



اثر دو پایه نیمه پاکوتاه $OH \times F87^{TM}$ و پیروودوارف بر جذب آهن و خصوصیات مرتبط با سبزیگی برگ برخی ارقام تجاری گلابی

Effect of Two Semi-dwarf $OH \times F87^{TM}$ and Pyrodwarf Rootstocks on Iron Absorption and Chlorophyll Related Characteristics of Leaves in Some Commercial Pear Cultivars

مینا بیاناتی^۱، حمید عبداللہی^{۲*}  و سید مہیار طاووسی نائینی^۳

- ۱- پژوهشگر، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۲- دانشیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۳- کارشناس تحقیقاتی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۸

چکیده

بیاناتی، م.، عبداللہی، ح. و طاووسی نائینی، س. م. ۱۴۰۳. اثر دو پایه نیمه پاکوتاه $OH \times F87^{TM}$ و پیروودوارف بر جذب آهن و خصوصیات مرتبط با سبزیگی برگ برخی ارقام تجاری گلابی. نهال و بذر ۴۰: ۳۶۱-۳۴۱

از مهمترین شاخص‌ها در گزینش نهائی پایه‌های گلابی برای کشت در مناطق پرورش این محصول در کشور، خصوصیات مرتبط با جذب آهن و سبزیگی برگ و عدم بروز کلروز برگ در ارقام پیوند شده می‌باشد. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی قدرت جذب آهن کل و میزان آهن فعال و اثر آن بر روی خصوصیات مرتبط با سبزیگی برگ در چهار رقم تجاری گلابی روی دو پایه پیروودوارف و $OH \times F87^{TM}$ در سال ۱۴۰۳ در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر کرج اجرا شد. ارقام گلابی مورد بررسی شامل چهار رقم، پکهام‌تریومف، اسپادونا، درگزی و لوئیزبون بودند. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با سه عامل پایه در دو سطح، رقم در چهار سطح و موقعیت برگ در دو سطح بود. نتایج بیانگر معنی‌دار بودن اثر پایه، رقم و موقعیت برگ روی صفات آهن کل، آهن فعال، کلروفیل کل، کلروفیل a و b و همچنین شاخص‌های رنگ‌سنجی برگ بود. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین دو پایه مورد بررسی در رابطه با میزان آهن کل و از طرف دیگر، وجود میزان بالاتری از محتوای آهن فعال، به میزان ۸۶/۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ، در ارقام پیوندی روی پایه $OH \times F87^{TM}$ نشان‌دهنده مطلوبیت نسبی این پایه در خاک‌هایی با سطح متوسطی از آهک فعال بود. دامنه درصد آهن فعال برگ نسبت به آهن کل، در ارقام گلابی مورد بررسی از ۱۹/۷۶ درصد تا ۲۰/۷ درصد متفاوت بود. همچنین بیشترین محتوای کلروفیل کل در برگ‌های رقم درگزی و کمترین مقدار کلروفیل کل در رقم اسپادونا در مقایسه با سایر ارقام مشاهده شد. پایه، رقم و موقعیت برگ بر شاخص‌های رنگ‌سنجی a^* ، b^* و L^* برگ اثرگذار بودند. حداقل شاخص a^* و b^* در ترکیب پیوندی رقم درگزی روی پایه $OH \times F87^{TM}$ مشاهده شد، درحالی‌که این ترکیب پیوندی از نظر محتوای آهن و کلروفیل کل، بیشترین میزان را دارا بود. نتایج این پژوهش نشان داد که پایه $OH \times F87^{TM}$ از توانایی مطلوبی در مقایسه با تجاری پیروودوارف در رابطه با جذب و نگهداری آهن به فرم آهن فعال برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: گلابی، آهن کل، آهن فعال، شاخص رنگ سنجی، محتوای کلروفیل، شاخص اسپد.

تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

* نگارنده مسئول: h.abdollahi@areeo.ac.ir



2024© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

مقدمه

می‌باشد.

گلابی (*Pyrus communis* L) به دلیل سازگاری وسیع با شرایط مختلف آب و هوایی جزو میوه‌های مهم در مناطق معتدل دنیا است (Mandal et al., 2021). سطح زیر کشت گلابی تا سال ۲۰۲۳ در دنیا حدود یک و نیم میلیون هکتار برآورد شده است، که تولید سالانه حدود ۴۰ میلیون تن میوه از این سطح بود (FAO, 2023). براساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)، کشور چین با حدود ۱۶ میلیون تن، آمریکا با ۷۳۱ هزارتن و در نهایت کشور ایتالیا با حدود ۷۱۶ هزارتن، سه کشور عمده تولید کننده گلابی در جهان بودند. همچنین کشور ایران نیز با میانگین تولید ۱۸۰ هزار تن، در رتبه ۱۵ جهانی از نظر تولید این محصول، قرار داشت (FAO, 2023).

کشور ایران یکی از مراکز اصلی تنوع جنس گلابی یا *Pyrus* در جهان بوده و از نظر اقلیمی، ارقام مختلف گلابی معمولی متعلق به گونه *P. communis* L، از سازگاری خوبی در این منطقه برخوردارند (Abdollahi, 2010). بر این اساس، کشت و پرورش درخت گلابی در ایران دارای سابقه چند هزار ساله بوده و باغ‌های سنتی این محصول در چند دهه اخیر روند توسعه و بهبود داشته‌اند (Abdollahi, 2021). در حال حاضر، یکی از اصلی‌ترین اجزاء در روند توسعه و بهبود باغ‌های گلابی در ایران، استفاده از پایه‌های نیمه‌پاکوتاه و پاکوتاه سازگار با شرایط اقلیمی و خاکی مناطق تولید گلابی در کشور

بر اساس تجارب چند دهه اخیر، برخی از پایه‌های رویشی گلابی و به، نظیر پایه‌های سری ایست مالینگ مشتمل بر پایه‌های کوئینس A، کوئینس B و کوئینس C و همچنین پایه گلابی نیمه‌پاکوتاه کننده پیروودوارف (Pyrodwarf)، تا حدی مورد استقبال و استفاده قرار گرفته است (Abdollahi, 2024; Maleki Asayeshet al., 2023). پایه‌های کوئینس به سبب حساسیت در خاک‌های قلیایی و عدم سازگاری با همه ارقام گلابی، با محدودیت کشت و توسعه در شرایط خاک‌های ایران مواجه بوده‌اند. همچنین پایه‌های بذری گلابی نیز به سبب القاء رشد رویشی زیاد در رقم پیوندی (Botelho et al., 2012)، تفرق صفات و بازدهی اقتصادی پایین، و عدم یکنواختی در خصوصیات کیفیت میوه، در صنعت باغداری مدرن این محصول چندان مورد استقبال واقع نمی‌شوند (Rezaei et al., 2022).

بر این اساس، در سال‌های اخیر، پایه‌های رویشی نیمه‌پاکوتاه کننده گلابی نظیر سری پایه‌های وارداتی OH×F که از تلاقی ارقام اللدهم (Oldhome) و فارمینگدل (Farmingdale) تولید شده‌اند و مقاومت خوبی نیز به بیماری آتشک و سرما نشان داده‌اند، در صنعت باغداری گلابی کشور مورد توجه قرار گرفته‌اند (Abdollahi and Hassani, 2021). پایه پیروودوارف نیز که حاصل تلاقی ارقام اللدهم و لویزبون (Louise Bonne) است، یکی از پایه‌های

کلروفیل برگ بروز کند (Esmaili et al., 2019; Uçgunet al., 2021). بر اساس تجارب به دست آمده، نشان داده شده است که نوع پایه در مقایسه بارقم، تأثیر کمتری بر عملکرد نهائی میوه درخت دارد. در نتیجه درباغ‌هائی با تراکم بالاتر درخت، در مقایسه با باغ‌های سنتی و با تراکم پائین، عملکرد تجمعی بیشتری در نتیجه استفاده از پایه‌های پاکوتاه گزارش شده است (Robinson, 2011).

با این وجود، رقم پیوندی نیز می‌تواند به طور قابل توجهی بر میزان آهن فعال و میزان عناصر غذائی در درختان گلابی تأثیرگذار باشد (Uçgunet al., 2021; İkinci et al., 2014). توجه به سازگاری مطلوب پایه پیروودوارف در باغ‌های گلابی کشور و گسترش استفاده از این پایه در احداث باغ‌های نیمه‌متراکم گلابی، پایه‌های جدید مورد ارزیابی بایستی از نظر خصوصیات رشدی و سازگاری نظیر قدرت جذب آهن و سازگاری به شرایط خاک‌های کشور، نسبت به این پایه قابل مقایسه و یا دارای برتری باشند.

بر این اساس، با توجه به نتایج مقدماتی مربوط به رشد و باردهی مطلوب ارقام مختلف گلابی روی پایه OH×F87TM

(Abdollahi and Hassani, 2021)، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تکمیلی پایه OH×F87TM به عنوان یک پایه امیدبخش جدید از نظر خصوصیات جذب آهن و میزان کلروفیل برگ در ارقام مختلف پیوندی

تجاری و پرکاربرد رویشی و متحمل به بیماری آتشک و خاک‌های قلیایی است، و بنابراین جایگزین مناسبی برای پایه‌های بذری گلابی می‌باشد (Elkins et al., 2012; Alonso et al., 2011).

بر اساس ارزیابی‌های سازگاری پایه‌ها و ارقام مختلف گلابی، عملکرد میوه ارقام روی هر یک از پایه‌ها، متفاوت گزارش شده است (Alizadeh Fallah et al., 2022; Mészáros et al., 2019; Robinson and Dominguez, 2011). پایه پیروودوارف در برخی از ارزیابی‌ها، به عنوان یک پایه مناسب در القای پتانسیل زودباردهی و کاهش اندازه درخت در ارقام تجاری گلابی در ایران، مشتمل بر ارقام درگزی، لوئیزبون و اسپادونا گزارش شده است (Abdollahi, 2021; North et al., 2015). همچنین پایه‌های سری OH×F نیز بویژه پایه‌های OH×F217 و OH×F87، از نظر عملکرد میوه و کارآیی عملکرد، در مطالعات متعدد نتایج امیدوار کننده‌ای نشان داده‌اند (Košina, 2003; North et al., 2015; Mészáros et al., 2019).

علاوه بر اثر پایه‌ها بر عملکرد میوه درخت، پژوهشگران گزارش کرده‌اند که پایه‌ها بر کارایی فتوسنتزی درختان نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند (Fallahi et al., 2002). این اثر پایه، می‌تواند از طرق مختلف نظیر حجم تاج، قدرت و عادت رشد القاء شده در رقم پیوندی و همچنین تحمل به خاک‌های قلیائی و در نتیجه میزان آهن جذب و انتقال یافته به رقم پیوندی و در نهایت میزان

گلابی در مقایسه با پایه پیروودوارف بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

این پژوهش در سال ۱۴۰۳ در یک باغ آزمایشی واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر کرج، متعلق به پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی اجرا شد. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک باغ مورد نظر در جدول ۱ ارائه شده، که نشان دهنده سطوح متوسطی از وجود آهک فعال در لایه سطحی و عمقی خاک محل آزمایش برای احداث باغ آزمایشی است. درختان مورد استفاده در این بررسی روی دو پایه پیروودوارف و OH×F87 با چهار رقم تجاری مقاوم و یا متحمل به بیماری آتشک، مشتمل بر ارقام پکهامزتریومف (Packham's Triumph)، اسپادونا (Spadona)، درگزی (Dargazi) و لوئیزبون (Louise Bonne) پیوند شد و درختان در سال مورد ارزیابی دارای هفت سال سن بودند.

طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با سه عامل پایه در دو سطح، رقم در چهار سطح و موقعیت برگ در دو سطح بود. در هر کرت آزمایشی شش درخت از هر ترکیب پیوندی مورد استفاده قرار گرفت. مراقبت از باغ، شامل کوددهی عناصر ماکرو در انتهای فصل زمستان و ابتدای فصل بهار و سم‌پاشی‌های متدوال برای کنترل و مدیریت آفات مهم مشتمل بر شته و

کنه بر اساس عرف منطقه انجام و درختان به فاصله زمانی هفت روز یکبار و با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای با چهار قطره چکان برای هر درخت به مدت هشت ساعت آبیاری شدند.

نمونه‌برداری‌ها برای ارزیابی خصوصیات جذب آهن کل و آهن فعال و همچنین میزان کلروفیل و رنگ سنجی برگ در دهه اول مرداد سال ۱۴۰۳ انجام و نمونه‌های برگ از دو بخش برگ‌های تحتانی و انتهایی شاخه‌های فصل جاری تهیه شدند. نمونه‌های برگ، سپس به آزمایشگاه منتقل و ارزیابی میزان کلروفیل برگ بر اساس شاخص اسپد (SPAD, DCH-52p (Minolta, Japan) روی برگ‌ها انجام گرفت. ارزیابی میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل بر اساس روش طیف سنجی با استفاده از حلال استون ۸۰ درصد و در طول موج‌های ۶۴۳ و ۶۴۵ نانومتر بر اساس روش آرنون (Arnon, 1967) انجام شد.

اندازه‌گیری آهن کل و آهن فعال

اندازه‌گیری آهن کل با عصاره‌گیری نمونه‌های برگ به روش مرطوب و با محلولی از اسید سولفوریک غلیظ و اسید سالیسیلیک انجام شد. آهن کل با روش کلریمتری با معرف اورتوفانترولین اندازه‌گیری و در طول موج ۵۱۵ نانومتر در دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. اندازه‌گیری آهن فعال نیز با روش عصاره‌گیری با محلول اورتوفانترولین ۱/۵ درصد انجام و سپس عصاره حاصل، در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش ارقام تجاری گلابی بر روی دو پایه پیروودوارف (Pyrodwarf®) و OH×F87TM در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر

Table 1. Physico-chemical properties of the soil of experimental site of commercial pear cultivars on Pyrodwarf® and OH×F87TM rootstocks in Kamalshahr horticultural research station

بافت خاک	عمق خاک (cm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	TNV	هدایت الکتریکی				فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	آهن قابل جذب (قسمت در میلیون)
						(میلی موز بر سانتی متر) EC (mmoh.cm ⁻¹)	اسیدیته pH	درصد کربن آلی O.C. (%)	درصد نیتروژن N (%)			
لومی رسی	0-35	29.60	52.20	18.20	12.00	1.19	7.8	0.84	0.10	12.1	575	8.7
Clay Loam	35-80	32.00	48.00	20.00	11.50	0.69	7.8	0.30	0.05	2.4	220	9.2

TNV: Total neutralizing value, EC: Electric conductivity, O.C.: Organic carbon, P: Available phosphorous, K: Available potassium, Fe: Available iron.

یادداشت برداری در نرم افزار اکسل وارد شد. آزمون نرمال بودن داده‌ها، آنالیز آنها با استفاده از نرم افزار SAS (SAS Software, USA; ver. 9.2) انجام شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها از روش (Generalized Linear Model) GLM و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار (Microsoft, Excel) Version 2016, USA استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش خاک محل مورد کشت درختان نشان داد که خاک مورد استفاده در دو لایه سطحی و نیمه عمیق، دارای مقادیر متوسطی از آهک فعال برای کشت و پرورش درخت گلابی بوده و خاک مورد نظر همچنین از میزان متوسطی آهن برخوردار بود (جدول ۱). با توجه به مشاهدات انجام گرفته در باغ، در هیچ یک از ترکیبات پیوندی، هیچگونه کلروز برگی یا زردبرگی ناشی از کشت درختان در خاکی با سطوح متوسط آهک مشاهده نشد. همچنین میزان آهن خاک، کمتر از نه میلی گرم در کیلوگرم ارزیابی شد که نشان دهنده کمبود نسبی آهن موجود در خاک باغ مورد آزمایش بود، لیکن با وجود این کمبود، درختان علائم کلروز برگی نشان ندادند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده معنی دار بودن اثر پایه، رقم و موقعیت برگ بر آهن کل، آهن فعال، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و

موج ۵۱۰ نانومتر مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور، مقدار یک گرم از نمونه‌ها درون یک فالکون ۵۰ میلی لیتری ریخته و ۱۰ میلی لیتر معرف اورتوفانترولین (pH=3) به آن اضافه شد. سپس جهت تماس بیشتر محلول با نمونه‌ها، به آرامی تکان داده شد. نمونه‌ها پس از ۲۰ ساعت قرار گرفتن در دمای اتاق و تاریکی، به مدت ۱۰ دقیقه در سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و مقدار دو میلی لیتر از مایع رویی برای اندازه گیری آهن فعال در طول موج ۵۱۰ نانومتر استفاده شد (Katyal and Sharma, 1980).

شاخص‌های رنگ سنجی برگ

به منظور بررسی ارتباط شاخص‌های رنگ سنجی برگ با محتوای کلروفیل موجود در بافت‌های برگ، دو گروه شاخص رنگ سنجی L^* ، a^* و b^* و RGB هم زمان با نمونه برداری برگ‌ها برای سایر شاخص‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این بین، شاخص L^* بیانگر شدت روشنایی، شاخص a^* بیانگر رنگ سبز به قرمز و شاخص b^* بیانگر رنگ آبی به زرد می‌باشد. شاخص‌های فوق توسط اپلیکیشن رنگ سنجی (ColorAnlz, Version 3.0.1) در شرایط نور استاندارد و با فاصله ۳۰ سانتی متری از برگ انجام شد. همچنین شاخص سه گانه RGB مشتمل بر شدت قرمز یا R، شدت سبز یا G و شدت آبی یا B با استفاده از همان اپلیکیشن در شرایط استاندارد ذکر شده ارزیابی شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصله از این پژوهش، پس از

شاخص‌های رنگ‌سنجی برگ بود. همچنین برهمکنش سه گانه پایه × رقم × موقعیت برگ روی صفات ذکر شده معنی‌دار و تنها در رابطه با صفت کلروفیل b معنی‌دار نبود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

آهن کل و آهن فعال

مقایسه میانگین‌ها برای میزان آهن کل نشان داد که بین دو پایه OH×F87 و پیروودوارف تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲). در اثرات ساده پایه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در رابطه با این شاخص در بین دو پایه مورد ارزیابی بود، که بیانگر قدرت جذب آهن قابل مقایسه و تقریباً برابر در هر دو پایه مورد نظر بود (جدول ۲). عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بین دو پایه مورد بررسی در رابطه با میزان آهن کل نشان‌دهنده مطلوبیت پایه OH×F87 در خاک‌های با سطح متوسطی از آهن فعال بود. این نتیجه زمانی بیشتر مورد تایید قرار می‌گیرد که نتایج میزان آهن فعال پایه OH×F87 با برتری نسبی در مقایسه با پایه پیروودوارف به میزان ۸۶/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ، به میزان اندکی در مقایسه با پایه پیروودوارف بیشتر بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها برای میزان آهن کل در ارقام گلابی مورد بررسی نشان داد که محتوای آهن کل و آهن فعال در رقم درگزی ن بیشتر از سایر ارقام بود (جدول ۲). کمترین میزان آهن کل و آهن فعال در رقم اسپادونا، که به طور معمول در برگ‌های جوان، سطوح

پائین‌تری از میزان کلروفیل را نشان می‌دهد، دیده شد. این نتایج بیانگر محدوده آهن فعال از ۱۹/۷۶ تا ۲۰/۷ درصد آهن کل در ارقام مورد بررسی به صورت آهن فعال بود و نشان‌دهنده توان نگهداری بیشتری پایه OH×F87 در رابطه با نگهداری آهن جذب شده به صورت آهن فعال در بافت‌های خود می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های نشان داد که برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ نشان داد که آهن کل و آهن فعال اثرگذار بود. بیشترین محتوای آهن کل و آهن فعال برگ در ارقام درگزی و پکهامزتریومف پیوندشده روی پایه OH×F87 به ترتیب در برگ‌های تحتانی و فوقانی اندازه‌گیری شد (شکل ۱). تفاوت در غلظت آهن برگ در ارقام و پایه‌ها می‌تواند به ظرفیت ذاتی پایه ورق در جذب و انتقال آهن نسبت داده شود (Meland, 2010).

پایه‌ها می‌توانند در شرایط یکسان مقادیر متفاوتی از عناصر غذایی را جذب کنند. براساس نتایج ارائه شده در جدول ۱ و شکل ۱، پایه OH×F87 جذب آهن بیشتری نسبت به پایه پیروودوارف در شرایط خاکی یکسان نشان داد که احتمالاً به تراکم ریشه و قدرت جذب بیشتر پایه OH×F87 باز می‌گردد. اردالو نازلی (Erdaland Nazli, 2019) نیز گزارش کرده است که پایه دورگ OH×F333 از سری پایه هایلدهم × فارمینگدل، ظرفیت بالاتری در جذب آهن کل نسبت به پایه کوئینس داشت.

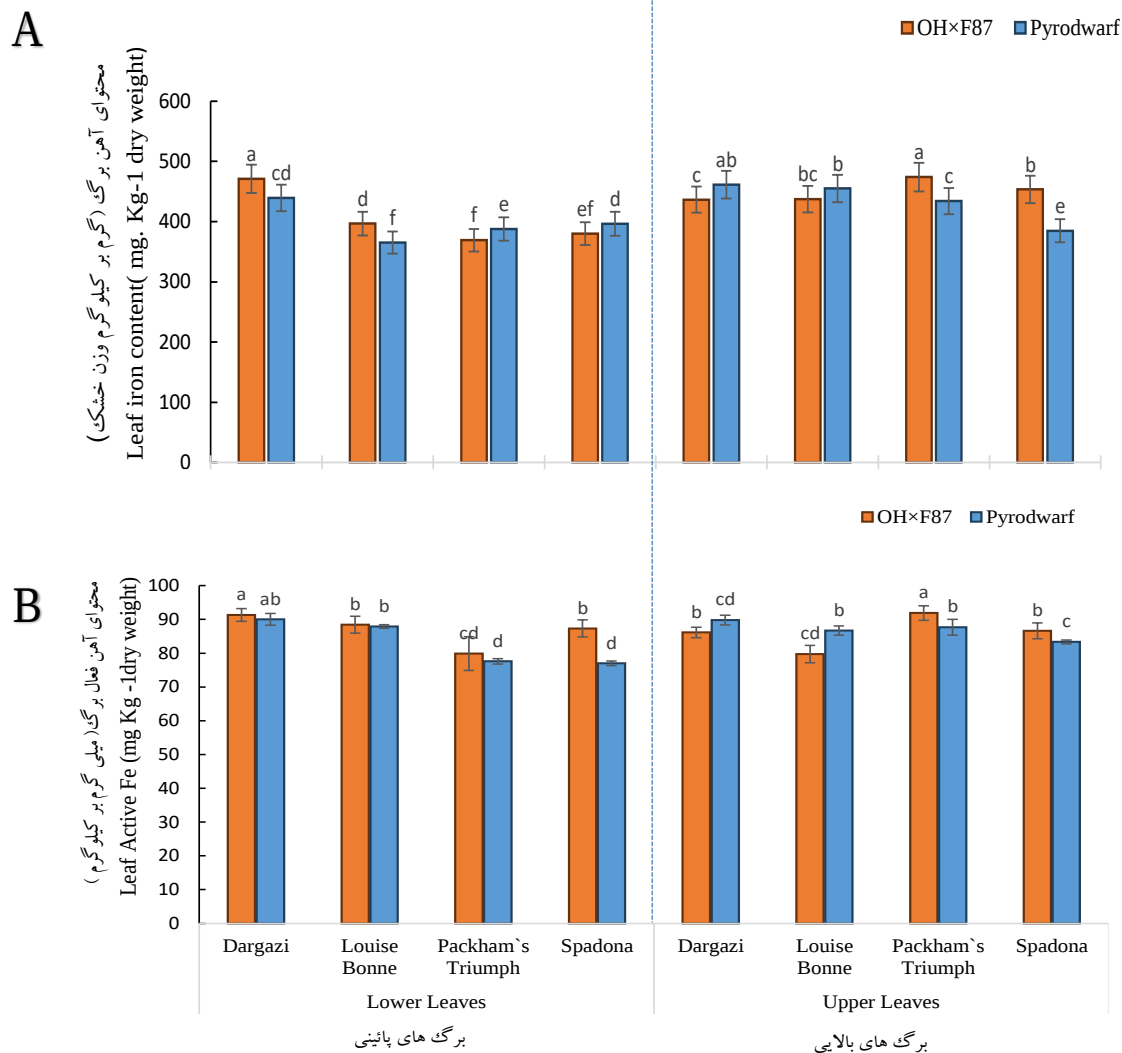
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پایه، رقم و موقعیت برگ بر صفات آهن کل و آهن فعال و خصوصیات مرتبط با کلروفیل ترکیبات مختلف پایه و پیوندی گلابی

Table 2. Mean comparison of rootstock, cultivar and leaf position effect on total Fe, active Fe and chlorophyll related characteristics of different pear rootstock/scion combinations

	آهن کل (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) Total Fe mg kg ⁻¹ dw	آهن فعال (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) Active Fe mg kg ⁻¹ dw	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر) Total Chl mg g ⁻¹ fw	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر) Chla mg g ⁻¹ fw	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر) Chlb mg g ⁻¹ fw	شاخص اسپد Spad index
	Rootstock		پایه			
OH×F87 TM	427.22	86.32a	21.21a	4.02	2.97	51.72
Pyrodwarf [®]	415.40	85.02b	20.23b	3.95	3.00	50.96
	Cultivar		رقم			
Dargazi	451.89a	89.33a	23.12a	3.74b	3.31a	52.65a
Louise Bonne	416.14b	85.70ab	20.63b	4.18a	3.39a	51.33ab
Packham's Triumph	413.54b	84.27bc	21.50b	3.74b	2.74b	50.88b
Spadona	403.68b	83.58c	17.65c	4.37a	2.65b	50.50b
	Leaf position		موقعیت برگ			
Upper Leaves	433.03a	86.49a	20.07b	3.75b	2.09b	50.10b
Lower Leaves	400.60b	84.95b	21.38a	4.24a	3.88a	52.49a

میانگین هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که در ارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test.



شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ بر محتوای آهن کل (A) و آهن فعال (B) در ترکیبات مختلف پایه و پیوندی گلابی مورد بررسی. ستون های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 1. Mean comparison of rootstock × cultivar × leaf position effect on total Fe (A) and active Fe (B) of different evaluated scion/rootstock pear combinations. Columns followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test

میزان کلروفیل

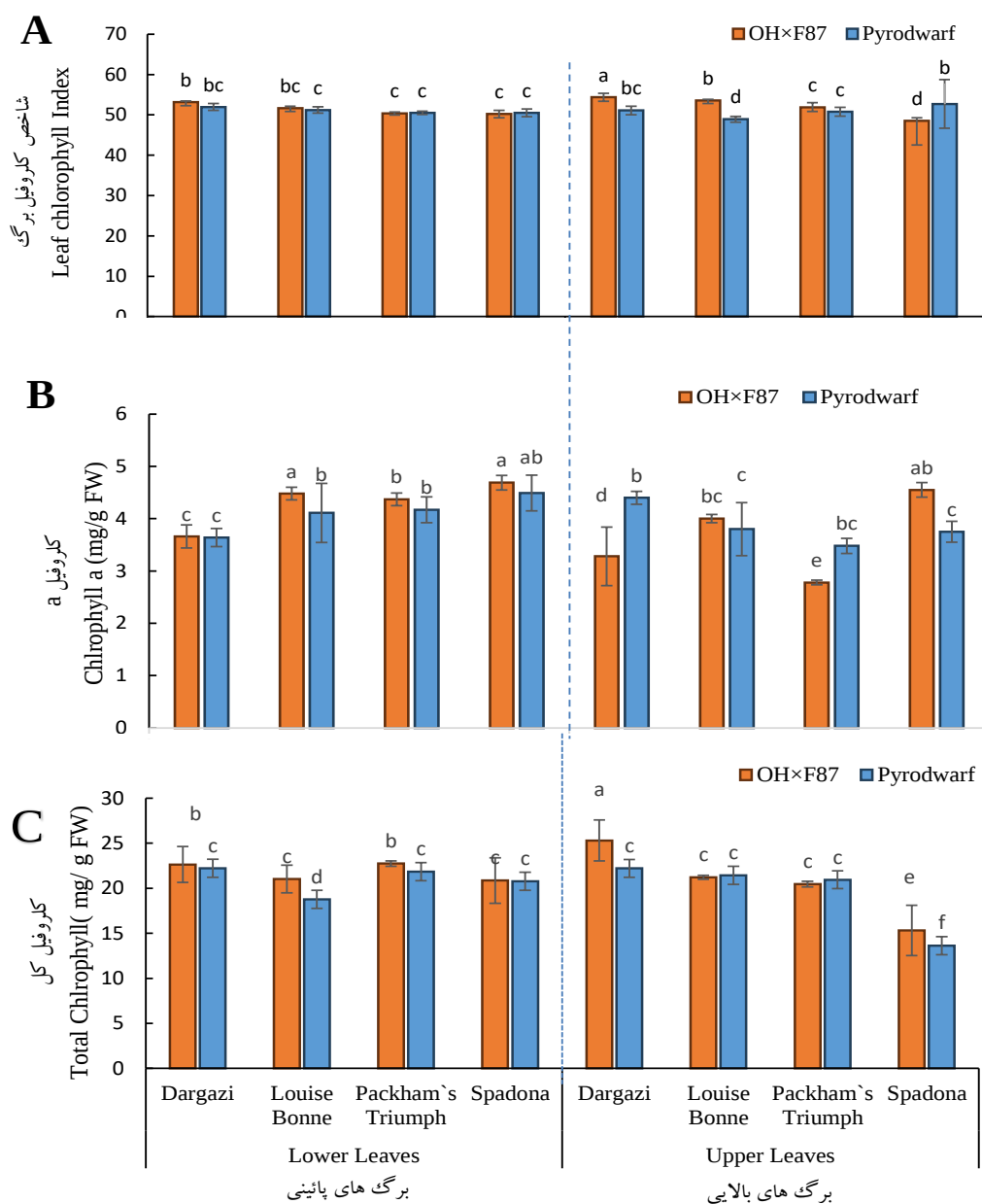
مقایسه میانگین ها برای میزان کلروفیل کل نشان داد که میزان کلروفیل کل در پایه OH×F87 در مقایسه با پایه پیرو دوارف بیشتر بود و این تفاوت معنی دار بود (جدول ۲). این نتیجه با نتایج میزان بیشتر آهن کل و فعال در پایه OH×F87 مرتبط بود. مقایسه میانگین ها نشان داد که شاخص اسپد، کلروفیل a و کلروفیل b در دو پایه مورد بررسی تفاوت هایی وجود داشت ولی این تفاوت ها معنی دار نبودند (جدول ۲).

مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان کلروفیل کل در ارقام گلابی مورد بررسی تفاوت داشت و این تفاوت معنی دار بود. بیشترین محتوای کلروفیل کل در رقم در گزی و کمترین آن در رقم اسپادونا در مقایسه با سایر ارقام بود (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین ها برای شاخص اسپد و محتوای کلروفیل a و b در ارقام مورد بررسی نشان دهنده شاخص اسپد و محتوای کلروفیل b بیشتر در رقم در گزی و بیشترین محتوای کلروفیل a در ارقام لوئیزبون و اسپادونا نسبت به سایر ارقام بود (جدول ۲). نسبت کلروفیل a/b از ۱/۰۱ الی ۱/۰۶ در بین ارقام مورد بررسی متفاوت بود. این نتایج بیانگر آنست که پایه OH×F87 با محتوای بالای رنگدانه های فتوسنتزی، قابلیت جذب و انتقال عناصر غذایی همچون آهن به رقم پیوندی را در

خاک هایی با سطح متوسطی از آهک فعال را به طور مطلوبی دارا می باشد.

مقایسه میانگین های برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ بر شاخص اسپد، کلروفیل کل و کلروفیل a اثر گذار بود (شکل ۲). بیشترین میزان کلروفیل کل (۲۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه برگ) در رقم در گزی روی پایه OH×F87 و در برگ های فوقانی بود (شکل C-۲)، که نشان دهنده سنتز سریع کلروفیل در برگ های جوان این رقم می باشد. همچنین بالاترین محتوای کلروفیل a، در برگ های تحتانی ارقام اسپادونا و لوئیزبون روی پایه OH×F87 اندازه گیری شد (شکل b-۲).

نتایج این بخش از پژوهش نشان داد که بین ارقام گلابی مورد بررسی، از نظر محتوای کلروفیل تفاوت معنی دار وجود داشت و این تفاوت، به میزان جذب نور در ارقام وابسته است و با یافته های ژائو و همکاران (Zhao et al., 2022) و فیضی و همکاران (Faizi et al., 2023) مطابقت دارد. همچنین گزارش شده است که پایه های پاکوتاه و نیمه پاکوتاه کننده و سن برگ در جذب عناصر غذایی نظیر آهن و همچنین بر میزان کلروفیل برگ اثر گذار می باشند (Uçgunet al., 2020) که این ویژگی به توانایی ریشه در جذب عناصر غذایی و عادت رشدی درخت برای جذب نور باز می گردد.



شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ بر شاخص اسپد (A)، کلروفیل a (B) و کلروفیل کل (C) در ترکیبات مختلف پایه و پیوندی گلابی مورد بررسی. ستون های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 2. Mean comparison of rootstock × cultivar × leaf position effect on spad index, chlorophyll a and total chlorophyll of different evaluated scion/rootstock pear combinations. Columns followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test

رنگ سنجی برگ

مقایسه میانگین ها برای شاخص های رنگ سنجی نشان داد که بین دو پایه OH×F87 و پیروودوارف برای شاخص های a^* ، b^* ، G و B بجز شاخص L^* تفاوت معنی دار وجود داشت بود (جدول ۳). همچنین در بین ارقام گلابی مورد بررسی، بیشترین شاخص های رنگ سنجی اندازه گیری شده بجز شاخص L^* ، در رقم اسپادونا به دست آمد و تغییرات رنگ در برگ های تحتانی بارزتر از برگ های فوقانی بود.

مقایسه میانگین های برهمکنش پایه × رقم ×

موقعیت برگ بر کلیه شاخص های رنگ سنجی معنی دار بود. بیشترین شاخص L^* شدت روشنایی در برگ های تحتانی رقم پکهامز تریومف روی هر دو پایه OH×F87 و پیروودوارف و در رقم اسپادونا روی پایه OH×F87 بود (شکل a-۳). بیشترین میزان شاخص های a^* و b^* که به ترتیب بیانگر سبز به قرمز و رنگ آبی به زرد می باشند، در برگ های رقم اسپادونا روی پایه پیروودوارف مشاهده شد (شکل b-۳ و شکل c-۳). نتایج به دست آمده از شاخص های رنگ سنجی برگ بیانگر انطباق این نتایج با نتایج حاصل از میزان سبزیگی برگ بود.

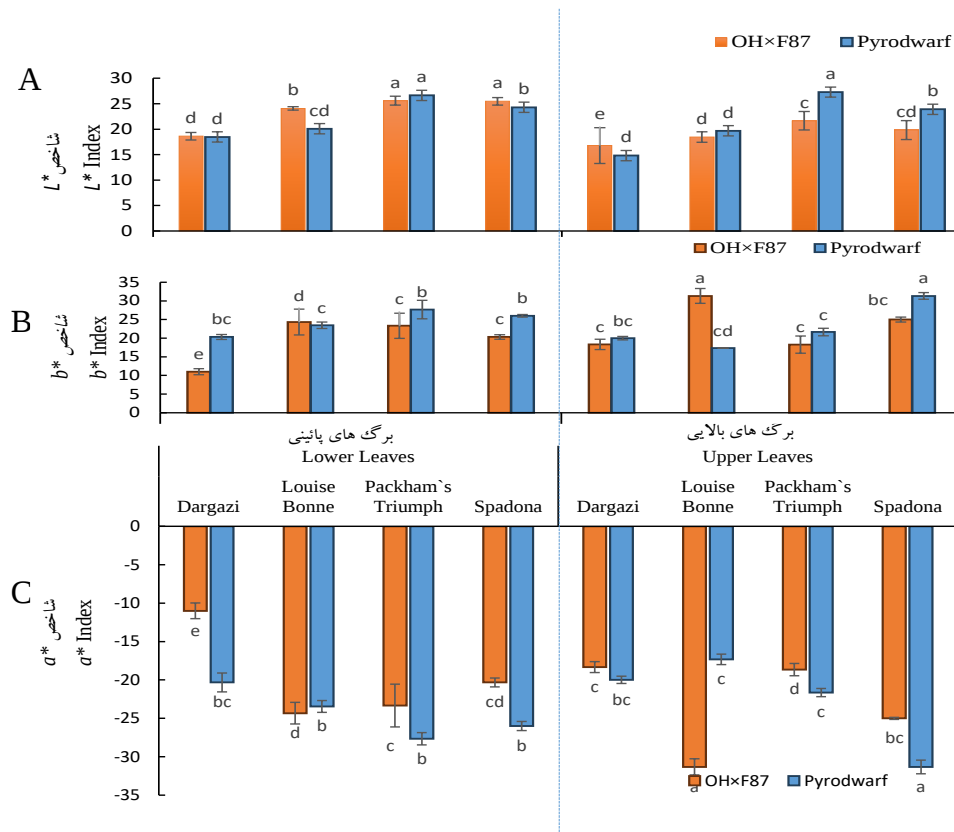
جدول ۳-مقایسه میانگین اثر پایه، رقم و موقعیت برگ بر صفات رنگ سنجی برگ در ترکیبات مختلف پایه و پیوندی گلابی

Table 3. Mean comparison of rootstock, cultivar and leaf position effect on colorimetric indices in the different pear rootstock/scion combinations.

	شاخص L^*	شاخص a^*	شاخص b^*	شاخص R	شاخص G	شاخص B
	L^* Index	a^* Index	b^* Index	R Index	G Index	B Index
	Rootstock		پایه			
OH×F87 TM	21.90	-11.93b	21.50b	36.75a	45.87b	21.54b
Pyrodwarf [®]	21.23	-12.50a	23.54a	33.29b	52.25a	23.5a
	Cultivar		رقم			
Dargazi	17.20d	-11.25b	17.41c	34.83b	46.66b	17.41c
Louise Bonne	20.50c	-11.86b	22.75b	34.50b	49.08b	23.75b
Packham's Triumph	25.29a	-11.37b	24.25b	28.33c	46.33b	24.25ab
Spadona	23.37b	-14.99a	25.66a	43.41a	54.16a	25.66a
	Leaf position		موقعیت برگ			
UpperLeaves	20.33b	-11.56b	23.66a	33.50b	43.10b	23.66a
LowerLeaves	22.90a	-12.90a	21.37b	36.54a	49.70a	21.37b

میانگین هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که در ارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test.

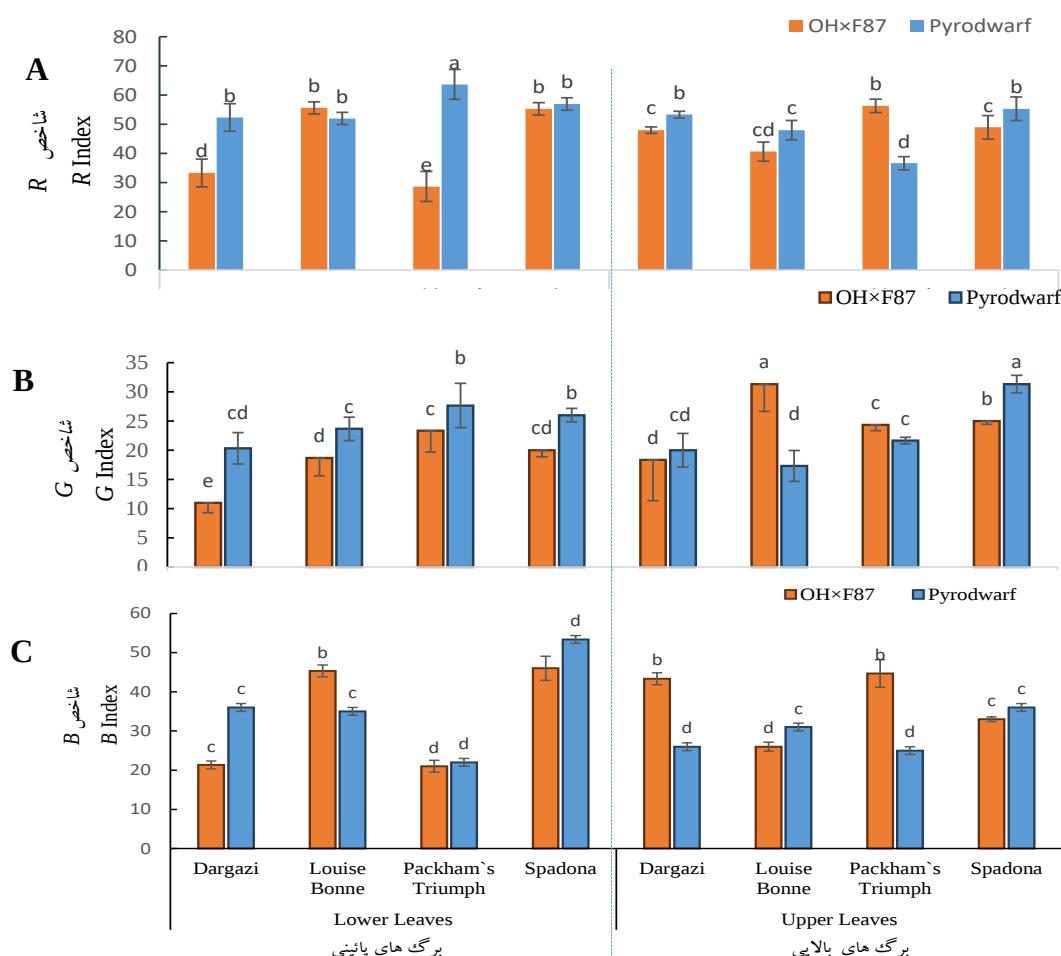


شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ بر شاخص‌های رنگ سنجی شامل شاخص L^* (A)، b^* (B) و a^* (C) در ترکیبات مختلف پایه و پیوندی گلابی مورد بررسی. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 3. Mean comparison of rootstock × cultivar × leaf position effect on colorimetric indices, L^* (A), b^* (B), and a^* (C) of different evaluated scion/rootstock pear combinations. Columns followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test

ترکیب پیوندی از نظر محتوای آهن و کلروفیل کل، بیشترین مقدار را دارا بود. همچنین حداکثر شاخص قرمز یا R در رقم پکهامز تریومف روی پایه OH×F87 و حداکثر شاخص‌های سبز یا G و آبی یا B در ارقام لوئیزبون و اسپادونا روی هر دو پایه مورد بررسی، اندازه گیری شد (شکل ۴).

مقایسه میانگین برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ بر کلروفیل کل نیز پایین ترین مقدار کلروفیل کل در ترکیب پیوندی اسپادوناروی پایه OH×F87 بدست آمد. در این شاخص‌ها کمترین مقدار در ترکیب پیوندی رقم در گزی روی پایه OH×F87 مشاهده شد و این



شکل ۴- مقایسه میانگین برهمکنش پایه × رقم × موقعیت برگ بر شاخص های رنگ سنجی شامل شاخص R (A)، G (B) و B (C) در ترکیبات مختلف پایه و پیوندی گلابی مورد بررسی. ستون های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 3. Mean comparison of rootstock × cultivar × leaf position effect on colorimetric indices, R (A), G (B), and B (C) of different evaluated scion/rootstock pear combinations. Columns followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD test

پائین بودن نسبی سطح آهن خاک، تاثیری در کاهش سطح آهن کل در بافت های برگ ارقام گلابی پیوندی روی هر دو پایه OH×F87 و پیرودارف به زیر سطح بحرانی این عنصر در

با توجه به وجود مقادیر متوسطی از آهنک فعال و وجود میزان آهن کمتر از نه میلی گرم در کیلوگرم در خاک باغ آزمایشی، نتایج پژوهش حاضر بیانگر این بود که این میزان آهنک فعال و

برگ نداشت. همچنین بر اساس مطالعات قبلی، میزان آهن کل بالای ۲۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ، بیانگر میزان آهن کل مطلوب در برگ‌های ارقام مختلف گلابی می‌باشد (Anonymous, 2024).

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، هر دو پایه سبب تجمع آهن کل بالای ۴۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ در برگ‌های کلیه ارقام مورد بررسی شدند که بیانگر قدرت جذب آهن بالای هر دو پایه در شرایط نسبتاً محدودیت زای خاک باغ آزمایشی بود. همچنین پایه OH×F87 نسبت به پایه مرسوم پیروودوارف در این زمینه دارای برتری نسبی بود. نتایج پژوهش حاضر همچنین بیانگر سطح بالای آهن فعال برگ‌های ارقام گلابی بود، به طوری که در پایه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، حدود ۲۰ درصد از آهن کل ارقام به صورت آهن فعال بود. این نتایج نشان‌دهنده سطح قابل توجه آهن فعال در ترکیبات پیوندی گلابی مورد بررسی بود. اسماعیلی و همکاران (Esmaili et al., 2021) نیز نسبت آهن فعال به آهن کل در ترکیبات پیوندی ارقام مختلف گلابی روی پایه نیمه پاکوتاه کننده OH×F69 را ۳۰ درصد گزارش کردند.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، بیشترین محتوای کلروفیل و آهن فعال در برگ ترکیبات پیوندی روی پایه OH×F87 بدست آمد. حمودا و همکاران (Hamouda et al., 2015) نیز ارتباط مثبت میان محتوای آهن کل برگ و محتوای کلروفیل بافت‌های برگ را گزارش کردند. در

ارقام گلابی مورد بررسی، بیشترین محتوای آهن کل، آهن فعال و کلروفیل برگ در رقم درگزی در پیوند روی پایه OH×F87 به دست آمد که با نتایج اسماعیلی و همکاران (Esmaili et al., 2021) مبنی بر سبزی‌نگی و سازگاری بالای رقم درگزی در خاک‌های قلیائی، مطابقت دارد.

به طور کلی، نتایج این پژوهش بیانگر مطلوبیت پایه OH×F87TM بود. با توجه به نتایج ارزیابی سازگاری طولانی مدت این پایه با ارقام مختلف گلابی توسط عبداللهی و حسنی (Abdollahi and Hassani, 2021)، نشان دهنده امکان استفاده از این پایه برای احداث باغ‌های تجاری در سطح محدود برای ارزیابی‌های پیشرفته‌تر این پایه در برنامه توسعه باغ‌های مدرن گلابی در کشور می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که پایه OH×F87TM از توانایی مطلوبی در مقایسه با پایه تجاری پیروودوارف در رابطه با جذب و نگهداری آهن به فرم آهن فعال برخوردار بود. همچنین بر اساس نتایج پژوهش حاضر، تفاوت قابل توجهی بین ارقام گلابی پیوند شده بر روی پایه‌های پیروودوارف و OH×F87TM وجود داشت که رقم درگزی از توانائی جذب و نگهداری آهن و همچنین شدت سبزی‌نگی برگ بیشتری در مقایسه با سایر ارقام تجاری و وارداتی برخوردار بود.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پروژه تحقیقاتی شماره

۲-۷۲-۳۳-۰۹۵-۰۰۹۰۳ با عنوان مقایسه
کارآیی پایه OH×F87TM و پیروودوارف
در احداث باغ‌های نیمه پاکوتاه گلابی موسسه
تحقیقات علوم باغبانی انجام شد. نگارندگان
بدینوسیله از حمایت‌های پژوهشکده میوه‌های
معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم
باغبانی سپاسگزاری می‌کنند. همچنین از
زحمات آقای مصطفی محمدی گرمارودی و
مهندس حمید حسنی که ما را در مراحل مختلف
اجرای این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر را
دارند.

تعارض منافع
نگارندگان اعلام می‌دارند که هیچگونه
تعارض منافی باهم و سایر اشخاص
حقوقی/حقیقی ندارند.

References

- Abdollahi, H. 2010.** Pear: botany, cultivars and rootstocks. Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. 210 pp. (in Persian).
- Abdollahi, H. 2021.** Comparison of bearing and yield efficiency of commercial pear cultivars on pyrodwarf semi-dwarfing rootstock. *Seed and Plant Journal*, 37(4), pp.399-423 (in Persian). DOI: 10.22092/spi.2022.356262.1254
- Abdollahi, H. 2024.** A review on cultivation history, genetic resources, selection of cultivars and improvement of tree and fruit characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) in Iran. *Seed and Plant Journal*, 39(4), pp.493-445 (in Persian). DOI: 10.22092/spj.2024.365780.1372
- Abdollahi, H. and Hassani, H. 2021.** Vegetative characteristics and early bearing of some fire blight tolerant European pear cultivars on semi-dwarfing Pyrodwarf[®] and OH×F87TM rootstocks. *Seed and Plant Journal*, 37(1), pp.41-62. (in Persian). DOI:10.22092/spi.2021.124604
- Alizadeh Fallah, M., Yadegari, M., Davarynejad, Gh. and Nemati, S.H. 2022.** The rootstock and scion interaction effects on growth and bearing characteristics of young pear trees. *Journal of Horticultural Science*, 36(2), pp.519-531. (in Persian). DOI: 10.22067/JHS.2022.73938.1112
- Alonso, J.M., Gomez-Aparisi, J., Anson, J.N., Espiau, M.T. and Carrera, M. 2011.** Evaluation of the OH×F selections as an alternative to quince rootstocks for pear: Agronomical performance of 'Conference' and 'Doyenné du Comice'. *Acta Horticulturae*, 903, pp.451-456. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.903.61
- Anonymous. 2024.** Leaf analysis interpretation—apples and pears. Michigan State

- University. Michigan State, USA. 5 pp.
- Arnon A.N. 1967.** Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, pp.112-121.
- Botelho, R.V., Schneider, E., Machado, D., Piva, R. and Verlindo, A. 2012.** Quince ‘CPP’: New dwarf rootstock for pear trees on organic and high density planting. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(2), pp.589-596 . DOI: 10.1590/S0100-29452012000200034
- Elkins R., Bell R. and Einhorn T. 2012.** Needs assessment for future US pear rootstock research directions based on the current state of pear production and rootstock research. *Journal of the American Pomological Society*, 66, pp.153-163.
- Erdal, I. and Nazlı, İ. 2019.** Influence of rootstock and variety on leaf nutrient concentration of pear grown on a nutrient-sufficient soil. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, pp.141 – 147. DOI:10.18016/ksutarimdogavi.563740
- Esmaili, A., Abdollahi, H., Bazgir, M. and Abdossi, V. 2019.** Effect of lime concentration on pear’s rootstock/scion combinations. *Horticultural Science*, (Prague) 46, pp.123-131. DOI: 10.17221/210/2017-HORTSCI.
- Faizi, Z.A., Öztürk, A. and Ullah, I. 2023.** Leaf chlorophyll contents in some European pear cultivars grafted on different rootstocks and its relation with growth and yield. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 21(3), pp.1-10. DOI: 0.5424/sjar/2023213-20255
- Fallahi, E., Colt, W.M., Fallahi, B. and Chun, I.J. 2002.** The importance of apple rootstocks on tree growth, yield, fruit quality, leaf nutrition, and photosynthesis with emphasis on Fuji. *Horticultural Technology*, 12(1), pp.38-44. DOI:10.21273/horttech.12.1.38
- FAO. 2023.** World food and agriculture-statistical yearbook. Food and Agriculture Organization Publication. Rome, Italy.
- Hamouda, H.A., El-Dahshouri, M.F., Omama, M.H. and Nagwa, G.Z. 2015.** Response of le conte pear performance, chlorophyll content and active iron to foliar application of different iron sources under the newly reclaimed soil conditions. *International Journal of ChemTech Research*, 8, pp.1446-1453.
- Ikinci, A., Bolat, I., Ercisli, S. and Kodad, O. 2014.** Influence of rootstocks on growth, yield, fruit quality and leaf mineral element contents of pear cv. Santa Maria in semi-arid conditions. *Biological Research*, 47(1), pp.1-8. DOI: 10.1186/0717-6287-47-71

- Katyal, J.C. and Sharma, B.D. 1980.** A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. *Plant and Soil*, 55, pp.105-119. DOI: 10.1007/BF02149714
- Maleki Asayesh, Z., Arzani, K., Mokhtassi-Bidgoli, A., and Abdollahi, H. 2023.** Enzymatic and non-enzymatic response of grafted and ungrafted young European pear (*Pyrus communis* L.) trees to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 310, 111745, DOI: 10.1016/j.scienta.2022.111745
- Manda, B., Wermund, U., Phavaphutanon, L. and Cronje, R. 2021.** Tehmperate fruits: Production, processing, and marketing. Apple Academic Press Inc. Palm Bay, Florida, USA. 559 pp.
- Meland, M. 2010.** Performance of six European plum cultivars on four plum rootstocks growing in a northern climate. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, 60(4), pp.381-387. DOI: 10.1080/09064710903103917
- Meszaros, M., Lanar, L., Kosina, J. and Namestek, J. 2019.** Aspects influencing the rootstock-scion performance during long term evaluation in pear orchard. *Horticultural Science (Prague)*, 46(1), pp.1-8. DOI: 10.17221/55/2017-HORTSCI
- North M., de Kock, K. and Booyse, M. 2015.** Effect of rootstock on Forelle pear (*Pyrus communis* L.) growth and production. *South African Journal of Plant and Soil*, 32, pp.65-70. DOI: 10.1080/02571862.2014.981881
- Rezaei, A., Abdollahi, H. and Arzani, K. 2022.** Preliminary evaluation of different pear species (*Pyrus* spp.) based on distinctive characteristics of seed, fruit and early growth of seedlings. *Seed and Plant Journal*, 38(4), pp.385-408. DOI: 10.22092/spj.2023.361164. 1293
- Robinson, T. 2011.** High density pear production with *Pyrus communis* rootstocks. *Acta Horticulturae*, 909: 259-269. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1333.50
- Uçgun, K., Butar, S., Çetinbaş, M., Altındal, M. and Cansu, M. 2021.** Effect of grafting on iron uptake of Farold 40, OHF333 and OHF87 pear rootstocks from the soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(2), pp.128-135. DOI: 10.1080/00103624.2020.1854285
- Zhao, M., Sun, W., Li, H., Wang, W., Cao, G. and Wang, F. 2022.** The effects of the tree structure of Zaosu pear on the transport and distribution of photosynthetic assimilates and fruit quality under desert-area conditions. *Agronomy*, 12(10), pp.1-15. DOI: 10.3390/agronomy12102440

RESEARCH ARTICLE

Effect of Two Semi-dwarf OH×F87TM and Pyrodwarf Rootstocks on Iron Absorption and Chlorophyll Related Characteristics of Leaves in Some Commercial Pear Cultivars

M. Bayanati¹, H. Abdollahi² * and S. M. Tavousi Naeini³

1. Reseracher, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
2. Associate Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
3. Research Officer, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Bayanati, M., Abdollahi, H. and Tavousi Naeini, S. M. 2024. Effect of two semi-dwarf OH×F87TM and Pyrodwarf rootstocks on iron absorption and chlorophyll related characteristics of leaves in some commercial pear cultivars. *Seed and Plant*, 40, pp.341-361 (in Persian).

Iron absorption, leaf chlorophyll content and tolerance to leaf chlorosis are among important chracteristics in the final selection of pear rootstocks for cultivation in alkaline and semi-alkaline soils of Iran. Therefore, this study aimed to evaluate the total iron absorption potential, active iron content, and their impacts on leaf chlorophyll content in four commercial pear cultivars grafted on two OH×F87TM and Pyrodwarf rootstocks. Pear cultivars; cv. Packham's Triumph, cv. Spadona, cv. Dergazi, and cv. Louis Bonne were grafted on OH×F87TM and Pyrodwarf rootstocks. The experiment was carried-out as factorial arrangements in randomized complete block design wsith three replications and three experimental factors; rootstock at two levels, pear cultivars at four levels and leaf position at two levels. Results indicated significant effect of rootstock, cultivar, and leaf position on total iron, active iron, chlorophyll a, and b, total chlorophyll, and leaf colorimetric indices. Active iron in the leaves of pear cultivars varied from 19.76% to 20.7% of total iron. The higher active iron content in the OH×F87TM rootstock (86.32 mg kg⁻¹ dw) suggests its adaptability to moderate level of active lime in the soil. Among the pear cultivars, cv. Dergazi had the highest total chlorophyll content, while cv. Spadona had the lowest. The rootstock × cultivar × leaf position effect on colorimetric indices, *L**, *a**, *b**, and cv. Dergazi cultivar on OH×F87TM rootstock showing the lowest *a** and *b** indices and the highest iron and total chlorophyll content.

Keywords: Pear, total iron, active iron, colorimetric index, chlorophyll content, SPAD index.

Introduction

Pear (*Pyrus communis* L.) is among the five most important fruits in the world mainly due to its high adaptability to different climatic conditions. Iran is one of the main centers of diversity of the genus *Pyrus* in the world, and different cultivars of common pear belonging to the species *P. communis* L. are well adapted to the temperate climate of this region (Abdollahi, 2010). Accordingly, the cultivation of pear trees in Iran has a history of several thousand years, and traditional orchards of this fruit tree have developed and improved over the past few decades (Abdollahi, 2010; Abdollahi, 2021). Currently, one of the main components in the development and improvement of pear orchards is usage of semi-dwarf and dwarf rootstocks with adaptability to the climatic and soil conditions of the pear production areas in Iran.

Adaptability tests of different pear cultivars and rootstocks demonstrated the impact of both on fruit yield, fruit quality and the final size of pear trees in commercial orchards (Alizadeh Fallahet *al.*, 2022). During recent decades, Pyrodwarf rootstock has been identified as a suitable rootstock for promoting early fruiting potential and reducing tree size in pear orchards established by commercial cultivars such as Dergazi, Louise Bonne and Spadona (Abdollahi, 2021). Additionally, OH×F rootstock series, particularly OH×F217 and OH×F87, have shown promising results for fruit yield and quality. These impacts of rootstocks express in various ways, including crown volume, vigor, and growth habit induced in the grafted cultivars. The rootstocks also affect tolerance to the alkaline soils, which in turn affects the rate of iron absorption and transfer to cultivars and ultimately leaf chlorophyll content (Fallahi *et al.*, 2002).

This study aimed to compare Pyrodwarf and OH×F87TM rootstocks effect on iron absorption and leaf chlorophyll content in different grafted pear cultivars.

Materials and Methods

The trees were grafted on two rootstocks, Pyrodwarf and OH×F87TM, with four fire blight tolerant commercial pear cultivars including; cv. Packham's Triumph, cv. Spadona, cv. Dargazi, and cv. Louise Bonne. The trees were seven years old at the time of evaluation. The experiment was factorial arrangements in randomized complete block design with three replications and there experimental factors; rootstock at two levels, cultivar at four levels and leaf position at two levels. Each experimental plot consisted of six trees of each scion/rootstock combination. Sampling was conducted in August 2024 to assess the iron absorption characteristics; total iron and active iron, as well as leaf chlorophyll content and leaf colorimetric indices. Leaf samples were collected from the lower and upper leaves of the shoots from the current season growth. These samples were then taken to the laboratory, where the leaf chlorophyll content was determined based on the SPAD index (SPAD, DCH-52p Minolta, Japan). Total iron content was measured colorimetrically using orthophenanthroline reagent and read at 515 nm in a spectrophotometer. The chlorophyll a and b contents, and total chlorophyll content were measured using the spectrophotometric method with 80% acetone solvent and at 663 and

645 nm wavelengths. Analysis of variance for data was performed using SAS 9.2 software. The least significant difference (LSD) test was employed for means comparison at the 5% probability level.

Results and Discussion

Data analysis revealed that the effects of rootstock, cultivar, and leaf position were significant on the total iron, active iron, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll contents, and leaf colorimetric indices. Additionally, rootstock × cultivar × leaf position on these traits were significant, except for chlorophyll b. The lack of significant differences in total iron content between the two rootstocks, OH×F87TM and Pyrodwarf, suggests that rootstock OH×F87TM is suitable for soils with moderate levels of active lime. This is supported by the slightly higher active iron content in rootstock OH×F87TM compared to Pyrodwarf. Comparison of colorimetric indices revealed significant difference between two rootstocks, OH×F87TM and Pyrodwarf, in *a**, *b**, R, G, and B indices, with the exception of the *L** index. In conclusion, the comparison between two rootstocks showed that OH×F87TM rootstock can be considered and recommended as a suitable rootstock, and even superior to Pyrodwarf, for establishing semi-dwarf pear orchards in regions with soils of moderate levels of active lime.

References

- Abdollahi, H. 2010.** Pear: botany, cultivars and rootstocks. Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. 210 pp. (in Persian).
- Abdollahi, H. 2021.** Comparison of bearing and yield efficiency of commercial pear cultivars on pyrodwarf semi-dwarfing rootstock. *Seed and Plant Journal*, 37(4), pp.399-423 (in Persian). DOI: 10.22092/spji.2022.356262.1254
- Alizadeh Fallah, M., Yadegari, M., Davarynejad, Gh. and Nemati, S.H. 2022.** The rootstock and scion interaction effects on growth and bearing characteristics of young pear trees. *Journal of Horticultural Science*, 36(2), pp.519-531. (in Persian). DOI: 10.22067/JHS.2022.73938.1112
- Fallahi, E., Colt, W.M., Fallahi, B. and Chun, I.J. 2002.** The importance of apple rootstocks on tree growth, yield, fruit quality, leaf nutrition, and photosynthesis with emphasis on Fuji. *Horticultural Technology*, 12(1), pp.38-44. DOI:10.21273/HORTTECH.12.1.38

*Corresponding author: h.abdollahi@areeo.ac.ir

Tel.: +982636702541

Received: 04 September 2024

Accepted: 09 November 2024



2023© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.