Archive of SID

پژوهش و سازندگی
در زراعت و باغبانی
شماره ۷۱، تابستان ۱۳۸۵

تأثیر pH محلول غذایی بر جذب آهن توسط چهار رقم انگور (*Vitis vinifera* L.)

• **عباس میرسلیمانی**، مربی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
• **عنایت‌اله تفضلی**، استاد بخش باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۴

E-mail: Soleiman@Shirazu.ac.ir

چکیده

برای بررسی تأثیر pH محلول غذایی بر جذب آهن توسط چهار رقم انگور به نام‌های عسکری، رطبی، سیاه و ریش بابا، قلمه‌های ریشه‌دار شدهٔ این چهار رقم را در ماسه شسته شده کشت کرده و جهت اعمال تیمارها از محلول غذایی نیم غلظت هوگلند با چهار سطح pH ۶، ۷، ۸ یا ۹ استفاده شد. برای مقایسهٔ اثر تیمارها صفات کلروفیل و سبزینگی برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، میزان آهن فعال و آهن کل ریشه، ساقه و برگ اندازه‌گیری شد. این پژوهش در سالهای ۱۳۸۱-۱۳۸۰ در گلخانه و آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و به صورت فاکتوریل ۴×۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار به اجرا در آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش pH و غلظت بی‌کربنات محلول غذایی به صورت معنی‌داری باعث کاهش کلروفیل و سبزینگی برگ هر چهار رقم شد. البته در هیچکدام از ارقام نشانه‌های کلروز مشاهده نگردید. وزن تر و خشک اندامهای هوایی هر چهار رقم در pH= ۷ بالاترین و در pH= ۹ کمترین مقدار بود. بالاترین میزان آهن فعال برگ در pH= ۶ و کمترین آن در تمام ارقام در تیمار pH= ۹ مشاهده شد. به این ترتیب مناسب‌ترین تیمار، pH= ۷ و مقاومترین رقم در برابر افزایش pH محیط رقم ریش‌بابا بود.

کلمات کلیدی: انگور، pH، کلروز، کمبود آهن

Pajouhesh & Sazandegi No 71 pp: 12-18

Effect of nutrient solution pH on the absorption of Iron in four cultivars of grape

By: A. Mirsoleimani, Instractor of Horticulture, College of Agriculture and Natural Resorce of Darab, Shiraz University.
E. Tafazoli, Professor of Horticulture, College of Agricultur Shiraz University.

Rooted cuttings of four cultivars of grape namely, Askari, Rotabi, Siyah and Rishbaba were planted in sand culture to study the effect of nutrient solution pH on the absorption of iron (Fe). Treatments were four pH levels of half concentration Hogland nutrient solution (namely pH 6, 7, 8 and 9). The criteria measured were chlorophyll, greenness, fresh and dry weight of aerial parts of plants and total Fe concentation and Fe^{++} of root, stem and leaves. The results showed that incresing pH and bicarbonate concentration of nutrient solution significantly reduced chlorophyll content and greenness of leaves in all 4 cultivars. But no signs of chlorosis were seen in the leaves of any cultivars.Only pH= 9 significantly reduced fresh and dry weight of aerial parts in all cultivars. The highest Fe^{++} level of leaves was seen at pH= 6 and the lowest at pH= 9.Thus the best treatment was pH 7 and the most tolerant cultivars was Rishbaba.

Key words: Chlorosis, Grape (*Vitis vinifera* L.), Iron deficiecy, pH.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در حـدود ۲۵ تا ۳۰ درصد سـطح کرهٔ زمین را خاک‌های آهکی فـرا گرفته‌اند (۱۲، ۱۵، ۱۸). در این خاک‌هـا ذخیرهٔ قابل توجهی از کربنـات کلسـیم وجـود دارد که درصد آن گاهی بـه بیش از ۴۰ درصد می‌رسـد. وجود مقدار زیاد کربنات کلسیم در این خاک‌ها که همراه با pH= ۷/۵ تا ۸/۵ اسـت، معمولاً باعث ایجاد مشکلاتی نظیر کمبود عناصر کم مصرف مانند آهن می‌شود (۲). برای جبران کمبود آهـن در این خاک‌ها ناگزیر به اسـتفاده از کلات‌های آهن به صورت محلول‌پاشـی یا اضافه کردن به خاک هسـتیم (۱۹، ۲۸) اما کاربرد کلات‌هـا هم مشـکلات خاص خود را دارد، چون هم گران هسـتند (۱۹، ۲۷) و هم اینکه باعث آلودگی آبها و حتی خاک می‌شوند (۲۷). با توجه به این مسـائل تلاش‌های زیادی صورت گرفته است تا از یک سو فراهمی آهن در خاک را افزایش دهند و از سوی دیگر گیاهانی با کارآیی مصرف آهن بالاتر را گزینش و به‌نژادی کنند (۱۷ ، ۱۹).

یون بیکربنات(HCO_3^-) که در خاک‌های آهکی تشـکیل می‌شود مهمتریـن عامل خـاک در ارتباط با کلروز ناشـی از کمبود آهن در بسـیاری از گیاهان اسـت (۱۸، ۲۰ ، ۲۶). درباره تأثیر بیکربنات بر کاهش جذب آهن عقیده بر این اسـت که بیکربنات تولید شـده در خاک خاصیت بافـری دارد، بدین معنی که از کاهش pH در اطراف ریشـه‌ها تا حدی جلوگیـری می‌کند و در نتیجه از حلالیت بیشـتر ترکیب‌های آهن‌دار و قابلیت جذب آهن کاسـته می‌شـود (۶ ، ۲۰). همچنین بیکربنات با تأثیر بر جذب آهن از سیسـتم آپوپلاست برگ به داخل سیتوپلاسـم از طریق پلاسـمالما می‌تواند بر انتقال و توزیع آهن در برگ‌ها هم مؤثر باشد (۱۶، ۲۰، ۲۱، ۲۵).

در برگ‌هـای جوان گیاهان سـبز، کاهش در میـزان کلروفیل (زردی بـرگ) آشـکارترین نشـانهٔ کمبـود آهن اسـت (۷). عوامل گوناگونی مسئول این کاهش هستند که از آن جمله می‌توان به نقش آهن در سـاختن کلروفیل و پروتئین‌های کلروپلاست‌های سلول‌های بـرگ (۵، ۲۴) و همچنین عدم توانایی آهـن برای توزیع متعادل در برگ (۱۸) اشاره کرد.

با توجه به اهمیت انگور در ایران و جهان و اینکه کشـور ما جزء مناطق خشـک و نیمه‌خشک دنیا است و بسیاری از نقاط آن، که از هر نظر مناسب کاشت انگور می‌باشند دارای خاک‌های آهکی هستند، این پژوهش با هدف بررسـی تأثیر سطوح مختلف pH محلول غذایی بر جذب آهن توسط انگور بر روی چهار رقم انگور به نام‌های عسکری، ریش‌بابا، سـیاه و رطبی در گلخانه بخش باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز طی سالهای ۸۱-۱۳۸۰ انجام شد.

مواد و روش‌ها

قلمه‌های یکسالهٔ ریشه‌دار شدهٔ چهار رقم انگور (عسکری، سیاه، رطبی و ریش بابا) در گلدان‌های ۶ لیتری حاوی ماسـهٔ شسته شده از جنس کوارتز کـه قطر ذرات آن کوچکتر از ۰/۵ سـانتی متر بود (در هر گلـدان ۲ گیاه) کاشته و در شرایط گلخانه قرار گرفتند. در طول سه هفتهٔ ابتدایی استقرار، گیاهان با محلول غذایی نیـم غلظت عناصر پرمصرف و تمام غلظت عناصر کم‌مصرف هوگلند[1](۱۱) آبیاری شـدند. آهن با غلظت حدود $18\ mg\ L^{-1}$ بـه صورت نمک Fe-EDTA به این محلول اضافه شـد و pH آن در حدود ۶ تثبیت شد (۲۶).

پس از طی دورهٔ اسـتقرار، گیاهان در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۴ سـطح pH مرتب شدند. pH محلول غذای تهیه شده با اضافه کردن مقادیر مناسب از محلول یک مولار کربنات پتاسیم[2] (۱۳) تغییر داده و در ۴ سطح ۶، ۷، ۸ و ۹ تثبیت شد. در طول ۴ هفتهٔ ابتدایی تیمارها، هر هفته یکبار و هر بار ۲۰۰ میلی لیتر و در ۱۰ هفتهٔ بعدی، هر هفته ۲ بار و هر بار ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول غذایی به هر گلدان داده شد.

بـرای اندازه‌گیری کلروفیل، آهن فعال و آهـن کل برگ، از هر کدام از گلدان‌ها برگ‌های انتهایی جوان و کاملاً توسـعه یافته نمونه‌برداری شد. میزان سـبزینگی برگ‌ها توسط دستگاه کلروفیل‌سنج دستی مدل SPAD-۵۰۲ اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری کلروفیل روش عصاره‌گیری با اسـتون ۸۰ درصد بکار گرفته شد (۴).

برای تعیین غلظت آهن فعال نمونه‌های ریشـه، سـاقه و برگ از روش عصاره‌گیـری بـا مـادهٔ ۱-۱۰-ارتوفنانترولین[3] و تعیین میـزان عبور نور از عصاره تهیه شده در طول موج ۵۱۰ نانومتر استفاده شد (۲۹).

میزان غلظت آهن کل نمونه‌های ریشـه، سـاقه و بـرگ نیز با کمک دسـتگاه جـذب اتمـی[4] و اسـتفاده از عصاره تهیه شـده با مـاده ۱-۱۰-اورتوفنانترولین تعیین شد. در پایان مرحلهٔ پژوهش وزن تر و خشک ریشه و اندامهای هوایی گیاهان به صورت جداگانه اندازه‌گیری شـد. جهت تعیین میزان همبسـتگی کلروفیل و سـبزینگی برگ با غلظت آهـن فعال برگ، معادلـه و نمودار همبسـتگی بین میانگین اعداد مربـوط به این صفات در ۴ سـطح pH برای چهار رقم محاسـبه شد (شکل‌های ۱ و ۲). این پژوهش بصـورت آزمایش فاکتوریل ۴×۴ در قالـب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام و نتایج آن به وسـیلهٔ نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و نمودارها با نرم‌افزار Excel تهیه گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از پژوهش در جدول‌های ۱ الی ۵ ارائه شده است.

۱ - رابطهٔ بین صفات اندازه‌گیری شده

بر اسـاس نتایج به دست آمده رابطه بین سـه ویژگی میزان کلروفیل برگ، سـبزینگی برگ و آهن فعال برگ چهار رقم با یکدیگر همبسـتگی خطی خوبی نشان می‌دهد.

این نتایج نشـان می‌دهد که با افزایش pH محلول غذایی از ۶ به ۹ به مـوازات کاهش میزان آهن فعال برگ، میزان سـبزینگی و کلروفیل برگ چهار رقم نیز کاهش می‌یابد. ضریب همبستگی بالای بین آهن فعال برگ با کلروفیل (۰/۹۳) و سـبزینگی برگ (۰/۷۶) در پژوهش‌های دیگـر (۲۲، ۲۶) نیز گزارش شده است.

همبستگی بالا بین میزان کلروفیل، سبزینگی و غلظت آهن فعال برگ نشـان می‌دهد که بررسـی وضعیت برگ گیاهان تحت تنش آهن به جای اندازه‌گیـری میـزان کلروفیل به روش عصاره گیری (کـه نیاز به کار زیاد و آسیب زدن به برگ‌ها دارد) می‌توان از کلروفیل‌سنج دستی و تعیین شدت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقایسهٔ‌میانگین‌های وزن خشک اندام هوایی (گرم)

رقم	pH				میانگین
	۶	۷	۸	۹	
عسکری	۷/۶۴cd	۸/۱۴bcd	۶/۴۱d	۶/۶۲d	۷/۲c
رطبی	۹/۳۹bc	۸/۳۹bcd	۹/۳۳bc	۸/۱۷bcd	۸/۸۲B
سیاه	۹/۱۸bc	۹/۷bc	۹/۴۷bc	۸/۳۳bcd	۹/۱۷AB
ریش‌بابا	۸/۳bcd	۱۲/۷a	۱۰/۳۴b	۸/۲۳bcd	۹/۹As
میانگین	۸/۶۳bc	۹/۳۷A	۸/۸۹AB	۷/۸۴c	

میانگین‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشابه می‌باشند، بر طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین‌های سبزینگی برگ (SPAD-۵۰۲)

رقم	pH				میانگین
	۶	۷	۸	۹	
عسکری	۳۹/۵۸ abc	۳۶/۶۷ bcde	۳۶/۵۵ bcde	۳۶/۴۵ bcde	۳۷/۳۱ A
رطبی	۳۷/۰۱ bcde	۳۶/۳ cde	۳۶/۶۷bcde	۳۲/۹۳ fg	۳۵/۷۳ B
سیاه	۳۹/۸۵ ab	۳۷/۲۵ bcde	۳۵/۴۵ def	۳۴/۰۵ efg	۳۶/۶۵ AB
ریشبابا	۳۸/۹ abcd	۴۱/۴۷ a	۳۷/۹۷bcd	۳۱/۳۵ g	۳۷/۴۲ A
میانگین	۳۸/۸۳ A	۳۷/۹۲ AB	۳۶/۶۶ B	۳۳/۶۹ C	

میانگین‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشابه می‌باشند، بر طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

سبزینگی برگ استفاده کرد. این موضوع در تعدادی از گیاهان دیگر نیز گزارش شده است (۸، ۲۲، ۲۶).

۲ - کلروفیل و سبزینگی

در بین تیمارهای اعمال شده بیشترین و کمترین مقادیر کلروفیل و سبزینگی به ترتیب در تیمارهای pH ۶ و ۹ دیده می‌شود (جدول ۲) و اختلاف بین این مقادیر کاملاً معنی‌دار است. البته اختلاف موجود بین تیمار pH ۶ و ۷ و همچنین ۷ و ۸ در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست در حالی که اختلاف بین تیمار pH ۶ و ۸ معنی‌دار می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش pH محلول غذایی میزان کلروفیل و سبزینگی برگ هر چهار رقم دچار کاهش می‌شوند که این موضوع در پژوهش‌های دیگر (۲۲، ۲۶، ۲۸) نیز به اثبات رسیده است.

از آنجا که مهمترین نقش آهن در گیاه کمک به سنتز کلروفیل است، تعیین رابطهٔ بین میزان کلروفیل و سبزینگی برگ ارقام مورد آزمایش با مقادیر آهن فعال برگ می‌تواند شاخص خوبی جهت بررسی اثرات تنش آهن روی گیاهان مورد آزمایش باشد، لذا معادلهٔ رگرسیون میانگین مقدار سبزینگی با میانگین آهن فعال برگ چهار رقم در تیمارهای اعمال شده به صورت زیر محاسبه شد:

معادله-۱ $y = 13/58 + 0/29x$ $r = 0/76$

همچنین معادلهٔ رگرسیون میانگین مقدار کلروفیل برگ با میانگین آهن فعال برگ چهار رقم تحت تیمارهای pH به قرار زیر بدست آمد:

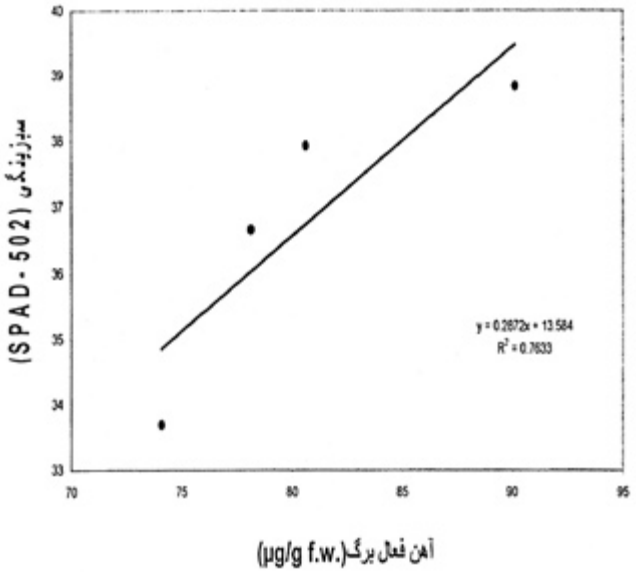
معادله-۲ $y = -1/22 + 0/05x$ $r = 0/93$

این دو معادله نشان می‌دهد که روند کاهش کلروفیل و سبزینگی برگ هر چهار رقم بر اثر افزایش pH محلول غذایی با سیر تغییرات آهن فعال برگ کاملاً همبستگی دارد (شکل های ۱ و ۲) و این نتایج با نتایج بسیاری از پژوهش‌های دیگر از جمله Sudahono و Rouse [۵] (۲۶) همخوانی دارد.

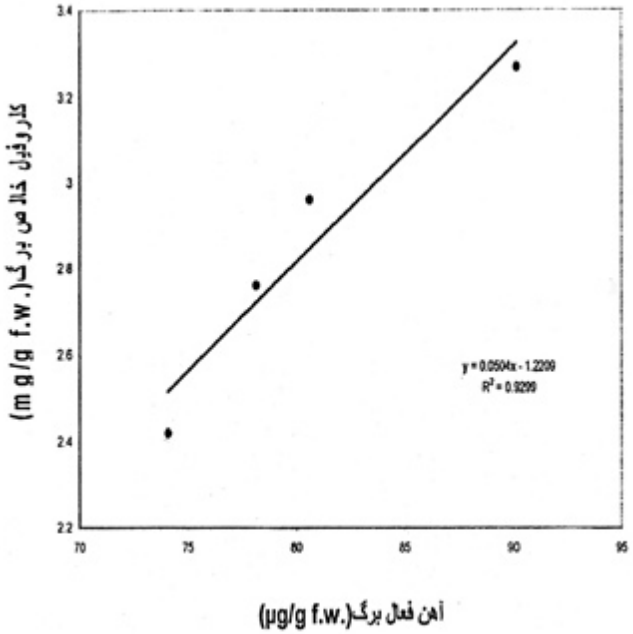
درباره دلایل کاهش میزان کلروفیل، سبزینگی و آهن فعال برگ این ارقام بر اثر افزایش pH محلول غذایی می‌توان به نقش آهن در مسیر سنتز کلروفیل و کاهش سنتز پروتئین‌های کلروپلاستهای سلول‌های برگ بر اثر کمبود آهن (۵) و عدم توانایی آهن برای توزیع در برگ در شرایط بالا بودن

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمودار رابطه سبزینگی برگ با آهن فعال برگ برای چهار رقم



شکل ۲- نمودار رابطه کلروفیل برگ با آهن فعال برگ برای چهار رقم

pH (۲۱، ۲۷) اشاره کرد.

۳ - وزن تر و خشک اندام هوایی

از مجموع نتایج مشخص شده است (جدول ۱) که با افزایش pH محلول غذایی از ۶ به ۸ میزان وزن تر و خشک اندام هوایی چهار رقم تقریباً روند ثابتی دارد و بین این سه تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما اختلاف بین تیمار pH= ۹ با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار بود و این تیمار (pH= ۹) باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک اندام هوایی هر چهار رقم شد (جدول ۱). شاید اصلی‌ترین دلیل کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی ارقام مورد آزمایش با افزایش pH محلول غذایی، کاهش میزان کلروفیل و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز برگ‌ها باشد. در تأیید نتایج بالا Cillelli[۶] (۱۴) با کار روی دو پایهٔ حساس و مقاوم به نتایج مشابهی رسید.

۴ - غلظت آهن کل ریشه، ساقه و برگ

با افزایش pH محلول غذایی غلظت آهن کل ریشهٔ هر چهار رقم کاهش یافت (جدول ۳) اما اختلاف‌های ایجاد شده بین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نبود. افزایش pH محلول غذایی باعث کاهش غلظت آهن کل ساقه شد به صورتی که اختلاف بین تیمار pH ۸ و ۹ با دو تیمار دیگر در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد.

مقایسهٔ میانگین غلظت آهن کل برگ چهار رقم مورد آزمایش نشان داد که بیشترین و کمترین غلظت آهن کل برگ به ترتیب در تیمارهای ۶ و ۹ دیده می‌شود و اختلاف بین این دو تیمار در سطح ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۴).

این نتایج حکایت از این دارد که با افزایش pH محلول غذایی، غلظت آهن کل اندام‌های مختلف گیاه در هر چهار رقم کاهش دارد که البته اختلاف‌های موجود بین تیمارهای pH ۶، و ۷ و ۸ زیاد نیست و اعداد مربوط به آنها تقریباً در یک سطح هستند و فقط تیمار pH =۹ است که باعث کاهش معنی‌دار غلظت آهن کل شده است.

نکته قابل توجه در مورد آهن کل برگ این است که در این پژوهش کاهش میانگین غلظت آهن کل برگ چهار رقم روند نزولی ثابتی ندارد به طوری که از تیمار pH= ۶ به ۷ سیر کاملاً نزولی داشته در حالیکه در تیمار pH =۸ میانگین غلظت آهن کل برگ افزایش قابل توجهی نشان داده است. این در حالی است که در تیمار pH= ۹ غلظت آهن کل کاهش یافته و به کمترین مقدار خود رسیده است.

در توجیه نتایج به‌دست آمده در بالا باید گفت که کاهش غلظت آهن کل اندام‌های گیاهی با افزایش pH محلول غذایی می‌تواند به علت کاهش حلالیت آهن III بر اثر pH بالا و همچنین عدم تحرک آن باشد و از طرفی افزایش pH می‌تواند باعث کاهش فعالیت آنزیم فریک‌ردوکتاز[۶] و در نتیجه کاهش سرعت تبدیل آهن سه ظرفیتی به آهن دوظرفیتی شود (۱، ۳، ۱۰).

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مبنی بر عدم وجود روند تغییرات ثابت در مورد غلظت آهن کل برگ با نتایج بعضی پژوهش‌ها (۱۴، ۲۲، ۲۶) مطابقت دارد چرا که در این تحقیقات بر این نکته تأکید شده است که اندازه‌گیری غلظت آهن کل برگ شاخص مناسبی برای تعیین حساسیت یا مقاومت ارقام مختلف نسبت به کمبود آهن نیست.

۵ - غلظت آهن فعال برگ

مقایسه میانگین مقادیر غلظت آهن فعال برگ رقم‌های مورد آزمایش نشان داد که با افزایش pH محلول غذایی میزان آهن فعال برگ به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد به صورتی که اختلاف بین هر چهار تیمار با هم معنی‌دار بود و بیشترین و کمترین غلظت آهن فعال برگ به ترتیب مربوط به تیمارهای pH ۶ و ۹ می‌باشند. از طرف دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسهٔ‌میانگین‌های آهن کل ریشه و ساقه (µg/g f.w.)

رقم	pH				میانگین
	۶	۷	۸	۹	
	آهن کل ریشه				
عسکری	۳۳/۴abc	۲۸/۹۵bcd	۲۴/۴۵ cd	۳۹/۴a	۳۱/۵۵ A
رطبی	۲۵/۸۵cd	۲۵/۸۵cde	۳۵/۴ ab	۲۰/۳۵d	۲۶/۸۶ B
سیاه	۲۸/۹bcd	۲۴/۴۵cd	۲۴/۴ cd	۲۱/۴d	۲۴/۷۹ B
ریش‌بابا	۳۱/۰۷abc	۲۸/۸۵bcd	۲۱/۴۸ d	۲۴/۳۵cd	۲۶/۴۴ B
میانگین	۲۹/۸A	۲۷/۰۲A	۲۶/۴۳ A	۲۶/۳۸A	
	آهن کل ساقه				
عسگری	۳۶/۴۶c	۴۷/۲۸a	۴۴/۲۵ ab	۲۱/۶۳e	۳۷/۳۹ A
رطبی	۳۷/۹bc	۳۲/۴cd	۱۸/۳ e	۲۴/۴e	۲۸/۲۵ B
سیاه	۲۲/۹۵bc	۲۵/۹de	۲۱/۴ e	۲۲/۱e	۲۳/۰۹ C
ریش بابا	۲۶/۸۳de	۱۹/۴۳e	۲۰/۴۳ e	۲۴/۴۳e	۲۲/۷۸ C
میانگین	۳۱/۰۲A	۳۱/۲۵A	۲۶/۱ B	۲۳/۱۴B	

میانگین‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشابه می‌باشند، بر طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند

جدول ۴- مقایسهٔ‌میانگین‌های آهن کل برگ (µg/g f.w.)

رقم	pH				میانگین
	۶	۷	۸	۹	
عسکری	۱۰۳/۹ ab	۷۷/۰۳ cd	۸۴/۷۱ bcd	۶۵/۴۸ d	۸۲/۷۸ A
رطبی	۹۴/۸۴ abc	۹۱/۵۴ abc	۹۰/۸۵ abc	۸۰/۹۹ bcd	۸۹/۵۶ A
سیاه	۷۷/۰۳ cd	۸۴/۷۲ bcd	۱۱۱/۵ a	۹۰/۱ abc	۸۵/۹۰ A
ریش بابا	۱۱۱/۷ a	۸۴/۷۲ bcd	۹۶/۲۷ abc	۷۷/۰۳ cd	۹۲/۴۲ A
میانگین	۹۶/۸۶ A	۸۴/۵ B	۹۵/۸۴ A	۷۸/۴ B	

میانگین‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشابه می‌باشند، بر طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

در بین این چهار رقم نیز زیادترین و کمترین غلظت آهن فعال برگ به ترتیب در ارقام رطبی و ریش‌بابا مشاهده شد (جدول ۵).

این نتایج بیانگر این است که با افزایش pH محلول غذایی کاهش غلظت آهن فعال برگ کاملاً محسوس است به این ترتیب نتایج بسیاری از پژوهش‌های دیگر (۵، ۹، ۲۱، ۲۶) نیز مؤید این مطلب است. در بیان علت این تغییرات می‌توان به کاهش قدرت احیاء آنزیم فریک-ردوکتاز بر اثر pH بالا و همچنین کاهش حلالیت و جذب آهن در محیط اطراف ریشهٔ گیاهان اشاره کرد.

۶ - تأثیر افزایش pH محلول غذایی بر جذب عناصر دیگر

نتایج پژوهش‌های مختلف در مورد اثر افزایش pH محلول غذایی (نه خاک) بر فراهمی و جذب بعضی عناصر دیگر مانند منگنز، روی و منیزیم نشان داده است که برخلاف خاک، در محلول غذایی افزایش pH تأثیر معنی داری بر جذب این عناصر و بروز علائم کلروز ندارد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین‌های غلظت آهن فعال برگ (µg/g f.w)

رقم	pH				میانگین
	۶	۷	۸	۹	
عسکری	۸۸/۹ b	۷۵/۹ fg	۷۸/۰ ef	۶۹/۳۵ h	۷۸/۴ B
رطبی	۹۴/۶ a	۹۰/۶ b	۹۰/۶۳ b	۸۵/۳ de	۸۹/۰۳ A
سیاه	۹۰/۰ b	۸۴/۰ cd	۶۹/۷۵ h	۷۳/۷۵ g	۷۹/۳۸ B
ریش‌بابا	۷۸/۰ bc	۷۱/۹۸ gh	۷۴/۲۲ fg	۶۸/۹h	۷۵/۵۳ C
میانگین	۹۰/۱۳ A	۸۰/۶۲ B	۷۸/۱۵ C	۷۴/۰۷ D	

میانگین‌هایی که در هر ستون و ردیف دارای حروف مشابه می‌باشند، بر طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

(۹، ۲۳، ۲۶ ، ۲۸). لذا در پژوهش حاضر از اندازه گیری غلظت این عناصر صرف نظر شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که رقم‌های انگور عسکری، رطبی، سیاه و ریش‌بابا افزایش pH محلول غذایی تا سطح ۸ را به خوبی تحمل می‌کنند و حتی pH= ۷ نتایج بهتری نسبت به pH= ۶ نشان می‌دهد یعنی حتی در خاک‌های اسیدی برای دستیابی به محصول بهتر می‌توان با افزودن مقداری آهک به خاک pH محلول خاک را افزایش داد. اما pH های بالاتر از ۸ باعث کاهش حلالیت، جذب و احیاء آهن شده و باعث کاهش رشد می‌شوند، لذا در خاک‌هایی که به هر دلیلی pH محلول خاک بالاتر از ۸ باشد کاشت این ارقام توصیه نمی‌شود. از نظر مقایسهٔ چهار رقم با یکدیگر هم نتایج حاکی از این است که رقم ریش‌بابا در عین اینکه غلظت آهن فعال برگ پایین‌تری دارد دارای بالاترین میزان کلروفیل، سبزینگی و وزن خشک اندام هوایی است و این نشان می‌دهد که این رقم دارای کارایی مصرف آهن بالایی بوده و نسبت به شرایط تنش آهن مقاومت بیشتری نسبت به سه رقم دیگر دارد.

پاورقی‌ها

1- Hogland solution

2- K_2Co_3

3- 1-10-O-Phenanthrol

4 - Atomic absorption

5 - *Cydonia oblanga*

6 - Fe^{+3} - reductase

منابع مورد استفاده

۱ - بسرا، آ.اس. و آر.ک. بسرا. ۱۳۷۹؛ مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. ترجمهٔ محمد کافی و عبدالمجید مهدوی دامغانی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ص: ۲۵۹-۲۹۴.

۲ - سالاردینی، علی اکبر. ۱۳۷۱؛ حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۴۰ صفحه.

۳ - فوث، اچ.دی. و پی.جی. الیس. ۱۳۷۶؛ حاصلخیزی خاک. ترجمهٔ فرشید نوربخش و مصطفی کریمیان اقبال. انتشارت دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۰۰ صفحه.

۴ - کریمی، حمیدرضا. ۱۳۷۷؛ تأثیر واکنش خاک در جذب آهن بوسیلهٔ توت فرنگی. پایان‌نامهٔ تحصیلی کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۹۰ صفحه.

۵ - مارشنر، هورست. ۱۳۸۰؛ تغذیهٔ معدنی گیاهان عالی. ترجمهٔ بهمن خلدبرین و طاهره اسلام‌زاده. انتشارات دانشگاه شیراز. دو جلد. ۹۰۲ صفحه.

۶ - ملکوتی، محمدجعفر. و م.م. طهرانی. ۱۳۷۸؛ نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۹۹ صفحه.

۷ - نیجار، جی.اس. ۱۳۷۶؛ تغذیهٔ درختان میوه. ترجمهٔ محمد معزاردلان و غلامرضا ثواقبی فیروزآبادی. انتشارات مؤسسهٔ نشر جهاد وابسته به جهاد دانشگاهی. ۲۶۰ صفحه.

8- Azia, F. and K.A. Stewart. 2001; Relationship between extractable chlorophyll and SPAD values in muskmelon leaves. J. Plant Nutr. 24: 961-966.

9- Bavaresco, L., E. Giachin, and R. Colla. 1999; Iron chlorosis paradox in grapvine. J. Plant Nutr. 22: 1589-1594.

10- Bavaresco, L., M. Fregoni, and P. Fraschini. 1991;

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation on iron uptake and reduction by excised roots of different grapevine rootstocks and a *V. vinifera* cultivar. Plant Soil. 130: 109-113.

11- Brancardo, L., G. Rabotti, A. Scienza, and G. Zocchi. 1995; Mechanisms of Fe-efficiency in roots of Vitis spp. In response to iron defficiency stress. Plant Soil. 171: 229-234.

12- Chen, Y., and H. Yitzhak. 1991; Iron nutrition and interaction in plants. Pub. Kaca. London. 377 p.

13- Cillelli, F., and R. Viti. 1995; Practical use of root cation exchange capacity as a predictive marker of lime-induced chlorosis tolorance in *Prunus cerasifera* L. rootstocks. J. Plant Nutr. 18: 65-75.

14- Cillelli, F. 1995; Physiological responses of clonal quince rootstocks to iron-defficiency induced by addition of bicarbonate to nutrition solution. J. Plant Nutr. 18: 77-89.

15- Egilla, J.N., D.H. Byrne, and D.W. Reed. 1994; Iron stress response of three peach rootstock cultivars: Ferric iron reduction capacity. J. Plant Nutr. 17: 2079-2103.

16- Han, Z.H., T. Shen., R.F. Korcak, and V.C. Baligar. 1998; Iron absorption by iron-efficient and inefficient species of apples. J. Plant Nutr. 21: 181-190.

17- Jay Goos, R. and B. Johnson. 2001; Seed treatment, seedling rate, and cultivar effects on iron deficiency chlorosis of soybean. J. Plant Nutr. 24: 1255-1268.

18- Korcak, R.F. 1987; Iron deficiency chlorosis. Hort. Rev. 9: 133-175.

19- Marschner, H. 1978; Role of the rhizosphere in iron nutrition of plants. Iran. J. Agric. Res. 6: 69-80.

20- Mengel, M., Th. Breininger, and W. Bubl. 1984; Bicarbonate, the most important factor inducing iron chlorosis in vine graps on calcareous soil. Plant Soil. 81: 333-344.

21- Mengel, K. 1994; Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant Soil. 165: 275-283.

22- Rao, J.K., K.L. Sahrawat, and J.R. Buford. 1987; Diagnosis of iron deficiency in groundnut, *Arachis hyogaea* L. Plant Soil. 97: 353-359.

23- Romera, F.J., E. Alcantara, and M.D. De La Guardia. 1991; Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. II. Iron stress response mechanisms. Plant Soil. 30: 121-125.

24- Romheld, V., H. Marschner. 1988; Mechanism of iron uptake by peanut palnts. Plant Soil. 71: 949-954.

25- Rutland, R.B., M.J. Bukovac. 1971; The effect of calcium bicarbonate on iron absorption and distribution by *chrysanthemum morifolium* (RAM.). Plant Soil. 35: 225-236.

26- Sudahono, D.H.B., R.E. Rouse. 1994; Greenhouse screening of citrus rootstock for tolerance to bicrbonate-induced iron chlorosis. Hort Science. 29: 113-116.

27- Tagliavini, M., and A.D. Rombola. 2001; Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. Eur. Agron. 15: 71-92.

28- Tagliavini, M., J. Abadia., A.D. Rombola., A. Abadia., C. Tsipouridis, and B. Marangoni. 2000; Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. J. Plant Nutr. 23: 007-2022.

29- Zohlen, A. 2000; Use of 1,10-Phenanthroline in estimating metabolically active iron in plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 31: 481-500.

www.SID.ir