

ارزیابی تحمل پایه‌های سیب مالینگ مرتون ۱۰۶، گمی آلماسی و هیبرید آن‌ها به کلروز آهن

شهنام اشتری^{۱*}، محمدرضا دادپور^۲، شاهین اوستان^۳، فریبرز زارع زهنندی^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۸

۱- دانشجوی دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: shahnam90@gmail.com

چکیده

اکثر باغات میوه سردسیری ایران در مناطق آهکی استقرار یافته و علایم کمبود آهن در این اراضی به وفور قابل مشاهده است و باغداران مقادیر قابل توجهی کود شیمیایی حاوی آهن استفاده می‌نمایند که علاوه بر هزینه بر بودن، تعادل سایر عناصر غذایی خاک را نیز بر هم می‌زند. به منظور ارزیابی تحمل پایه‌های گمی آلماسی و مالینگ مرتون ۱۰۶ و هیبرید آن‌ها به کلروز آهن ناشی از بی‌کربنات، پایه‌های مورد مطالعه در گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی حاوی خاک غیرآهکی تیمار شده با ۵۰۰ میلی‌گرم بی‌کلوگرم بی‌کربنات از منبع بی‌کربنات پتاسیم و شاهد (فاقد بی‌کربنات) کاشته شد. در پایان دوره رشد پارامترهای شاخص کلروفیل، فلورسانس کلروفیل برگی و غلظت نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، آهن کل، منگنز، منیزیم، روی، کلسیم در بخش هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد. صفات شاخص کلروفیل، نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، نیتروژن کل، منگنز و روی برگی و همچنین مقادیر فسفر و منیزیم ریشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثرات متقابل بستر درکلون قرار گرفتند. نوع رقم و هیبریدهای آنها مقادیر کلروفیل کل، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن کل و کلسیم برگ‌ها و همچنین نیتروژن کل، روی، کلسیم، منگنز، پتاسیم، آهن و آهن کل بخش ریشه را تحت تاثیر قرار داد. پایه گمی آلماسی، بالاترین مقادیر کلروفیل کل، نیتروژن کل، فسفر، کلسیم، پتاسیم و آهن کل برگی را نسبت به دیگر پایه‌ها دارا بود. پایه گمی آلماسی در بستر بی‌کربناتی و همچنین بستر غیرآهکی (شاهد) بیشترین مقادیر شاخص کلروفیل، Fv/Fm، منگنز و روی را نسبت به دیگر پایه‌ها داشت.

واژه‌های کلیدی: بی‌کربنات، پایه هیبرید، خاک آهکی، سیب، کلروز آهن

Investigation of the Tolerance of Malling Merton106, Gami Almasi and their Hybrids to Fe Chlorosis

Shahnam Ashtari^{1*}, Mohammad Reza Dadpour², Shahin Oustan³, Fariborz Zareh Nadandi²

Received: September 11, 2017 Accepted: October 30, 2017

1-PhD. Student of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

2- Assoc. Prof., Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

3-Prof., Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: shahnam90@gmail.com

Abstract

Most of Iran temperate zone fruits orchards located in calcereous region and the signs of iron deficiency observed in orchards. So the producers use most amounts of Fe fertilizers that in addition to increase of production costs change the soils nutrients balance. In order to investigation the tolerance of Gami almasi and MM 106 rootstocks and hybrids between them to the induced chlorosis by the bicarbonate and iron deficiency, the studied materials were planted in pots containing the 10 kg of non calcareous soils that were treated with 500 mg/kg bicarbonate from the potassium bicarbonate source and the control ones did not received the bicarbonate. In the end of growth period parameters like the chlorophyll index, Chlorophyll florescence, Total nitrogen, Phosphorous, Potassium, Iron, Manganese, Magnesium, Zinc. And Calcium in roots and aerial parts were measured. The parametrs of chlorophyll index, Chlorophyll florescence Fv/Fm, Total Nitrogen, Manganese and Zinc in leaf and also Phosphorous and Magnesium in roots were significantly affected by soil condtion and cultivars. The cultivar affected the total Chlorophyll, Nitrogene, Phosphorous, Potasium, total Iron and Calsium of leaf and also affected the Zinc, Calsium, Manganese, Potasium and Iron in roots. The Gami almasi landrace in comparison with other root stocks had the highest of total Chlorophyll, total Nitrogen, Phosphorous, Calcium, Potassium and total iron of leaves. The Gami almasi in bicarbonated soil and also in without lime substrate had the highest chlorophyll index, Fv/Fm, Manganese and Zinc in relation to other stocks.

Key words: Apple, Bicarbonate, Chlorosis, Calcareous soil, Fe, Hybrid stock

مقدمه

غلظت بالای یون بی کربنات در خاک، فرایندهای متابولیک در ریشه و برگها را مختل کرده و فراهمی آهن برای گیاه را کاهش می دهد که از آن به عنوان کلروز آهن ناشی از آهن نام برده می شود. مهمترین اثر کلروز آهن کاهش غلظت کلروفیل و افزایش نسبی غلظت

کلروز ناشی از کمبود آهن^۱ اغلب در خاکهای آهکی، محدودیت شدیدی را در عملکرد گیاهان ایجاد می کند. pH قلیایی و غلظت بالای بی کربنات در ریزوسفر از مهمترین عوامل بروز کمبود آهن در گیاهان می باشند.

² Lime-Induced Chlorosis

¹ Fe Deficiency-Induced Chlorosis

اغلب خاک‌های ایران آهنی بوده علاوه بر آن ۸۶ درصد آب‌های آبیاری نیز دارای قلیابیت بالا می‌باشند (ملکوتی و همکاران ۲۰۰۹). سیب (*Malus pumila*) یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله در ایران است که صادرات آن در سالهای اخیر ارزآوری قابل ملاحظه‌ای را در پی داشته است. تنوع ژنتیکی این درخت امکان سازگاری آن را با شرایط اقلیمی مختلف فراهم کرده است (بابالار و همکاران ۲۰۰۱). با این حال، عدم تحمل به کلروز آهن ناشی از آهنک یکی از مشکلات اساسی در ارتباط با پایه‌های پاکوتاه سیب معرفی شده، توسط کشورهای خارجی می‌باشد. اغلب این پایه‌ها از نظر تحمل به سرما، میزان رشد، پاجوش‌دهی، شکل رشد و جذب عناصر پرمصرف گزینش شده‌اند. با توجه به اینکه کشورهای صاحب نام در زمینه اصلاح درختان سیب در مقایسه با ایران از نظر مشکلات تغذیه‌ای مربوط به خاک‌های آهنکی کمتر دچار چالش می‌باشند، لذا اصلاح و گزینش پایه‌های پاکوتاه سیب که متحمل به کلروز آهن ناشی از آهنک باشند، برای کشور ما از اولویت خاصی برخوردار است. متأسفانه مطالعات انجام شده در این زمینه خیلی محدود می‌باشد. گمی آلماسی یکی از ارقام بومی آذربایجان بوده و با توجه به اینکه تابه حال تحقیق جامعی در خصوص پایه‌های با منشاء توده‌های بومی کشور از نظر تحمل به قلیابیت انجام نشده است، در این تحقیق پایه‌های گمی آلماسی و مالینگ مرتون ۱۰۶ بعنوان یک پایه تجاری مهم، و هیبریدهای بین این دوازده تحمل به تنش بی‌کربنات مورد بررسی قرار گرفتند. مواد و روشها این تحقیق در طول سال ۱۳۹۵ به مدت یکسال زراعی در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در شرایط گلخانه ای اجرا گردید. برای تهیه بستر کشت از خاک غیرآهنکی (صفر تا ۲۰ سانتیمتری) یک باغ سیب بدون علائم کمبود آهن، نمونه برداری گردید (جدول ۱) و بعد از هوا خشک شدن خاک از غربال با مش پنج میلی متر عبور داده شد. برای اعمال تیمار بی کربناتی، مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات بر

کاروتنوئیدها است که منجر به بروز رنگ زرد در برگ‌ها می‌شود. بی‌کربنات به عنوان یک بافر عمل کرده و پروتون‌های رهاسازی شده از ریشه را خنثی می‌کند، که این امر منجر به کاهش فعالیت آنزیم فریک ردوکتاز^۱ در ریشه می‌شود. بعلاوه، بی‌کربنات از طریق افزایش قلیابیت در آپوپلاست برگ‌ها منجر به غیر فعال شدن آهن می‌گردد (منگل ۱۹۹۴). گیاهان از طریق افزایش ترشح پروتون (استراتژی I) یا ترشح فیتوسیدروفورها^۲ (استراتژی II) با این مشکل مقابله می‌کنند (بارکر و هورتون ۱۹۷۸). کلروز آهن ناشی از آهنک در درختان میوه (به ویژه مرکبات، هلو، گلابی و سیب) منجر به کاهش محصول، دیرس شدن میوه و کاهش کیفیت آن می‌شود (پستانا و همکاران ۲۰۰۱). یکی از بهترین راه‌ها برای اجتناب از کلروز آهن استفاده از گونه‌ها و واریته‌های متحمل است. تفاوت‌های ژنوتیپی برای مقابله با کلروز آهن در پرتقال (جراحی و همکاران ۲۰۱۳)، انگور (سایبر و همکاران ۲۰۱۰)، گلابی و به (دونینی و همکاران ۲۰۰۹) شناسایی شده‌اند. شهابی و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر غلظت‌های مختلف بی‌کربنات آب آبیاری را بر برخی ناهنجاری‌های تغذیه‌ای ارقام سیب رد دلشیز، گلدن دلشیز و گلاب کهنز بررسی کردند. در این مطالعه هر یک از پایه‌ها از نظر جذب عناصر پرمصرف یا کم مصرف از خاک مزایایی بر یکدیگر داشتند، اما هیچ‌یک به طور مطلق برتر نبودند. ارشادی و طلایی (۲۰۰۱) اثرات شش پایه سیب (M9، M26، M27، MM111، MM106 و M7) را بر جذب برخی عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، منگنز، روی و آهن) زمانی که به‌عنوان پایه برای ارقام رد دلشیز، گلدن اسموتی، گلاب کهنز و شفیق آبادی مورد استفاده قرار گرفته بودند، بررسی کردند که رقم گلاب کهنز صرف نظر از نوع پایه بیشترین غلظت آهن را داشت ولی غلظت آهن برگ در پایه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

² phytosiderophores¹ Ferric Reductase Enzyme

کل، فسفر، پتاسیم، آهن، آهن کل، منگنز، منیزیم، روی، کلسیم در بخش هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور پایه در سه سطح (رقم مالینگ مرتون ۱۰۶، گمی آلماسی هیبریدهای آنها) و بی‌کربنات پتاسیم (شاهد: خاک باغچه بدون استفاده از بی‌کربنات و بستر بی‌کربنات): بستری که در آن از ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم بیکربنات پتاسیم استفاده شده بود) در دو سطح در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت.

کیلوگرم خاک، از منبع بی‌کربنات پتاسیم اضافه گردید. سپس خاک‌ها داخل گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی ریخته شد. ارقام گمی آلماسی و هیبریدهای حاصل از مالینگ مرتون ۱۰۶ و گمی آلماسی از ایستگاه خلعت‌پوشان تهیه شد. پایه مالینگ مرتون ۱۰۶ نیز از یکی از موسسات نهال معتبر خریداری گردید. کلیه نهالهای مورد استفاده در آزمایش دوساله بودند. سپس پایه‌های ارقام گمی آلماسی و مالینگ مرتون ۱۰۶ و هیبریدهای آن‌ها در داخل گلدان‌ها کاشته شدند. تیمار شاهد خاک فاقد تیمار بی‌کربنات بود. در پایان دوره رشد پارامترهای شاخص کلروفیل، فلورسانس کلروفیل برگی و غلظت نیتروژن

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک

بافت خاک	آهک (%)	آهن (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	کربن آلی (%)	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی (dS/m)
لوم رسی	۸/۹	۱۶/۳۶	۲۸۶/۵۹	۱۷/۵۳	۰/۳۵	۶/۸۷	۰/۹۲

نقش دارد (طباطبائی، ۲۰۱۴). pH قلیایی و غلظت بالای بی‌کربنات در ریزوسفر از مهمترین عوامل بروز کمبود آهن در گیاهان می‌باشند. به ازاء هر یک واحد افزایش pH، حلالیت ترکیبات آهن هزار مرتبه کاهش پیدا می‌کند (لیندسای ۱۹۷۹). بروز کلروز آهن ناشی از بی‌کربنات در اغلب مطالعات گزارش شده و امری طبیعی به نظر می‌رسد جراحی و همکاران (۲۰۱۳) در پایه‌های مختلف پرتقال، اثرات چهار تیمار آب آبیاری حاوی بی‌کربنات سدیم (۰، ۳، ۶ و ۹ میلی مولار) را بر غلظت کلروفیل برگ معنی‌دار گزارش کرده‌اند. هماهنگ با نتایج این تحقیق شهابی و همکاران (۲۰۰۵) در یک آزمایش گلخانه‌ای تاثیر غلظتهای مختلف بی‌کربنات آب آبیاری بر برخی ناهنجاریهای تغذیه‌ای ارقام سیب ردیشین، گلدن دلشیز و گلاب کهنز را بررسی و اثر سطوح مختلف بی‌کربنات بر کاهش شاخص کلروفیل برگ را گزارش نمودند.

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل برگ

اثرات متقابل نوع بستر در رقم بر روی مقدار شاخص کلروفیل برگ پایه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بستر شاهد، ارقام از نظر شاخص کلروفیل اختلافی نداشته ولی در بستر بی‌کربناتی مقادیر شاخص کلروفیل ارقام به‌طور معنی‌داری متفاوت بود. مقادیر شاخص کلروفیل به‌طور معنی‌داری در بستر شاهد نسبت به بستر بی‌کربناتی بیشتر بوده و با افزایش میزان بی‌کربنات محیط، از مقدار شاخص کلروفیل پایه‌ها کاسته شد. در بستر بی‌کربنات بیشترین میزان شاخص کلروفیل مربوط به پایه گمی به مقدار ۳۹/۴۳ و کمترین مربوط به پایه MM106 با مقدار ۳۰/۶۶ بود (جدول ۳). آهن گرچه در ساختار کلروفیل وجود ندارد ولی در سنتز آن در سه مرحله به عنوان کوانزیم سبب تولید مواد میانی می‌شود. امروزه اعتقاد بر این است که آهن در سنتز پروتئین و رشد نوک ریشه

جدول ۲: تجزیه واریانس مربوط به تاثیر بی کرینات و رقم بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک و غلظت عناصر در برگ پایه های سیب

میانگین درختات														
منابع تغییر آزادی	درجه آزادی	شاخص کاروفیل	F0	Fm	Fw/Fm	کلروفیل کل	نسبت کل برگ	فسفر برگ	پتاسیم برگ	آهن برگ	منگنز برگ	منیزیم برگ	روی برگ	کلسیم برگ
یلوک	۲	۷۷۲۵	۲۵/۶۵	۷۰۹۱/۱۶۸	-/۰۰۲	۲۲۹۱/۱۶	-/۰۰۷	۱۶۰۰/۱۶	۳۶۸۷۰۰*	۱۴۹۷/۳۷	۲۲۰/۷۳	۱۴۹۶۱/۰۵	۱۸۱/۰*	۴۹۹۶۱/۰۵
بستر کشت	۱	۶۳۸۴۳*	۱۱۶۸/۰۰	۴۴۱۰/۴۵	-/۰۰۴	۷۲۵۸/۱۵*	۱/۱۷۳*	۲۲۴۰/۱۳۸*	۹۴۷۶۰*	۸۰۰۸/۵۷	۱۴۲۸۰۰/۲۲	۹۵۳۶۸۰۰/۲۲	۶۷۸/۸۳*	۶۵۳۶۸۰۰/۲۲
پایه	۲	۲۴/۳۳*	۷۸/۴۶	۷۲۲۱/۱۶	-/۰۰۱	۶۴۵۸/۱۶*	-/۱۹۴*	۱۴۱۷۰/۱۶*	۶۹۸۸۰*	۵۷۵/۳۳	۷۶۵۶۳۷*	۱۲۱۹۴۵/۰۵	۲۳۷/۶۳*	۱۲۱۹۴۵/۰۵
اثر متقابل بستر در پایه	۲	۳۶/۹۱*	۲۳/۷۴	۶۳۱/۱۶	-/۰۱۹*	۴۰۰/۱۶	-/۰۷۵۲	۵۲۲/۳۸	۳۶۱۰۰۵۵/۵۵	۱۸۴۰/۹۸	۱۲۵۴/۲۸	۱۹۰۸۱۰/۳۸	۷۶/۶۸*	۱۹۰۸۱۰/۳۸
اشتباه آزمایشی	۱۰	۷۰۷۵	۲/۴۵۶	۲۸۴۳	-/۰۰۲	۱۰۰۰/۵	-/۰۰۱۸	۱۷۸۳/۳۶	۵۲۰۱۶۶۶/۶۶	۲۳۷۲/۸۷	۴۶۹/۳۳	۴۴۱۴۲/۵۲	۲۶/۱۲	۴۴۱۴۲/۵۲

ادامه جدول ۲: تجزیه واریانس مربوط به تاثیر بستر کشت و رقم بر محتوی برخی عناصر در ریشه پایه ی سیب

میانگین درختات										
منابع تغییر آزادی	درجه آزادی	نیترژن کل ریشه	فسفر ریشه	پتاسیم ریشه	آهن ریشه	آهن کل ریشه	منگنز ریشه	منیزیم ریشه	روی ریشه	کلسیم ریشه
یلوک	۲	-/۰۴۴*	۲۱۹۷۶۵/۳۰	۳۱۶۸۸۹۷/۰۵	۱۳۳۳۶/۵	۱۴۴۴۴۳/۵*	۲۴/۹	۱۴۹۲۲/۰۵۶	۱۷/۳۶	۱۲۵۴۴۷/۱۶
بستر کشت	۱	-/۳۳۹*	۲۲۰/۸۷*	۴۶۳۴/۷*	۱۱۷۸۶۲۴/۳۳*	۱۷۵۳۳۲/۰*	۴۸۶/۷۳*	۳۰۳۴۹۸/۰۵*	۱۰۰۰/۵*	۳۳۷۲۵۴/۷۳*
رقم	۲	-/۰۸۹*	۴۶۳۳۱/۲۴*	۳۷۲۲/۸*	۳۳۷۵۶/۵*	۷۸۶۹۸۰۰۰*	۵۱۷/۸۸*	۱۲۰۲۹۷/۷۳*	۱۶۷۳/۷۴*	۶۰۵/۵۷*
اثر متقابل بستر در رقم	۲	-/۰۰۲	۲۹۷۶/۰*	۲۴۵۵۲/۷۲	۴۲۹۵۰/۰۶	۱۰۰۱۳۲/۶۶	۱۳/۹۵	۴۸۳۳۴۹/۳۸*	۳۶/۱۷۲	۲۰۴۳۲/۳۸
اشتباه آزمایشی	۱۰	-/۰۰۵	۳۳۸۶/۴۲	۱۲۸۹۹۰۴/۹۲	۴۴۰۹۹/۳۶	۱۵۲۰۷/۹۶	۷/۴۳	۹۹۹۵۰/۱۸۹	۱۸/۵۷	۱۶۵۵۲/۳۶

فلورسانس کلروفیل

فلورسانس کلروفیل یکی از راههای مصرف انرژی برانگیختگی در فتوسنتز است که به طور گسترده‌ای در پژوهشهای فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای تعیین وضعیت فیزیولوژی گیاه و میزان آسیب وارده به دستگاه فتوسنتزی قابل استفاده است (حاکام و همکاران ۲۰۰۰). یکی از پارامترهای مهم کلروفیل فلورسانس نسبت Fv/Fm است. نسبت Fv/Fm بیشترین کارایی کوانتومی فتوسیستم II برای تبدیل نور جذب شده به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد (سلطانی ۲۰۰۴). براساس تجزیه واریانس داده‌ها، شاخص Fv/Fm به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات متقابل نوع بستر در رقم قرار گرفت (جدول ۲). در بین ارقام مورد مطالعه پایه گمی و MM106، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شاخص Fv/Fm را در تیمارهای بستر شاهد و تیمارکربناته داشتند (جدول ۳). هر چه مقدار Fv/Fm کمتر باشد آسیب از تنش بیشتر خواهد بود (سورپین و همکاران ۲۰۰۲)، در نتیجه در بین ارقام مورد مطالعه، پایه MM106 بیشترین حساسیت را نسبت به تنش نشان داد. گزارشهای کمی درباره اثر تنش قلیابیت بر روی فتوسنتز، مخصوصاً کلروفیل فلورسانس وجود دارد (لیو و شای، ۲۰۱۰). با وجود این، بازداشتن فتوسنتز و به تأخیر انداختن رشد گیاه بر اثر تنش قلیابیت در برخی پژوهشها گزارش شده است (یانگ و همکاران ۲۰۰۹). رجبی و همکاران (۲۰۱۲) نیز از این شاخص برای غربال دانه‌های پسته از نقطه نظر تحمل به غلظت‌های مختلف بی‌کربنات استفاده نمودند. در مطالعه آنان متحمل‌ترین پایه نسبت به وجود بی‌کربنات سدیم دارای شاخص Fv/Fm بیشتری بود.

هماهنگ با نتایج این تحقیق، لیو و شای (۲۰۱۰)، کاهش نسبت Fv/Fm تحت تنش ترکیب شوری و بی‌کربنات را در گیاه آفتاب گردان گزارش نموده‌اند و دلیل آن را به

تأثیرات مخرب pH زیاد بر از بین بردن دستگاه فتوسنتزی و پذیرنده‌های الکترون، کاهش کارایی فلورسانس، تضعیف فعالیت فتوسیستم II و کاهش واکنشهای فتوشیمیایی نسبت داده‌اند. در پژوهش حاضر، کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تیمارهای بیکربنات پتاسیم ممکن است یکی از دلایل کاهش Fv/Fm باشد.

کلروفیل کل

کلروفیل کل به طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع رقم قرار گرفت (جدول ۲). پایه گمی با $۱۸۰۶/۳$ میکرو گرم در گرم بیشترین و MM106 با $۱۷۴۱/۵$ میکرو گرم در گرم کمترین غلظت کلروفیل را نشان داد (جدول ۳). اگر گیاهی قادر به جذب آهن به مقدار کافی نباشد، ساخت کلروفیل در برگ کاهش می‌یابد و برگ‌ها رنگ پریده خواهند شد. عدم دسترسی گیاه به عنصر آهن به ساخت کلروفیل صدمه می‌زند (دلا گاردیا و آلکانترا ۲۰۰۲).

کلروفیل و کارتنوئیدها، مهمترین رنگدانه‌های فعال در عمل فتوسنتز هستند pH زیاد ناشی از تنش قلیابیت سبب تخریب کلروپلاست و کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاهان می‌شود. تحت شرایط بی‌کربنات، کاهش غلظت آهن برگ سبب کاهش کلروفیل غلظت کاهش می‌شود (ملاسیوتیز و همکاران ۲۰۰۶). کاهش غلظت کلروفیل، قدرت رشد و مقاومت به تنش را در گیاه کاهش میدهد (یانگ و همکاران ۲۰۱۱). همچنین کاهش میزان کلروفیل تحت تیمار بی‌کربنات می‌تواند به علت تجزیه کلروفیل بر اثر آنزیم کلروفیل‌لاز بوجود آید (دنج و همکاران ۲۰۱۰). هماهنگ با نتایج این پژوهش، کاهش میزان کلروفیل در پایه‌های هلو (دلا گاردیا و آلکانترا ۲۰۰۲) و پایه‌های انگور (کسوری ۲۰۰۰) تحت تیمار بی‌کربنات سدیم گزارش شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر نوع پایه بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک و غلظت عناصر در برگ پایه‌های سیب

پایه	نیتروژن کل (درصد)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	آهن (mg.kg ⁻¹)	آهن کل (g.kg ⁻¹)	منگنز (mg.kg ⁻¹)	روی (mg.kg ⁻¹)	کلسیم (mg.kg ⁻¹)
گمی	۲/۳ ^a	۲۱۶۴۲/۴ ^a	۱۲۱۱/۵۳ ^a	۱۶۱۱/۴۰ ^a	۵۷/۶۳ ^a	۸۵/۴۳ ^a	۱۵۴۶۵/۴ ^c
هیبرید	۲/۲۲ ^a	۹۷۰۳۵/۳ ^b	۷۴۷۵/۰۲ ^b	۱۴۴۴/۲۹ ^b	۴۱/۲۵ ^b	۵۷/۰۰ ^b	۲۱۵۲۲/۴ ^a
MM106	۲/۰۰ ^b	۲۴۵۷۲/۴ ^b	۹۱۷۰/۰۲ ^b	۱۴۸۹/۳۳ ^b	۴۱/۸۵ ^b	۸۶/۴ ^a	۱۶۸۳۱/۴ ^b

باید توجه داشت که تنها کمبود آهن به زردی برگ منجر نمی‌شود، کمبود نیتروژن، گوگرد، منیزیم و برخی عناصر غذایی دیگر، بعضی آفات و بیماری‌ها و یا نور کم در مواردی به رنگ پریدگی برگ می‌انجامد (طباطبائی ۲۰۱۴).

غلظت عناصر غذایی در برگ

نوع رقم، مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن کل و کلسیم برگ‌گی را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). پایه گمی با دارا بودن ۷۸۷/۵، ۶۹۶/۹۲، ۷۶۳۹/۵ و ۵۰۷۱۷ بیشترین و پایه MM106 با داشتن ۶۷/۶۹۰، ۶۲۷/۸، ۵۶۳۶/۵ و ۲۹۸۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین مقادیر فسفر، آهن کل، کلسیم و پتاسیم برگ‌گی را دارا بودند (جدول ۳). کاری و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که کاربرد سکوسترین تحت شرایط قلیائی باعث افزایش غلظت آهن و مس و کاهش غلظت منگنز و روی در کاهو شد. از آنجا که سولفات آهن در خاک رسوب می‌کند به صورت محلول‌پاشی روی گیاه استفاده می‌شود. منبع آهن به کار برده شده برای یک محصول می‌تواند با توجه به مقدار pH تغییر پیدا کند. برای مثال، در بستر پیت با pH کمتر از ۵/۵، منابع غیر آلی آهن از قبیل Fe SO₄.7 و H₂O و اکسید آهن تا حد زیادی می‌توانند محلول باشند. اما هنگامی که pH بستر افزایش می‌یابد حلالیت این ترکیبات به شدت کاهش می‌یابد. در مقابل، کلات‌های آهن می‌توانند حلالیت آهن را در دامنه وسیعی از pH حفظ کنند که نتیجه آن حذف نشانه‌های کمبود آهن در گیاهان

رشد کرده در pH بالا می‌باشد (لیندسای ۱۹۷۹). گیاهان به غلظت‌های بالای بی‌کربنات از طریق کاهش رشد شاخساره واکنش نشان می‌دهند و این ممانعت در رشد شاخساره در برگ‌گیرنده کاهش در تعداد برگها، وزن تر و خشک و طول ساقه می‌باشد. کاهش رشد شاخساره به کاهش شدت فتوسنتز در اثر کلروز ناشی از بی‌کربنات در برگها مربوط می‌شود. کاهش فتوسنتز به دلیل ممانعت از سنتز کلروفیل که ناشی از انتقال کم آهن یا حلالیت کم آهن در خاک است، رخ می‌دهد (والدز و آگویلار ۲۰۰۴). تنش قلیائیت منجر به اختلال در فعالیت ریشه، کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و سیستم غشایی شده و در نهایت موجب کاهش شدید فعالیت ریشه شد. جراحی و همکاران (۲۰۱۳) در سه پایه پرتقال، اثرات چهار تیمار آب آبیاری حاوی بی‌کربنات سدیم (۳، ۶ و ۹ میلی مولار) را بر غلظت کلروفیل برگ و غلظت روی و منگنز معنی‌دار و بر غلظت آهن غیر معنی‌دار گزارش کردند. ارشادی و طلایی (۲۰۰۱) اثرات شش پایه (M9، M26، M27، M7، MM111، MM106) را بر غلظت عناصر غذایی زمانی که به‌عنوان پایه برای ارقام رد دلشیز، گلدن اسموتی، گلاب کهنز و شفیع آبادی مورد استفاده قرار گرفته بودند، بررسی کردند. نتایج نشان داد که بالاترین غلظت آهن در برگهای رقم گلاب کهنز مشاهده شد. غلظت آهن برگ در پایه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

منیزیم را نشان داد. نوع رقم، مقادیر نیتروژن کل، پتاسیم، آهن، آهن کل، منگنز، روی و کلسیم ریشه را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). پایه گمی به طور معنی‌داری پتاسیم، آهن، آهن کل و منگنز بالاتری نسبت به دو پایه دیگر داشت. مقدار نیتروژن کل ریشه، پایه گمی و هیبریدهانزدیک بهم بوده و به طور معنی‌داری از پایه MM106 بیشتر شد. از لحاظ آماری مقدار روی ریشه در پایه گمی و MM106 بیشتر از هیبریدها بود. بالا ترین مقدار کلسیم ریشه در پایه هیبرید و کمترین مقدار در گمی مشاهده گردید (جدول ۵). گیاه در واکنش به کمبود آهن فیتوسیدروفورها اسیدهای آمینه غیرپروتئینی می‌کند. فیتوسیدروفورها اسیدهای آمینه غیرپروتئینی هستند که با آهن کمپلکس پایداری را تشکیل داده و آن را به طور اختصاصی به داخل سیتوپلاسم سلول‌های ریشه هدایت می‌کنند (مارشور و همکاران ۱۹۸۶). زمانی که پایه پرتقال در محیط حاوی آهن کم و در حضور کربنات کلسیم رشد کرد، فعالیت آنزیم فریک کلات رودکتاز در مقایسه با شاهد ۲/۵ برابر افزایش یافت (پستانا و همکاران ۲۰۰۱). غلظت بالای بی‌کربنات در شرایط غلظت کم آهن ظرفیت احیاء کنندگی ریشه را کاهش داد (آلکانترا و همکاران ۲۰۰۰).

امیری و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر پایه‌های MM111، MM106، M9 و دانه‌های بومی را بر جذب عناصر غذایی و رشد پیوندک در ارقام سیب‌گلدن دلشیز و رویال گالا در طی سالهای ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۱ بررسی کرده و نتیجه گرفتند که اثر پایه‌های فوق بر غلظت عناصر در برگ‌های پیوندک و میوه، رشد درخت، میزان محصول و کیفیت آن معنی‌دار است. آنان دریافتند که تاثیر پایه بر پیوندک از طریق جذب عناصر غذایی و انتقال آن به پیوندک است. رویال گالا و گلدن دلشیز بیشترین کارایی را در جذب کلسیم و پتاسیم داشتند، در حالیکه این ارقام روی پایه M9 بیشترین جذب نیتروژن، منگنز و آهن را نشان دادند. MM106 بیشترین کارایی را در جذب فسفر و M9 کمترین کارایی را در جذب کلسیم و پتاسیم داشت. بیشترین غلظت نیتروژن و کمترین غلظت کلسیم میوه در پایه M9 مشاهده گردید. افزایش غلظت یون بی‌کربنات موجب افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ شد. اما غلظت عناصر آهن، منیزیم و منگنز کاهش یافت و غلظت عناصر کلسیم، مس و روی تحت تاثیر قرار نگرفت. مطابق با نتایج این پژوهش، غلظت آهن در اندام هوایی گلایی (زریمی و گارسالی ۲۰۰۲)، هلو (دلا گاردیا و آلکانترا ۲۰۰۲)، هندوانه‌های پیوندی (کولا و همکاران ۲۰۱۰) با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم کاهش چشمگیری نشان داد.

غلظت عناصر غذایی در ریشه

مقادیر فسفر و منیزیم ریشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثرات متقابل رقم در بستر قرار گرفت (جدول ۲). پایه MM106 در بستر غیر کربناتی (شاهد) بیشترین مقادیر فسفر و منیزیم ریشه را نسبت به پایه گمی و هیبرید داشت. در بستر کربناتی (تیمار بی‌کربنات پتاسیم)، مقدار فسفر ریشه، پایه‌ها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی از نظر غلظت منیزیم ریشه، پایه‌ها اختلاف معنی‌داری نسبت به همدیگر داشتند و گمی‌آلماسی نسبت به دو پایه دیگر بیشترین غلظت

جدول ۴- مقایسه میانگین بر همکنش بستر کشت نوع پایه بر برخی صفات برگ‌های سیب

نوع بستر	پایه	spad	Fv/Fm	منگنز (mg.kg^{-1})	روی (mg.kg^{-1})
غیر کربناتی	گمی	۴۶/۵۳ ^a	۳۶۱/۶۷ ^a	۷۰/۶۸ ^a	۴۲/۶ ^a
غیر کربناتی	هیبرید	۴۷/۰۶ ^a	۳۳۷/۳۳ ^b	۴۳/۷۰ ^{bc}	۲۶/۸ ^c
غیر کربناتی	MM106	۴۵/۷۶ ^a	۳۲۸/۰۰ ^{cd}	۴۸/۱۳ ^b	۴۱/۸ ^a
کربناتی	گمی	۳۹/۴۳ ^b	۳۳۱/۳ ^b	۵۰/۵۳ ^b	۳۴/۶۶ ^b
کربناتی	هیبرید	۳۳/۵۳ ^c	۳۲۷/۰۰ ^d	۳۶/۵۳ ^c	۲۴/۲۶ ^c
کربناتی	MM106	۳۰/۶۶ ^d	۳۲۰/۳۳ ^c	۳۸/۶۰۰ ^c	۳۱/۳۳ ^b

جدول ۵- مقایسه میانگین تاثیر نوع رقم بر برخی صفات ریشه پایه‌های سیب

پایه	کلروفیل کل ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	نیترژن کل (درصد)	فسفر (mg.kg^{-1})	آهن کل (mg.kg^{-1})	پتاسیم (mg.kg^{-1})	کلسیم (mg.kg^{-1})
گمی	۱۸۰۶/۳ ^a	۳/۳۵ ^a	۷۸۷/۵ ^a	۶۹۶/۹۲ ^a	۵۰۷۱۷ ^a	۷۶۳۹/۵ ^a
هیبرید	۱۷۸۲/۷ ^a	۳/۱۵ ^b	۷۴۶/۳۳ ^a	۶۴۶/۶۹ ^b	۴۵۰۰۰ ^b	۶۹۱۸/۰ ^b
MM106	۱۷۴۱/۵ ^b	۲/۵۶ ^c	۶۹۰/۶۷ ^b	۶۲۷/۸ ^b	۲۹۸۳۳ ^c	۵۶۳۶/۵ ^c

جدول ۶- مقایسه میانگین بر همکنش بستر کشت نوع رقم بر برخی صفات ریشه پایه‌های سیب

نوع بستر	پایه	فسفر (mg.kg^{-1})	منیزیم (mg.kg^{-1})
غیر کربناتی (شاهد)	گمی	۳۵۰۹۰/۲ ^b	۴۲۱۸۰/۳۶ ^b
غیر کربناتی (شاهد)	هیبرید	۳۲۲۳۳/۲۰ ^b	۴۰۵۹۷/۳۸ ^b
غیر کربناتی (شاهد)	MM106	۴۰۱۶۳/۲۳ ^a	۴۶۶۰۰/۳۸ ^a
کربناتی	گمی	۲۷۰۷۳/۳ ^c	۳۸۴۹۰/۳۶ ^c
کربناتی	هیبرید	۲۴۴۷۳/۲۱ ^c	۳۴۲۶۳/۲ ^d
کربناتی	MM106	۲۵۳۷۰/۶۱ ^c	۳۲۰۲۷/۳ ^e

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که افزایش غلظت کربنات خاک روی جذب و غلظت عناصر تاثیر منفی داشته و پایه های مورد مطالعه نیز از لحاظ واکنش به تنش بی کربنات عملکرد متفاوتی داشتند. پایه گمی از نظر صفات مورد بررسی در مقایسه با هیبرید و MM106 به طور نسبی برتری داشت. پایه گمی آلماسی، بالاترین مقادیر کلروفیل کل،

نیترژن کل، فسفر، کلسیم، پتاسیم و آهن کل برگ را نسبت به دیگر پایه‌ها دارا بود. پایه گمی آلماسی در بستر بی کربنات پتاسیم و همچنین بستر غیر آهکی (شاهد) بیشترین مقادیر شاخص کلروفیل، Fv/Fm، منگنز و روی را نسبت به دیگر پایه‌ها داشت.

منابع مورد استفاده

- Alcantara E, Romera FJ and Canete M, 2000. Effects of bicarbonate and iron supply on Fe (III) reducing capacity of roots and leaf chlorosis of the susceptible peach rootstock Nemaguard, *Journal of Plant Nutrition*, 23: 1607-1617.
- Amiri M, Fallahi EM, Safi-Songhorabad Amiri M, Fallahi E. and Safi-Songhorabad M, 2014. Influence of Rootstock on Mineral Uptake and Scion Growth of 'Golden Delicious' and 'Royal Gala' apples, *Journal of Plant Nutrition*, 37: 16-29.
- Babalar M, Mohebi M, Askary Sarcheshme MA, 2015. Effect of iron and nitrogen application on quantitative and qualitative characteristics of apple "cv. Fuji". *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(3): 399-407. (In Persian).
- Baker NR and Horton P, 1978. Chlorophyll fluorescence quenching during photoinhibition. In: *Photoinhibition* (D.J. Kyle, C.B Osmond, C.J. Artzen, Eds.). Elsevier Scientific Publisher, Amsterdam, 85-94.
- Colla G, Roupheal Y, Cardarelli M, Salerno A and Rea E, 2010. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental & Experimental Botany*, 68:283-291.
- De la Guardia MD, and Alcántara E, 2002. Bicarbonate and low iron level increase root to total plant weight ratio in olive and peach rootstock. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 1021-1032.
- Deng CN, Zhang GX, Pan X L, and Zhao KY, 2010. Chlorophyll fluorescence and gas exchange responses of maize seedlings to saline-alkaline stress. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(1): 49-58.
- Donini S, Castagna A, Ranieri A and Zocchi G, 2009. Differential responses in pear and quince genotypes induced by Fe deficiency and bicarbonate. *Journal of plant physiology*, 166:1183-1196.
- Ershadi A and Talaie A, 2001. The effect of clonal rootstocks on leaf mineral composition of several apple cultivars. *Acta Horticulturae*. 564: 317-320.
- Gasemi A, Nasiri J, Yahya abadi M, 2010. Study of the Relative Tolerance of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Rootstocks to Different Bicarbonate Concentrations. *Journal of Cultivation of Seedlings and Seeds (Seedlings and Seeds)*, 26:137-157. (In Persian).
- Hakam P, Khanizade S, Deell, JR, and Richr C, 2000. Assessing chilling tolerance in roses using chlorophyll fluorescence. *HortScience*, 35: 184-186.
- Jarrahi N, Moez Ardalan M and Akhlaghi Amiri N, 2013. Effect of bicarbonate of irrigation water on absorption of some of micro elements and leaf chlorophyll of some citrus rootstocks in hydroponic culture. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(7): 389-395.
- Johnson JD, Tognetti R and Paris P, 2002. Water relations and gas exchange in poplar and willow under water stress and elevated atmospheric CO₂. *Physiolgia. Plantarum*, 115:93-100.
- Kari Y, Jaakkola A and R, Aksela, 2004. Effect of Fe compounds on nutrient uptake by plants grown in sand media with different pH. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167: 602-608
- Krause GH and Weis E, 1984. Chlorophyll fluorescence as a tool in plant physiology. Interaction of fluorescence signals. *Photosynthetic Research*, 5:139-157.
- Lindsay WL, 1979. *Chemical equilibria in soils*. The Blackburn Press, Caldwell, NJ.
- Liu J, and Shi DC, 2010. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence, inorganic ion and organic acid accumulations of sunflower in responses to salt and salt-alkaline mixed stress. *Photosynthetica journal*, 48: 127-134.
- Malakouti MJ, Ehyae M and Khoshkhabar VG, 2009. Irrigatio Water Bicarbonate Obstacle to Increasing Agricultural Productivity in the Country. Technical publications. Soil and Water Research Institute.Iran. (In Persian).

- Mengel K, 1994. Iron availability in plant tissues: iron chlorosis on calcareous soils. *Plant and Soil*, 165: 275–283.
- Malassiotis A, Tanou G, Diamantidis G, Patakas A, and Therios L, 2006. Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 163: 176-18.
- Pestana M, David M and Varennes A, 2001. Responses of “Newhall” orange trees to iron deficiency in hydroponics: effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency, and root ferric chelate reductase activity. *Journal of Plant nutrition*, 24: 1609-1620.
- Rajabi M, Karimi HR and Hokmabadi H, 2012. The effects of different concentrations of sodium bicarbonate on some of the foundations of pistachios in a hydroponic system. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 13: 114-101. (In Persian).
- Sabir A, Bilir-Ekbic H, Erdem H and Tangolar S, 2010. Response of four grapevine (*Vitis* spp.) genotypes to direct or bicarbonate-induced iron deficiency. *Spanish Journal of Research*, 803-829.
- Shahabi A, Malakouti MJ and Fallahi E, 2005. Effects of Bicarbonate Content of Irrigation Water on Nutritional Disorders of Some Apple Varieties. *Journal of Plant Nutrition*, 28: 1663-1678.
- Soltani A, 2004. Chlorophyll Fluorescence and Its Application. Internal Press. University of Agricultural Science and Natural Resource, Gorgan, Iran. (In Persian).
- Surpin M, Larkin RM and Chory J, 2002. Signal transduction between the chloroplast and the nucleus. *The Plant Cell Supplementary*, 327–338.
- Tabatabaei SJ, 2014. Principal of Mineral Nutrition of Plant. University of Tabriz. (In Persian).
- Valdez-Aguilar LA, and Reed DW, 2007. Response of selected greenhouse ornamental plants to alkalinity in irrigation water. *Journal of Plant nutrition*, 30: 441-452.
- Yang C W, Xu HH, Wang L L, Liu J, Shi DC, and Wang DL, 2009. Comparative effects of salt-stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plants. *Journal Photosynthetica*, 47: 79-86.
- Zribi K, and Gharsalli M, 2002. Effect of bicarbonate on growth and iron nutrition of pea. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 2143-2149.