلیت بالایی در افزایش شاخص کلروفیل برگ ارقام پیوندی بدون استفاده از کود آهن بود. پس از پایه ماکروفیلا، کمترین اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف مصرف کود آهن مربوط به پایه نارنج بود. اگر چه پایه نارنج دارای پایین‌ترین میزان جذب آهن در بین پایه‌های آزمایشی بود، اما به طور معنی‌داری شاخص کلروفیل را در برگ ارقام پیوندی افزایش داد (جدول 4، شکل 1). این نتایج با یافته‌های Carpena- Artes و همکاران (1995) مطابقت دارد، آنها نیز نشان دادند که اگر چه پایه ماکروفیلا آهن بیشتری را نسبت به پایه نارنج جذب می‌کند اما اختلاف زیادی از نظر تأثیر آنها بر میزان کلروفیل برگ وجود ندارد. برخلاف پایه نارنج پایه لیموترش جذب بالایی از آهن داشت ولی ارقام پیوندی بر روی آن دارای شاخص کلروفیل پایینی بودند (جدول 4). این مورد نه تنها نشان دهندهٔ تأثیر مشخص پایه بر کلروز آهن در برگ ارقام پیوندی بود، بلکه نشان داد که کارآیی نوع پایه تنها به توانایی آن در جذب آهن مربوط نبوده و اثرات متقابل پایه و پیوندک در استفاده از آهن جذب شده مهم می‌باشد. پایه ماکروفیلا به طور معنی‌داری میزان جذب آهن، روی، منگنز و مس را در مقایسه با سایر پایه‌ها افزایش داد و بالاترین میزان جذب فسفر و پتاسیم و در حد متناسب ازت را به خود اختصاص داد (جدول 4)، از طرف دیگر پایه ماکروفیلا دارای پایین‌ترین میزان جذب بر از خاک بوده که با توجه به مسئله ساز بودن زیادی بر در آبهای آبیاری منطقه بویژه آب رودخانه قره آغاج (منطقه خفر) و چاههای دشت جهرم این ویژگی از اهمیت زیادی برخوردار است. پایه ماکروفیلا همچنین در مقایسه با سایر پایه‌های آزمایشی تأثیر معنی‌دار و مشخص بر افزایش وزن‌تر، خشک و سطح متوسط برگهای ارقام پیوندی داشت (جدول4). پایه ماکروفیلا به دلیل دارا بودن ویژگیهای ذکر شده بویژه با توجه به خصوصیات آب و خاک آهکی (جدول 1و 2) در این

[1] Portable chlorophyll meter SPAD 502 (Minolta Corp., Ramsey, NJ)

www.SID.ir

Archive of SID

ناحیه می‌تواند به عنوان پایه‌ای مناسب برای ارقام پیوندی در منطقه مطرح گردد.

جدول 1- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیائی نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش.

قابلیت هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	pH	درصد مواد خنثی شونده TNV(٪)	کربن آلی O.C. (٪)	فسفر P $mgkg^{-1}$	پتاسیم K $mgkg^{-1}$	شن Sand (٪)	لای Silt (٪)
3.86	8.3	39	0.19	1.2	536	23.9	42.1
رس* Clay (٪)	**منیزیم** Mg $mgkg^{-1}$	**کلسیم** Ca $mgkg^{-1}$	**آهن** Fe $mgkg^{-1}$	**منگنز** Mn $mgkg^{-1}$	**روی** Zn $mgkg^{-1}$	**مس** Cu $mgkg^{-1}$	**بر** B $mgkg^{-1}$
34	216	512	2.62	2/6	0.42	0.48	5.16

*کلاس بافتی خاک لومی رسی می باشد.

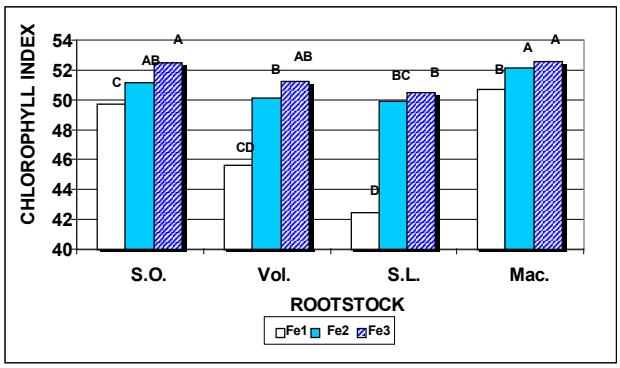
جدول 2- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش.

قابلیت هدایت الکتریکی **EC** ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	بیکربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات SO_4^{2-}	مجموع آنیونها Sum Anions	مجموع کاتیونها Sum cations	**نسبت جذب سدیمی** SAR
میلی اکی والان در لیتر Milliequivalents per liter							
0.710	7.6	2.4	2.6	2.95	7.95	7.94	0.74

جدول 3ـ فاکتورها و سطوح آزمایش.

پایه نارنج	- Sour orange (*Citrus aurantium*)	نوع پایه (root stocks)
پایه ولکامریانا	- Volkamer lemon (*Citrus volkameriana*)	
پایه لیموترش	- Sour lime (*Citrus aurantifolia* Swing)	
پایه ماکروفیلا	- Macrophylla (*Citrus macrophylla* Wester)	
شاهد (بدون پیوندک)	- Control(without scion)	نوع پیوندک (Scion)
پرتقال والنسیا	- Valencia orange	
پرتقال واشنکتن ناول	- Washington novel orange	
پرتقال محلی جهرم	- Jahrom local orange	
پرتقال توسرخ	- Red pulp orange (Moro)	
شاهد (بدون آهن)	- Control (without iron)	آهن + (Fe EDDHA)
استفاده از طریق خاک به میزان 5 گرم به ازای هر درخت	- Soil application of 5 gr per tree	
استفاده از طریق خاک به میزان 10 گرم به ازای هر درخت	- Soil application of 10 gr per tree	

+ Sequestrene 138 Fe



شکل 1ـ اثرات متقابل پایه و سطوح کود آهن بر میانگین مقدار کلروفیـــل برگ پیوندکهای مورد

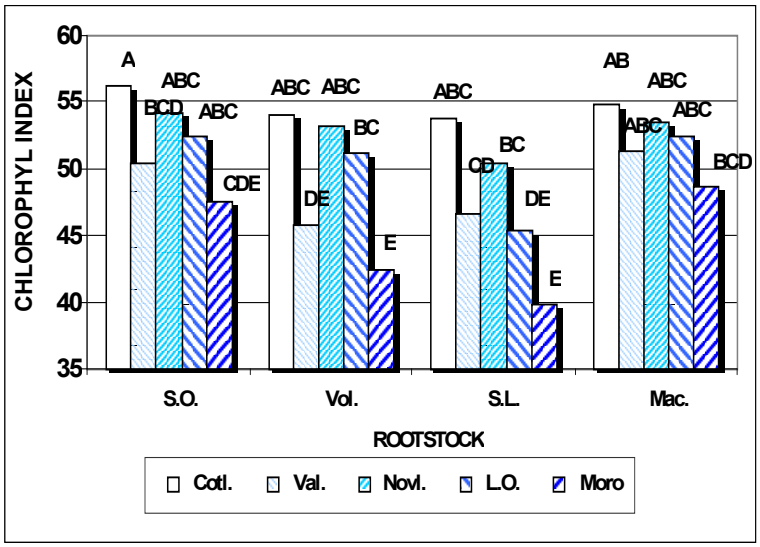
www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش (پایه هـــا به ترتیب S.L.=Sour ،Vol.= Volkamer lemon،S.O.=Sour orange lime، Mac.=Macrophylla؛ Fe_1، Fe_2 و Fe_3 به ترتیب سطوح 0، 5 و 10 گرم مصرف خاکی کود سکوسترن 138آهن).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2ـ اثر متقابل پایـــــه و پیوندک برمقدار کلروفیـــــل برگ ارقام پیوندی (پایه ها به ترتیب شامل S.O.=Sour orange، Vol.= Volkamer lemon، S.L.=Sour lime، Mac.=Macrophylla؛ پیوندکها به ترتیب شامل Cotl.=control، Val.=valencia orange، Navel.=washington navel orange، L.O.=Jahrom local orange و Moro=red pulp orange).

این آزمایش همچنین اختلاف معنی‌دار بین ارقام پیوندی را از نظر مقاومت به کلروز آهن نشان می‌دهد، چنانکه پرتقال ناول و تا حدودی محلی بدون تأثیرپذیری از نوع پایه بکار رفته، دارای شاخص کلروفیل بالاتری بودند. در مقابل ارقام پیوندی پرتقال توسرخ و والنسیا دارای شاخص کلروفیل پایین‌تری نسبت به سایر ارقام بوده و بیشتر تحت تأثیر نوع پایه بکار رفته در آزمایش قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال پایه ماکروفیلا در مقایسه با پایه لیموترش (به عنوان پایه غالب در منطقه) میزان شاخص کلروفیل برگ رقم حساس پرتقال توسرخ را به میزان 21 درصد افزایش داد (شکل 2). این نتایج نیز در راستای کارهای انجام گرفته توسط Carpena-Artes و همکاران (1995) می‌باشد، چنانکه آنها نیز در آزمایش خود نشان دادند که رقم پیوندی پرتقال واشنگتن ناول بدون توجه به نوع پایه بکار رفته بالاترین میزان مقاومت را نسبت به کلروز آهن داراست. ولی همان گونه که در آزمایش ما مشاهده گردید این مسئله نمی‌تواند نقش مؤثر پایه‌های مقاوم بویژه بر روی ارقام پیوندی حساس به کلروز آهن مانند پرتقال والنسیا و توسرخ را منتفی نماید.

فهرست منابع

1. امامی، عاکفه. 1375. روشهای تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره 982، چاپ اول. موسسه تحقیقات خاک و آب. 27 صفحه.
2. خویی، سلطنت. 1371. اصول تغذیه مرکبات. انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، موسسه تحقیقات خاک و آب. 137 صفحه.
3. Carpena – Artes, O., J. J. Moreno, J. J. Lucena and R. O. Carpena-Ruiz. 1995. Response to iron chlorosis of different hydroponically grown citrus varieties. Iron Nutrition in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers. 147- 151.
4. Diem, H. G., E. Duhoux, H. Zaid and M. Arahou. 2000. Cluster roots in Casuarinaceae: role and relationship to soil nutrient factors. Annals of Botany. 85: 929- 936.

www.SID.ir

Archive of SID

5. Fallahi, E. and R. Rodney.1992. Tree size, yield, Fruit quality, and leaf mineral nutrient concentration of "Fairchild" mandarin on six rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(1): 28-31.
6. Grusak, M. A. and S. Pezeshgi. 1996. Shoot- to- root signal transmission regulates root Fe (III) reductase activity in the dgl mutant of pea. Plant Physiol. 110: 329- 334.
7. Jolley, V. D., K. A. Cook, N. C. Hansen and W. B. Stevens. 1996. Plant physiological responses for genotypic evaluation of iron efficiency in strategy I and strategy II plants: a review. J. Plant Nutr. 19(8/9): 1241- 1255.
8. Li, C., X. Zhu and F. Zhang. 2000. Role of shoot in regulation of iron deficiency responses in cucumber and bean plants. J. Plant Nutr. 23(11& 12): 1809-1818.
9. Moreno, J. J., J. J. Lucena and O. Carpena. 1996. Effect of the iron supply on the nutrition of different citrus variety/ rootstock combinations using DRIS. J. Plant. Nutr. 19(5): 689- 704.
10. Nijjar, G. S. 1990. Nutrition of fruit trees. Kalyani Pub. New Delhi. 259-270.
11. Schikora, A. and W. Schmidt. 2001. Iron stress- induced changes in root epidermal cell fate are regulated independently from physiological responses to low iron availability. Plant Physiol. 125: 1679- 1687.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir