پاسخ پایه‌های دانهالی و همگروهی ‘به’ (*Cydonia oblonga* Mill.) به غلظت‌های آهن

سیمین محمدی [۱*]، بهرام بانی‌نسب [۲]، امیرحسین خوشگفتارمنش [۳]، ایوبعلی قاسمی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴- مربی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
*تویسنده مسئول

چکیده
در این تحقیق واکنش پایه دانهالی ‘به’ و سه پایه همگروهی شامل Q.B، Q.C و PQBA29 به دو غلظت آهن (۳ و ۵۰ میکرومول) در محلول‌های غذایی در حضور و عدم حضور بیکربنات، مطالعه شد. نتایج نشان داد در پایه همگروهی PQBA29 محتوای کلروفیل نسبی، غلظت آهن فعال برگ، سطح برگ و فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به سایر پایه‌های مورد آزمایش کمتر تحت تاثیر غلظت کم آهن یا وجود بیکربنات در محلول غذایی قرار گرفت. پایه دانهالی ‘به’ در این شرایط به شدت علائم کلروز آهن نشان داد. همچنین پایه Q.C سازگاری بهتری نسبت به پایه Q.B در شرایط کمبود آهن نشان داد.
واژه‌های کلیدی: کمبود آهن، ‘به’، فعالیت آنزیم کاتالاز، آهن فعال، بیکربنات

مقدمه
عنصر آهن در تولید فرایندهای استفاده انرژی و بسیاری از واکنش‌های حیاتی گیاه دخالت دارد(کلباسی، ۱۳۷۴). امروزه ‘به’ *(Cydonia oblonga* Mill.*)* نه تنها به‌عنوان پایه مناسبی برای ارقام مختلف ‘به’، بلکه همچنین به‌عنوان پایه سازگار برای اکثر ارقام گلابی دنیا مورد استفاده است (منیعی، ۱۳۷۳). یکی از مشکلات مهم این پایه، بروز کلروز ناشی از کمبود آهن در خاک‌های آهکی است (Cinelli et al., 2004) که این خاک‌ها حاوی مقادیر قابل توجهی از بیکربنات‌ها و کربنات‌ها می‌باشد (کلباسی، ۱۳۷۴). بنابراین هدف از این پژوهش تعیین میزان تحمل یا مقاومت پایه‌های همگروهی ‘به’ (QB، QC و PQBA29) نسبت به پایه دانهالی ‘به’ در شرایط کمبود آهن و بررسی نقش بیکربنات بر کلروز آهن می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در گلخانه آموزشی- پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در۴ تکرار در گلدان‌های حاوی ماسه انجام شد. در این تحقیق دانهال‌های یکساله ‘به’ و قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه‌های همگروهی Q.B، Q.C و PQBA29 تحت چهار تیمار شامل شاهد: ۵۰ میکرومول آهن و بدون حضور بیکربنات (Fe50)، غلظت آهن ۵۰ میکرومول در حضور بیکربنات(Fe50+Bic)، ۳ میکرومول آهن و بدون حضور بیکربنات (Fe3) و غلظت آهن ۳ میکرومول در حضور بیکربنات (Fe3+Bic) قرار گرفتند. کلات آهن(Fe-EDTA) به عنوان منبع آهن استفاده شد و برای تیمارهای بیکربنات از ۱۰ میلی‌مولار سدیم هیدروژن کربنات ($NaHCO_3$) استفاده شد. پس از استقرار گیاهان تیمارهای مختلف به مدت ۵۰ روز اعمال شد. در پایان آزمایش کلروفیل نسبی توسط دستگاه کلروفیل سنج، غلظت آهن فعال برگ، سطح برگ و فعالیت آنزیم کاتالاز اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث
نتایج نشان داد با کاهش غلظت آهن محتوای کلروفیل نسبی برگ کاهش یافت و وجود بیکربنات در غلظت‌های بالای آهن همچنین به طور قابل توجهی باعث کاهش این فاکتور شد (جدول۱). بیشترین میزان کلروفیل نسبی در پایه PQBA29 و کمترین میزان آن در پایه دانهالی مشاهده شد. پایه‌های Q.B و Q.C از این نظر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول۱). اثرات متقابل پایه و تیمارهای مختلف آهن نشان داد اگرچه در شرایط غلظت آهن بالا پایه Q.C بیشترین میزان کلروفیل نسبی را دارا بود، در شرایط کمبود آهن پایه PQBA29 بیشترین میزان کلروفیل نسبی برگ را نشان داد (جدول۱). با افزایش یون بیکربنات، PH آپوپلاست

سلول افزایش یافته و آهن موجود در گیاه به صورت غیر فعال رسوب می‌کند که در نتیجه کمبود آهن ناشی از بیکربنات، سنتز کلروفیل کاهش یافته و برگ‌های گیاه حالت زردی به خود می‌گیرند (Mengel, 1994). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با کاهش غلظت آهن میزان آهن فعال برگ کاهش یافت و حضور بیکربنات در تیمار آهن کافی سبب کاهش آهن فعال شد (جدول۱). بیشترین میزان این فاکتور در پایه‌های دانهالی و Q.B مشاهده شد (جدول۱). اثرات متقابل پابه و تیمارهای مختلف آهن نیز نشان داد در تیمار ۵۰ میکرومول آهن و وجود بیکربنات بیشترین آهن فعال برگ در پایه‌های همگروهی Q.B و Q.C مشاهده شد (جدول۱). در تایید نتایج فوق در دانهال‌های هلو و بادام نیز با کاهش غلظت آهن یا حضور بیکربنات در محلول غذایی، غلظت آهن فعال برگ نیز کاهش یافته است (Gharsalli & Hajji, 2002) . سطح برگ در تیمارهای کمبود آهن نسبت به شاهد کاهش یافت و بیکربنات تاثیر قابل توجهی در کاهش این شاخص به خصوص در تیمار آهن کافی نسبت به شاهد داشت(جدول ۱). بیشترین میزان سطح برگ در پایه PQBA29 مشاهده شد و سایر پایه‌ها از این نظر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول۱). کمبود آهن سبب ایجاد تغییراتی در کوتیکول برگ و دیواره سلولی شده، همچنین موجب کاهش تولید مواد لیپیدی می‌شود و از آنجا که مواد لیپیدی برای رشد و توسعه برگ مورد نیاز است با کمبود آهن سطح برگ کاهش می‌یابد (Abadia, 1992). فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش کمبود آهن کاهش یافت و بین تیمار آهن کافی در حضور بیکربنات و آهن ۳ میکرومولار اختلاف آماری وجود نداشت (جدول۱). بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در پایه‌های PQBA29 و Q.C و کمترین آن در پایه دانهالی مشاهده شد. در پایه دانهالی این فاکتور در تیمار آهن کافی به همراه بیکربنات بیشترین کاهش را نسبت به شاهد (۶۴٪) نشان داد و بین تیمارهای کمبود آهن تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. نتایج همچنین نشان داد فعالیت آنزیم کاتالاز در پایهPQBA29 تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت که مقاومت بیشتر این پایه را در برابر استرس کمبود آهن نشان می‌دهد. بیکربنات در همه پایه‌ها ، بجز PQBA29، موجب کاهش قابل توجه فعالیت این آنزیم در تیمار آهن کافی نسبت به شاهد شد ولی در تیمار آهن ۳ میکرومولار حضور یا عدم حضور بیکربنات تاثیری نداشت (جدول۱)، بنابراین در حالی که آهن کافی در محلول غذایی وجود دارد، بیکربنات به عنوان یک عامل محدود کننده در جذب و انتقال آهن اختلال ایجاد می‌کند. در شرایط کمبود آهن، رادیکال‌های آزاد اکسیژن در گیاه تجمع می‌یابد. از جمله سیستم‌های دفاعی گیاهان در این شرایط، تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدان نظیر کاتالاز می‌باشد که عنصر آهن به عنوان کوفاکتور در ساختمان آنها نقش دارد (Molassiotis et al., 2006) .

در مجموع به طور کلی پایه PQBA29 پتانسیل رشد و سازگاری بهتری نسبت به سایر پایه‌های مورد آزمایش در شرایط کمبود آهن در این تحقیق نشان داد. پایه دانهالی‘به’ نیز در شرایط استرس کمبود آهن، بویژه زمانی که بیکربنات در محلول‌غذایی وجود داشت، بیشترین علائم کلروز را نشان داد. همچنین در محلول غذایی با آهن کافی وجود بیکربنات تا حدودی باعث ایجاد شرایطی مشابه با کمبود مطلق آهن شد و آسیب ناشی از آن در پایه دانهالی ‘به’ بسیار مشهود بود.

منابع

۱. کلباسی، م. ۱۳۷۴. کلروز آهن در گیاهان و راه‌های مبارزه با آن. روابط عمومی سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اصفهان. ۳۱ص.

۲. منیعی،ع. ۱۳۷۳. گلابی و‘به’ و پرورش آنها. انتشارات فنی ایران.۱۱۳ص.

3. Abadia, J. 1992. Leaf responses to Fe deficiency: a review. Journal of Plant Physiology. 15:1699–1713

4. Cinelli, F., F. Loreti and R. Muleo. 2004. Regeneration and selection of quince BA29 (*Cydonia oblonga* Mill.) somaclones tolerant to lime-induced chlorosis. Acta Horticulturae. 658: 573-579.

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

6. Gharsalli, M. and M. Hajji. 2002. Comparison of physiological responses of peach and almond seedlings to iron deficiency. Journal of Plant Nutrition. 25: 1139-1154.

7. Terry, N. and J. Abadia. 1986. Function of iron in chloroplasts. Journal of Plant Nutrition. 9: 609-646.

Molassiotis, A., G. Tanou, G. Diamantidis, A. Patakas and I. Therios. 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: 176-185.

جدول۱- تاثیر غلظت آهن در حضور یا عدم حضور بیکربنات بر محتوای کلروفیل نسبی برگ، آهن فعال برگ، سطح برگ و فعالیت آنزیم کاتالاز پایه‌های 'به'

پایه	آهن ۵۰ (µm)	آهن ۵۰ (µm)+ بیکربنات	آهن ۳ (µm)	آهن۳ (µm) + بیکربنات	میانگین
	کلروفیل نسبی برگ				
دانهال 'به'	۱۸/۴۲ab*	۱۳/۳۵e	۳/۷۱g	۰/۹۴h	**۹/۱۰C**
Q.B	۱۶/۸۲a-c	۱۶/۴۵bc	۷/۸۷f	۶/۷۷f	**۱۱/۹۸B**
Q.C	۱۸/۷۷a	۱۶/۹۵a-c	۷/۷۷f	۷/۱۱f	**۱۲/۶۵B**
PQBA29	۱۵/۴۷cd	۱۴/۰۵de	۱۳/۲۵e	۱۲/۹۲e	**۱۳/۹۲A**
میانگین	۱۷/۳۷A	۱۵/۲۰B	۸/۱۵C	۶/۹۳D	
	آهن فعال برگ (میلی گرم بر گرم وزن تر)				
دانهال 'به'	۱۹/۸۳a	۱۲/۳۸e-h	۱۳/۲۵c-f	۱۰/۳۷gh	**۱۳/۹۷A**
Q.B	۱۶/۸۰b	۱۴/۹۹bc	۱۰/۲۷gh	۱۰/۶۷gh	**۱۳/۱۸AB**
Q.C	۱۳/۹۹c-e	۱۴/۷۹b-d	۱۱/۵۸f-h	۱۰/۶۷gh	**۱۲/۷۵B**
PQBA29	۱۲/۵۸d-g	۱۰/۹۷f-h	۱۰/۱۷h	۱۰/۵۷gh	**۱۱/۰۷C**
میانگین	۱۵/۸۱A	۱۳/۲۸B	۱۱/۳۱C	۱۰/۵۷C	
	سطح برگ (درصد نسبت به شاهد)				
دانهال 'به'	۱۰۰/۰۰a	۵۵/۹۹e-g	۵۸/۱۳d-g	۶۸/۸۳b-e	**۷۰/۷۳B**
Q.B	۱۰۰/۰۰a	۶۷/۰۰b-f	۵۵/۱۵e-g	۴۸/۴۶fg	**۶۷/۶۵B**
Q.C	۱۰۰/۰۰a	۸۶/۷۵ab	۶۵/۰۸c-g	۴۵/۳۰g	**۷۴/۲۸B**
PQBA29	۱۰۰/۰۰a	۸۵/۵۴ab	۸۰/۰۵a-c	۷۶/۵۱b-d	**۸۵/۵۲A**
میانگین	۱۰۰/۰۰A	۷۳/۸۲B	۶۴/۶۰BC	۵۹/۷۸C	
	فعالیت آنزیم کاتالاز(میکرومول هیدروژن پراکسید بر دقیقه بر گرم وزن‌تر)				
دانهال 'به'	۳۱/۷۳gh	۱۱/۴۲i	۱۱/۷۴i	۱۲/۶۹i	**۱۶/۸۹C**
Q.B	۶۴/۷۱b	۴۵/۷۶d-f	۳۶/۹۹f-h	۲۸/۱۹h	**۴۳/۹۱B**
Q.C	۱۱۴/۲۱a	۴۹/۴۹c-f	۴۲/۷۵e-g	۴۱/۱۶e-g	**۶۱/۹۰A**
PQBA29	۵۹/۰۷bc	۵۶/۳۸b-d	۵۷/۱۱b-d	۵۰/۳۳c-e	**۵۵/۷۲A**
میانگین	۶۷/۴۳A	۴۰/۷۶B	۳۷/۱۴BC	۳۳/۰۹C	

*برای هر فاکتور میانگین‌هایی که در هر ردیف و ستون دارای حروف مشترک میباشند، تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

Responses of Quince Rootstocks (*Cydonia oblonga* Mill.) to Fe-deficiency

S. Mohammadi[1*], B. Baninasab[2], A.Khoshgoftar[3] and A. Ghasemi[4]

1- Msc Student of Horticulture Science, Dept. of Horticultural Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan. 2- **Associate Professors** of Horticulture Science, Dept. of Horticultural Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan. 3- **Associate Professors** of Soil Science, Dept. of soil Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan. 4- **Lecturers of** Isfahan Research Center for Agriculture and Natural Resources, Isfahan.
*Corresponding author

Abstract
Tolerance of quince clonal rootstocks including Q.B, Q.C and PQBA29 to Fe deficiency in nutrition solution with two concentration of Fe (3 and 50µM), with and without bicarbonate, was compared relative to seedling rootstock of quince. Result showed that in PQBA29 relative chlorophyll content, leaf active iron, leaf area and activity of catalase, less effected when low iron concentration or bicarbonate presence in nutrition solution, compare with other rootstocks. In this condition, seedling rootstock of quince, showed severe iron chlorosis. Also, Q.C showed better adaptability, in iron stress condition, than Q.B.
Keywords: Fe deficiency, Quince, Catalase, Active iron, Bicarbonat