Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Effect of irrigation water bicarbonate on leaf chlorosis, photosynthetic pigments and iron uptake of kiwifruit seedlings

Zeynab Alizadeh[*1], Mahmood Ghasemnezhad[2], Mahmood Fazeli Sangani[3]

1. Corresponding Author, M.Sc. Student, Dept. of Horticultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: z_l_guilan@yahoo.com
2. Professor, Dept. of Horticultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: ghasemnezhad@guilan.ac.ir
3. Assistant Prof., Dept. of Soil Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: mfazeli@guilan.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 12.13.2020
Revised: 01.20.2021
Accepted: 02.04.2021

Keywords:
Kiwifruit,
Leaf fall,
Nutrients,
Photosynthetic pigments

ABSTRACT

Background and Objectives: In kiwifruiy vineyards, the high concentration of bicarbonate ions in irrigation water or soil is one of the main limiting factors on growth and production. The high levels of bicarbonate in irrigation water caused soil alkalinity and reduced the root accessibility to nutrients such as irons. Iron deficiency in kiwifruit vineyards caused leaves chlorosis and therafter, fruits. Fruits with iron deficiency have an unacceptable taste and low shelf life. Iron deficiency is usually more severe in June and July with increasing irrigation frequency. Growing suitable rootstocks that have a high tolerance to soil alkalinity is a good strategy to overcome this problem. Therefore, in this study, the response of seedlings in different populations of kiwifruit from three different species to irrigation water bicarbonate was investigated.

Materials and Methods: In this study, the effect of different concentrations of bicarbonate ions in irrigation water (0, 170, 350, and 550 mg L^{-1}) on leaf chlorosis and iron uptake of seedlings of six kiwifruit seed populations (Green 11, Bruno, Red 2, Red 6, Red 22 and Baby kiwi) from three different species (*Actinidia deliciosa, A. chinensis and A. arguta*) was investigated as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in research greenhouse of faculty of agricultural sciences, University of Guilan. Each replication was one potted seedling. The plants were irrigated with different bicarbonate level for 6 weeks with three days intaervals. Traits such as leaf fall percentage, stem diameter, chlorosis percentage, necrosis percentage, chlorophyll a, b, total chlorophyll, carotenoids and iron content of leaves were measured.

Results: The results showed that increasing bicarbonate concentration in irrigation water caused leaf abscission. The highest leaf abscission percentage was observed in Baby kiwi from *A. arguta* with 16.6% and the lowest one in Bruno (1.19%) from *A. deliciosa* species as compared to their control, when exposed to high bicarbonate stress. Genotype type, different levels of bicarbonate and their interaction did not show a significant effect on the percentage of stem diameter changes. The Red2 from *A. chinensis* species seedlings showed the highest leaf chlorosis (38.46%) and the lowest leaf chlorosis was found in Green 11 seedlings from *A. deliciosa* with 6.95%. With increasing the amount of bicarbonate in irrigation water, the percentage of leaf necrosis also increased. Total leaf chlorophyll and carotenoid content significantly declined in all genotypes with increasing bicarbonate ion content in irrigation water. With increasing bicarbonate ion concentration in irrigation water, leaf iron content significantly decreased.

The lowest iron declining percentage compared to the control when seedlings exposed to 170, 350, and 550 (mg L^{-1}) of bicarbonate of irrigation water was found in Bruno from *A. deliciosa* species with 3.28, 4.29, and 4.72%, respectively. Moreover, the results showed that there is a significant correlation between leaf iron content and chlorophylls content, chlorosis percentage and necrosis percentage.

Conclusion: Overall, because of low leaf abscission and higher iron absorption in Bruno seedlings when exposed to high bicarbonate concentration in irrigation water or soil cab be recommend as a souperior rootstock.

Cite this article: Alizadeh, Zeynab, Ghasemnezhad, Mahmood, Fazeli Sangani, Mahmood. 2022. Effect of irrigation water bicarbonate on leaf chlorosis, photosynthetic pigments and iron uptake of kiwifruit seedlings. *Journal of Plant Production Research*, 29 (1), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2022.18629.2748
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

اثر بی‌کربنات آب آبیاری بر کلروز برگی، رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب آهن دانهال‌های کیوی‌فروت

زینب علیزاده*[۱]، محمود قاسم‌نژاد[۲]، محمود فاضلی سنگانی[۳]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. رایانامه: z_l_guilan@yahoo.com
۲. استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. رایانامه: ghasemnezhad@guilan.ac.ir
۳. استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران. رایانامه: mfazeli@guilan.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۳
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۶

واژه‌های کلیدی:
رنگدانه‌های فتوسنتزی،
ریزش برگ،
عناصر غذایی،
کیوی‌فروت

چکیده

سابقه و هدف: در تاکستان کیوی‌فروت، غلظت بالای بی‌کربنات آب آبیاری یا خاک، یکی از عوامل محدودکننده رشد و تولید می‌باشد. میزان بالای بی‌کربنات آب آبیاری باعث قلیائیت خاک شده و قابلیت دسترسی ریشه‌ها به عناصر غذایی از جمله آهن را کاهش می‌دهد. کمبود آهن در تاکستان‌های کیوی، باعث زردی برگ‌ها و در ادامه میوه‌ها می‌شود. میوه‌های دچار کمبود آهن، مزه نامطلوب و ماندگاری پایینی دارند. کمبود آهن معمولاً در ماه‌های خرداد و تیر هم‌زمان با افزایش دور آبیاری، شدیدتر می‌شود. کشت پایه‌های مناسب که تحمل بالایی به قلیائیت خاک داشته باشد، یک راهبرد مناسب برای غلبه بر این مشکل است. بنابراین، در این پژوهش واکنش دانهال‌های جمعیت‌های مختلف بذری کیوی‌فروت از گونه‌های متفاوت، نسبت به بی‌کربنات آب آبیاری بررسی شدند.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف یون بی‌کربنات آب آبیاری در چهار سطح (صفر، ۱۷۰، ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر روی میزان کلروز برگی و جذب آهن دانهال‌های شش جمعیت کیوی‌فروت (Green 11، Bruno، Red 2، Red 6، Red 22 و Baby Kiwi) از سه گونه مختلف (*Actinidia deliciosa*، *A. chinensis* و *A. arguta*) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل یک گلدان حاوی یک دانهال در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان بررسی شد. آبیاری دانهال‌ها با سطوح مختلف بی‌کربنات به مدت شش هفته و با فاصله هر سه روز یکبار بر مبنای نیاز آبی دانهال‌ها تحت شرایط دمایی و رطوبتی در نظرگرفته شده برای رشد مطلوب آن‌ها، انجام شد. صفاتی مانند درصد ریزش برگ‌ها، قطر ساقه، درصد کلروز، درصد نکروز، میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و مقدار آهن برگ ها اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش میزان بی‌کربنات آب آبیاری سبب ریزش برگ می‌شود. در مقایسه با شاهد، بیش‌ترین درصد ریزش برگ‌ها در دانهال‌های Baby kiwi (۱۶/۶درصد) از گونه *A. arguta* و کم‌ترین درصد ریزش برگ در دانهال‌های Bruno (۱/۱۹ درصد) از گونه *A. deliciosa* مشاهده شد. نوع ژنوتیپ، سطوح مختلف بی‌کربنات و برهمکنش آن‌ها روی درصد تغییرات قطر ساقه اثر معنی داری نشان نداد. دانهال‌های Red2 از گونه *A. chinensis* بیش‌ترین شدت کلروز برگی (۳۸/۴۶ درصد) را داشتند و کمترین درصد کلروز در Green11 از گونه *A. deliciosa* (۶/۹۵ درصد) مشاهده شد. با افزایش میزان بی‌کربنات آب آبیاری، درصد نکروز برگ‌ها نیز افزایش یافت. محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدهای کل برگ تمامی ژنوتیپ‌های کیوی با افزایش میزان بی‌کربنات آب کاهش معنی‌داری پیدا کرد. مقدار آهن برگ در همه ژنوتیپ‌های کیوی با افزایش میزان بی‌کربنات بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. کم‌ترین درصد کاهش آهن برگ در سطوح ۱۷۰، ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات نسبت به شاهد به ترتیب با ۳/۲۸، ۴/۲۹ و ۴/۷۲ درصد در دانهال‌های Bruno مشاهده شد. نتایج هم‌چنین نشان داد بین مقدار آهن برگ با محتوای کلروفیل‌ها، درصد کلروز و درصد نکروز، همبستگی معنی داری وجود دارد.

نتیجه‌گیری: در مجموع، دانهال‌های Bruno به دلیل درصد ریزش برگ کم‌تر و میزان جذب آهن بالاتر در مواجه با بی‌کربنات بالای آب و خاک، می‌تواند به‌عنوان پایه برتر برای کشت توصیه شود.

استناد: علیزاده، زینب، قاسم‌نژاد، محمود، فاضلی سنگانی، محمود (۱۴۰۱). اثر بی‌کربنات آب آبیاری بر کلروز برگی، رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب آهن دانهال‌های کیوی‌فروت. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۹ (۱)، ۱۸-۱.
DOI: 10.22069/JOPP.2022.18629.2748

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

کیوی یکی از مهم‌ترین محصولات باغی صادراتی ایران به شمار می‌آید که تنها در استان‌های گیلان، مازندران و بخش کوچکی از گلستان کشت‌وکار می‌شود. طبق آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (۲۰۱۹)، ایران با تولید ۳۴۴۱۸۹ تن میوه کیوی، بعد از چین، نیوزیلند و ایتالیا در رتبه چهارم جهان قرار دارد (۱). با این حال، تولید میوه کیوی در ایران با مشکلات متعددی از جمله خاک‌های سنگین، زهکشی ضعیف خاک، pH بالای خاک و آب آبیاری و همچنین غلظت بالای بی‌کربنات آب آبیاری مواجه است.

کلروز ناشی از بی‌کربنات یکی از شایع‌ترین مشکلاتی است که رشد، عملکرد و کیفیت محصول درختان میوه را که در خاک‌های آهکی رشد می‌کنند، یا با منابع آبی با بی‌کربنات بالا آبیاری می‌شوند، تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۲). تاک‌های کیوی‌فروت بسیار مستعد کلروز ناشی از بی‌کربنات آب و خاک هستند، به‌طوری که کشت تاک‌های کیوی در خاک‌های آهکی که میزان بی‌کربنات فعال بیش از ۵۰ گرم در کیلوگرم داشته باشند یا آبیاری با آبی که بیش از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر یون بی‌کربنات داشته باشد، منجر به بروز علائم کلروز در برگ‌های جوان می‌شود (۳). هم‌چنین، میزان بالای بی‌کربنات سبب خاصیت قلیایی می‌شود که این امر به نوبه خود میزان دسترسی ریشه‌ها به عناصر غذایی به‌خصوص آهن را محدود کرده و سبب بروز علایم کلروز آهکی در گیاه می‌شود (۴). به طور کلی، تأثیر بی‌کربنات بر رشد، ترکیبات آلی و تعادل عناصر غذایی در تعدادی از گونه‌های گیاهی شامل انگور (۵) و سیب (۶) گزارش شده است.

هر چند اطلاعات کمی در خصوص رفتار پیوندک‌ها نسبت به یون بی‌کربنات وجود دارد، با این‌حال سازوکارهای احتمالی متفاوتی برای پاسخ به چنین تنشی در بین پایه و پیوندک‌ها پیشنهاد شده است (۷). تفاوت در حساسیت نسبت به بی‌کربنات، بین پایه‌های مختلف در درون یک گونه، در انگور (۸)، مرکبات (۹) و سایر گیاهان باغی گزارش شده است. با این‌حال، حساسیت گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف کیوی نسبت به بی‌کربنات به‌طور دقیق مشخص نیست. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف کیوی (از سه گونه مختلف) نسبت به سطوح مختلف بی‌کربنات آب آبیاری (چهار سطح) انجام شد. یافته‌های این پژوهش به پیدا کردن ژنوتیپ‌هایی کمک می‌کند که تحمل بالایی نسبت به بی‌کربنات آب آبیاری دارند و بدین شکل امکان معرفی آن‌ها به‌عنوان پایه در مناطقی فراهم می‌شود که مشکل بی‌کربنات بالای آب و خاک دارند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت آزمایش فاکتوریل (دو عامل ژنوتیپ در شش سطح و میزان بی‌کربنات آب آبیاری در چهار سطح) در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان اجرا شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از سه گونه مختلف شامل ژنوتیپ‌های Green 11 و Bruno از گونه *A. deliciosa*، ژنوتیپ‌های Red 2، Red 6 و Red 22 از گونه *A. chinensis* و ژنوتیپ Baby kiwi از گونه *A. arguta* بودند. هم‌چنین سطوح بی‌کربنات به‌صورت صفر (شاهد)، ۱۷۰، ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شد.

به‌منظور انجام این پژوهش، در اواخر آذر ماه سال ۱۳۹۷ بذور شش نوع جمعیت بذری کیوی‌فروت، ابتدا با قارچ‌کش کربوکسی تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند و جهت شکسته شدن خواب بذر سرمادهی مرطوب داده شدند. برای این منظور بذور به داخل ظروف پتری که در کف آن‌ها کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر تعبیه شده بود، منتقل و به‌مدت چهار الی شش هفته در دمای چهار درجه سلسیوس نگه‌داری شدند و طی این مدت رطوبت بذرها در صورت نیاز تامین شد (۱۰ و ۱۱). پس از آن بذور به مدت ده روز در ژرمیناتور بر مبنای روش لاوز و اندرسون (۱۹۸۰) با کمی تغییرات، و با شرایط دمایی و نوری متناوب (۱۸ ساعت روشنایی، شش ساعت تاریکی در شبانه‌روز، دمای ۲۴ درجه سلسیوس در روز و پنج درجه سلسیوس در شب) قرار داده شدند (۱۲) و سپس در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و روشنایی پیوسته قرار گرفتند (۱۱). بذرهای جوانه‌دار شده در سینی‌های کشت ۴۵ سلولی با طول، عرض و عمق به‌ترتیب ۴۹، ۲۹ و ۱۲ سانتی‌متر، حاوی نسبت یکسان پرلیت و پیت‌ماس کشت شدند. پیش از عمل کشت، ابتدا بسترها با قارچ‌کش رزالاکسیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. دانهال‌ها بعد از حدود دو ماه به گلدان‌های چهار لیتری ضدعفونی‌شده حاوی نسبت یکسان کوکوپیت و پرلیت، مجموعاً ۷۲ گلدان منتقل و کشت شدند. گیاهچه‌ها به مدت هفت ماه، تحت شرایط یکسان از نظر دما (بازه دمایی ۲۰ الی ۲۵ درجه سلسیوس)، نور تکمیلی با لامپ‌های مخصوص رشد، رطوبت (۸۵ الی ۹۰ درصد) و مواد غذایی (کود کامل امکس همراه با نیترات کلسیم) قرار داده شدند و به اندازه مطلوب جهت اعمال تیمار رسیدند. جهت آبیاری و کوددهی این گیاهچه‌ها در طی مدت مذکور، از آب شهری لوله‌کشی‌شده استفاده شد. خصوصیات کیفی آب آبیاری گلخانه محل انجام آزمایش در جدول یک آورده شده است. مقدار یون بی‌کربنات آب آبیاری گلخانه محل انجام آزمایش که ۱۷۰ میلی‌گرم در لیتر بود به‌عنوان سطح دوم و غلظت‌های ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات به عنوان سطح سه و چهار در نظر گرفته شدند. هم‌چنین، غلظت صفر میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات به‌عنوان سطح یک و شاهد (بدون بی‌کربنات) در نظر گرفته شد. بعد از این‌که دانهال‌ها به ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر از سطح گلدان رسیدند، عمل فشرده کردن نوک ساقه به منظور جلوگیری از رشد طولی انجام شد. هم‌چنین، تنها به یکی از جوانه‌های جانبی اجازه رشد و برگ‌دهی از شروع تا پایان اعمال تیمار داده شد و پس از تشکیل برگ پنجم، عمل فشرده کردن نوک شاخه روی آن نیز اجرا گردید. جهت تیمار آب با یون بی‌کربنات از روش مارتینز کوئینزا و همکاران (۲۰۱۳) استفاده شد (۱۳). یعنی گلدان‌ها با محلول غذایی کامل تغذیه شدند، اما آبیاری گیاهان با سطوح مختلف بی‌کربنات از منبع بی‌کربنات آمونیوم (NH_4HCO_3) به مدت شش هفته و با فاصله هر سه روز یکبار به حجم ۵۰۰ سی‌سی برای هر تاک انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات کیفیت آب آبیاری در مطالعه اخیر.

Table 1. Characteristics of irrigation water quality in a recent study.

روش آزمایش Method	با محدودیت زیاد With high limit	با محدودیت متوسط With medium limit	با محدودیت کم With low limit	واحد Unit	نتیجه Results	عنوان آزمایش Experiment title
pH Meter	>8	7-8	<7	-	6.55	pH
Conductivity Meter	>3000	700-3000	<700	(µs/cm)	319	EC
Conductivity Meter	>2000	500-2000	<500	(mg/lit)	204	TDS
Computational	-	-	-	($meq/l^{0.5}$)	0.4	SAR
کروماتوگرافی یون Ion chromatography	-	-	<70	(mg/L)	12.46	کلراید Cl^-
تیتراسیون Titration	-	-	<200	(mg/L)	170	بی‌کربنات*** HCO_3^-
یون کروماتوگرافی Ion chromatography			-	(mg/L)	31.76	کلسیم Ca
یون کروماتوگرافی Ion chromatography			-	(mg/L)	5	منیزیم Mg
یون کروماتوگرافی Ion chromatography			<50	(mg/L)	9.13	سدیم Na

خصوصیاتی مانند درصد ریزش برگ، درصد تغییر قطر ساقه گیاه، درصد کلروز و نکروز برگ‌ها مطابق روش مارتینز کوئینزا (۲۰۱۳) اندازه‌گیری شدند (۱۳). با ثبت تعداد برگ‌ها روی ساقه اصلی قبل و بعد از اعمال تیمار، درصد ریزش برگ‌ها روی دانهال‌های هر ژنوتیپ محاسبه شد. میزان قطر ساقه گیاه از بالای سطح گلدان در ابتدای آزمایش و در پایان آن، با کولیس دیجیتالی مدل Asimeto اندازه‌گیری و درصد تغییرات قطر ساقه محاسبه شد. میزان کلروز و نکروز روی تمامی برگ‌های یک دانهال اندازه‌گیری و به‌صورت درصد بیان گردید.

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید، از روش رانگانا (۱۹۹۷) استفاده شد. ابتدا ۰/۰۵ گرم بافت تازه برگ از هر تاک با کمک نیتروژن مایع در داخل یک هاون چینی آسیاب شده و به آن ده میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد اضافه گردید و محلول حاصل با کاغذ صافی، صاف گردیده و مجدداً عصاره‌گیری انجام شد تا بافت کاملاً بی‌رنگ گردید. در انتها حجم نهایی عصاره به ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس جذب محلول در طول موج‌های ۶۴۶/۸ (کلروفیل a)، ۶۶۳/۲ (کلروفیل b) و ۴۷۰ نانومتر (کاروتنوئید) با اسپکتروفتومتر UV/VIS مدل +T80 محصول شرکت PG Instruments Ltd اندازه‌گیری گردید. برای تعیین مقدار کلروفیل a، b، کلروفیل کل بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر و کاروتنوئیدها برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰۰ گرم وزن خشک، از رابطه‌های مربوطه روش رانگانا (۱۹۹۷) استفاده شد (۱۴):

$$\text{Chlorophyll a (mg/ml)}=12.25\ OD_{663.2}-2.79\ OD_{646.8}$$

$$\text{Chlorophyll b (mg/ml)}=21.50\ OD_{646.8}-5.10\ OD_{663.2}$$

$$\text{Total Chlorophyll (mg/ml)}=18.71\ OD_{646.8}-7.15\ OD_{663.2}$$

$$\text{Carotenoids}_{x+c}=(1000\ OD_{470}-1.8\text{Chl.a}-85.2\text{Chl.b})/198$$

جهت اندازه‌گیری میزان آهن طبق روش تجزیه عناصر پیج و همکاران (۱۹۸۲)، در ابتدا از هر دانهال دو برگ بالغ، یکی از ساقه اصلی و دیگری از ساقه فرعی از هر تیمار، انتخاب و برای خشک کردن در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. سپس، ۰/۵ گرم از هر نمونه در کروزه چینی ریخته شد و در داخل کوره الکتریکی با دمای افزایشی ۵۰۰ درجه سلسیوس (طی دو ساعت اولیه) به مدت چهار ساعت جهت تهیه خاکستر قرار داده شدند. پس از خاموش کردن کوره و رسیدن دمای کوره به دمای اتاق، خاکستر هر نمونه با ده میلی‌لیتر از محلول اسید کلریدریک یک نرمال حل شد و به بالن حجمی ۵۰ میلی‌لیتری انتقال و با آب مقطر، حجم آن به ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. در ادامه، مقادیر مربوطه با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل 220 FS کمپانی Varian قرائت شدند. برای تهیه محلول استاندارد آهن از سولفات آهن استفاده و با دستور کار دستگاه جذب اتمی، سری استاندارد تهیه شد (۱۵).

تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و همبستگی بین صفات، با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه نه و هم‌چنین رسم جداول و نمودارها با نرم‌افزار Excel 2013 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوع ژنوتیپ و سطح بی‌کربنات آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر وقوع ریزش برگ معنی‌دار شد، در حالی‌که برهمکنش نوع ژنوتیپ و سطح بی‌کربنات آب آبیاری، تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دانهال‌های Baby Kiwi با میانگین ۱۶/۶ درصد بیش‌ترین ریزش برگ را در مواجه با بی‌کربنات بالای آب آبیاری در مقایسه با شاهد نشان دادند و کم‌ترین درصد ریزش برگ در رقم Bruno با میانگین ۱/۱۹ درصد مشاهده شد، هرچند از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد با Green11، Red22، Red2 و Red6 اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۱ الف). این اختلاف در پاسخ به بی‌کربنات بالای آب آبیاری بدان دلیل است که ژنوتیپ‌ها با توجه به خصوصیات فیزیولوژیکی که دارند، واکنش‌های متفاوتی در شرایط تنش نشان می‌دهند (۱۶). هم‌چنین، نتایج نشان داد که افزایش میزان بی‌کربنات باعث افزایش درصد ریزش برگ‌ها می‌شود، بالاترین درصد ریزش برگ (۱۱/۴۱ درصد) در سطح ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات مشاهده شد و کم‌ترین درصد ریزش برگ (۰/۵۶ درصد) مربوط به سطح ۱۷۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات (۲/۴۳ درصد) بود (شکل ۱ ب). ریزش برگ‌ها در مواجه با غلظت بالای بی‌کربنات می‌تواند به دلایل فیزیولوژیک باشد (۱۷). پژوهش‌های قبلی نشان داد که افزایش مقدار بی‌کربنات آب آبیاری باعث تحریک سنتز هورمون اسید آبسیزیک و جریان اسید آبسیزیک از آوند آبکش به آوند چوبی شد که این امر باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و به دنبال آن کاهش تعرق و بازده مزوفیل می‌شود و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، منجر به کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (۱۸). بدیهی است که با کاهش سطح برگ و ریزش برگ‌ها، گیاه آب کم‌تری را از طریق تعرق از دست می‌دهد، بنابراین، محدود شدن سطح تعرق‌کننده را شاید بتوان یکی از پاسخ‌های گیاه به شرایط تنش بی‌کربنات قلمداد کرد (۱۹).

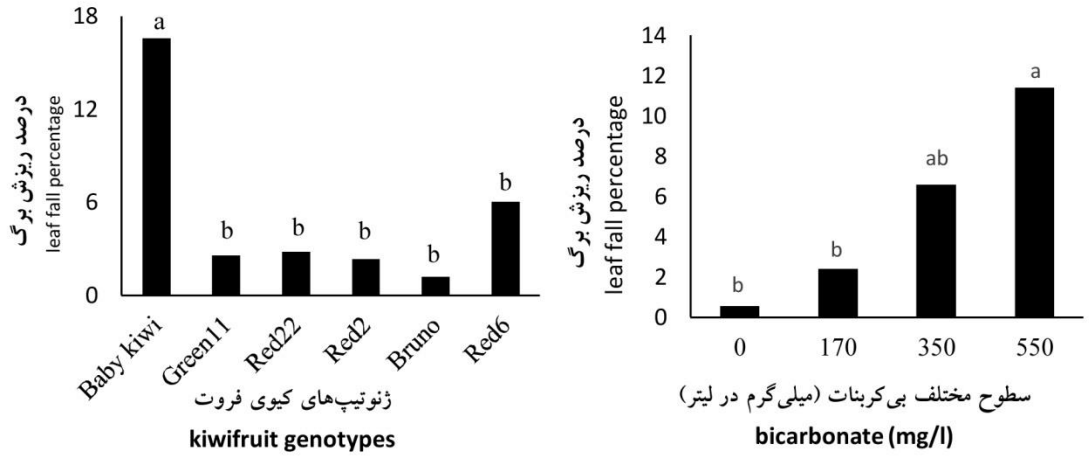
جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر نوع ژنوتیپ و سطوح بی‌کربنات بر درصد ریزش، تغییر قطر ساقه، کلروز، نکروز برگ و کلروفیل، کاروتنوئید و آهن در کیوی.

Table 2. Analysis of variance of the effect of genotype type and bicarbonate levels on the percentage of leaf shedding, fluctuation of stem diameter, chlorosis, necrosis, chlorophyll, carotenoids and iron in kiwifruit.

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS								
		درصد ریزش برگ (%) Leaf fall	درصد تغییر قطر ساقه (%) Change of stem diameter	درصد کلروز (%) Chlorosis	درصد نکروز (%) Necrosis	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Chlorophyll total	کاروتنوئید Carotenoid	آهن Fe
ژنوتیپ Genotype	5	6.35**	0.12 ^{ns}	5.21**	1.52^{ns}	0.04 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.055 ^{ns}	0.76**	1005.57**
سطح بی‌کربنات Bicarbonate	3	6.32**	0.09 ^{ns}	1.94**	10.01**	0.15*	0.051 ^{ns}	0.16*	1.12**	1634.89**
ژنوتیپ × بی‌کربنات G×B	15	0.39^{ns}	0.14 ^{ns}	0.22^{ns}	0.76^{ns}	0.01^{ns}	0.009 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.16 ^{ns}	86.01**
خطای آزمایش Error	48	0.76	0.14	0.37	0.57	0.038	0.02	0.044	0.09	0.65
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		98.21	17.13	24.81	40.36	10.40	11.45	10.04	15.87	1.18

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** not significant, significant at the 5% probability level, and significant at the 1% probability level respectively



شکل ۱- اثر سطوح مختلف بیکربنات آب آبیاری (الف) و نوع ژنوتیپ‌ها (ب) بر درصد ریزش برگ دانهال‌های کیوی.

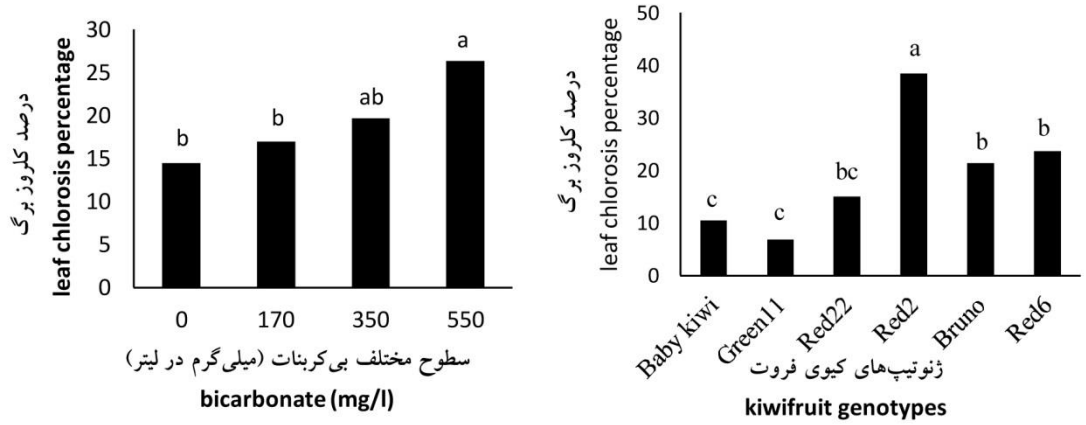
Fig. 1. The effect of different levels of bicarbonate in irrigation water (a) genotypes (b) on leaf abscission percentage of kiwifruit seedlings.

قطر ساقه: نوع ژنوتیپ، سطوح بی‌کربنات و برهمکنش ژنوتیپ و سطح بی‌کربنات آب آبیاری بر درصد تغییرات قطر ساقه دانهال‌های کیوی معنی‌دار نشدند (جدول ۲).

درصد کلروز برگ‌ها: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، درصد کلروز برگ کیوی در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر نوع ژنوتیپ و سطح بی‌کربنات آب آبیاری قرار گرفت، اما اثر متقابل نوع ژنوتیپ و سطح بی‌کربنات آب آبیاری بر درصد کلروز معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دانهال‌های Red2 با میانگین ۳۸/۴۶ درصد، بیش‌ترین درصد و رقم Green11 با میانگین ۶/۹۵ درصد، کم‌ترین درصد کلروز برگ را نشان دادند (شکل ۲ الف).

با توجه به نقش پایه‌ها که برای سیستم ریشه و مقاومت‌های آن در جذب آب، مواد غذایی و استقرار در خاک انتخاب می‌شوند و نیز با توجه به وجود پتانسیل مواد گیاهی در بروز پاسخ‌های سازشی به کمبود عناصر، ژنوتیپ‌ها و پایه‌ها در تحمل و مقاومت به کلروز متفاوت بودند. در پژوهش‌های قبلی، استفاده از ارقام و پایه‌های مقاوم به کلروز را به‌عنوان یک راه‌حل پایدار جهت کاهش اثرات کلروز آهکی پیشنهاد کردند (۲۰). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که افزایش مقدار بی‌کربنات آب آبیاری باعث افزایش درصد کلروز برگ کیوی می‌شود. بیش‌ترین درصد کلروز برگ (۲۶/۳۳ درصد) در سطح ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات و کم‌ترین مربوط به تیمار شاهد (۱۴/۵۱ درصد) بود (شکل ۲ ب). پژوهش‌های قبلی نشان داد که غلظت بالای بی‌کربنات از رشد ریشه جلوگیری می‌کند، بنابراین، باعث کاهش انتقال سیتوکینین از ریشه به شاخساره‌ها می‌شود. سیتوکینین برای ساختن پروتئین و توسعه کلروپلاست و ادامه رشد اندام‌ها ضروری است، این اختلال باعث ظهور علائم کلروز می‌شود (۲۰). منگل و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که کلروز ناشی از بی‌کربنات در اثر انتقال بی‌کربنات به داخل استوانه مرکزی ریشه رخ می‌دهد، و ورود بی‌کربنات منجر به قلیایی شدن شیره خام و آپوپلاست برگ می‌شود (۲۱). این امر به‌نوبه خود بر تغذیه گیاه با عناصر غذایی اثرگذار می‌باشد (۲).

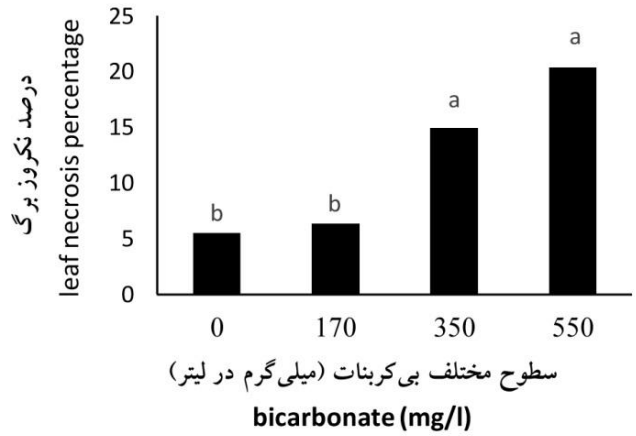
در این پژوهش، به نظر می‌رسد نوع گونه کیوی‌فروت تأثیر زیادی در واکنش به غلظت بالای بی‌کربنات آب آبیاری دارد. ژنوتیپ Baby Kiwi از گونه *A. arguta* با ریزش برگ، نسبت به بی‌کربنات بالای آب آبیاری واکنش نشان می‌دهد، اما ژنوتیپ Red2 از گونه *A. chinensis* با کلروز شدید میان برگی واکنش نشان می‌دهد.



شکل ۲- اثر سطوح مختلف بیکربنات آب آبیاری (الف) و نوع ژنوتیپ (ب) بر درصد کلروز برگ‌های دانهال‌های مختلف کیوی.

Fig. 2. The effect of different levels of bicarbonate in irrigation water (a) genotypes (b) on leaf chlorosis percentage of different kiwifruit seedlings.

درصد نکروز برگ‌ها: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، درصد نکروز برگ کیوی تحت‌تأثیر سطوح بی‌کربنات با سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما نوع ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح بی‌کربنات بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش میزان بی‌کربنات آب آبیاری، درصد نکروز برگ‌ها افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که تیمار شاهد (۵/۵۲ درصد) کم‌ترین درصد نکروز برگ را نشان داد و با تیمار ۱۷۰ میلی‌گرم بر لیتر بی‌کربنات (۶/۴ درصد) تفاوت معنی‌دار نداشت. با این‌حال، تیمار ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بیش‌ترین درصد نکروز برگ را با میانگین ۲۰/۴ درصد نشان داد (شکل ۳). این یافته‌ها با نتایج پیرمرادیان (۱۳۹۸) مطابقت دارد و علت افزایش درصد نکروز همراه با افزایش سطوح بی‌کربنات را می‌توان به دلایلی که در خصوص درصد کلروز برگ‌ها گفته شد، نسبت داد (۲۰).



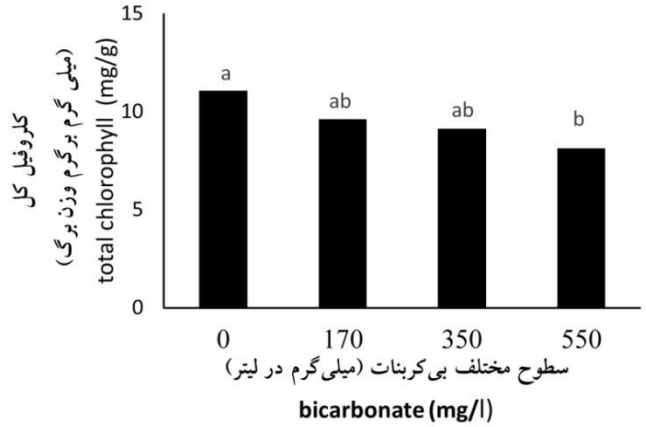
شکل ۳- اثر سطوح مختلف بی‌کربنات آب آبیاری بر درصد نکروز برگ ژنوتیپ‌های مختلف کیوی.

Fig. 3. The effect of different levels of irrigation water bicarbonate on leaf necrosis percentage of different kiwifruit genotypes.

مقدار کلروفیل: همان‌طور که نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد اثر سطوح مختلف بی‌کربنات آب آبیاری در سطح احتمال پنج درصد بر مقدار کلروفیل a برگ کیوی، معنی‌دار می‌باشد، اما اثر نوع ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ در سطوح بی‌کربنات بر مقدار کلروفیل a برگ در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، افزایش سطوح بی‌کربنات، محتوی کلروفیل a موجود در برگ کیوی را کاهش داد به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a موجود در برگ، در تیمار بدون بی‌کربنات با میانگین ۸/۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن برگ مشاهده شد و کم‌ترین میزان هم مربوط به تیمار با ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات بود. سطوح ۱۷۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات هم از نظر آماری بین این دو گروه قرار گرفتند که تفاوتی با هیچ کدام از دو سطح نداشتند.

اثر ژنوتیپ، سطوح بی‌کربنات و برهمکنش تیمارها بر کلروفیل b موجود در برگ کیوی، معنی‌دار نبود (جدول ۲)، اما محتوی کلروفیل کل موجود در برگ کیوی تحت‌تأثیر سطوح بی‌کربنات در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار شد. نوع ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح بی‌کربنات بر محتوی کلروفیل کل در سطح احتمال پنج درصد، معنی‌دار نبود (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین، تیمار شاهد (بدون بی‌کربنات) با میانگین ۱۱/۰۸ میلی‌گرم بر گرم وزن برگ بیش‌ترین محتوی کلروفیل کل موجود در برگ را به‌دست آورد. تیمار سطح ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر هم با میانگین ۸/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن برگ، کم‌ترین مقدار را نشان داد. سطوح ۱۷۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات آب آبیاری هم بدون تفاوت با سطوح صفر و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات، در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴).

کاهش کلروفیل برگ می‌تواند به‌علت اختلال در جذب عناصر غذایی ضروری در سنتز کلروفیل باشد (۲۲). تنش‌های قلیائیت همانند سایر تنش‌های محیطی، در نهایت تنش اکسیداتیو ایجاد می‌کنند و موجب افزایش تولید انواع اکسیژن واکنشگر می‌شوند و کاهش میزان کلروفیل در این شرایط نشان‌دهنده وسعت آسیب‌های اکسیداتیو است (۲۳).

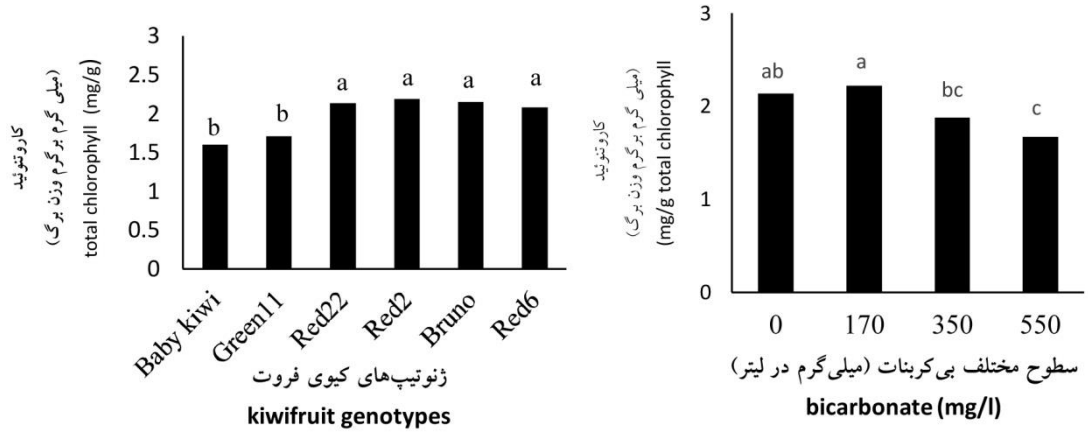


شکل ۴- اثر سطوح مختلف بیکربنات آب آبیاری بر کلروفیل کل برگ ژنوتیپ‌های مختلف کیوی.

Fig. 4. The effect of different levels bicarbonate in irrigation water on leaf total chlorophyll content of different kiwifruit genotypes.

کاروتنوئید کل: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد مقدار کاروتنوئید کل موجود در برگ کیوی در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر نوع ژنوتیپ و سطوح بی‌کربنات آب آبیاری قرار گرفت، در حالی‌که برهمکنش ژنوتیپ و سطوح بی‌کربنات بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد، اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم Red2 با میانگین ۲/۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن برگ، بیش‌ترین محتوای کاروتنوئید کل را داشت که با ارقام Red22، Bruno و Red6 در یک گروه قرار گرفت. کم‌ترین میزان هم مربوط به رقم Baby Kiwi با میانگین ۱/۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود که با رقم Green11 تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۵ الف). در این پژوهش، واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به سطوح بالای بی‌کربنات آب آبیاری یکسان نبود. افزایش کاروتنوئیدها توان مقابله با وضعیت تنشی در گیاه را افزایش می‌دهد؛ زیرا گیاه توانایی اتلاف انرژی نوری بالا و حذف اکسیژن‌های فعال را خواهد داشت (۲۴).

در این‌جا می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ‌های متحمل‌تر با حفظ ظرفیت کاروتنوئیدی خود، قادر هستند تا آسیب‌های ناشی از تنش را تعدیل کنند. نتایج نشان داد که مقدار کاروتنوئید برگ ژنوتیپ‌های کیوی در سطح ۱۷۰ میلی‌گرم در لیتر، تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. اما با افزایش بیش‌تر بی‌کربنات مقدار کاروتنوئید کل کاهش پیدا کرد. کم‌ترین مقدار کاروتنوئید کل (۱/۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن برگ) مربوط به کاربرد ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات بود (شکل ۵ ب). در موافقت با نتایج این آزمایش، الکانترا و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که با افزایش سطوح بی‌کربنات، غلظت کاروتنوئید کل برگ هلوی پیوند شده روی پایه نماگارد کاهش یافت (۲۵). کاهش محتوای کاروتنوئید کل بر اثر بی‌کربنات آب آبیاری (شکل ۵ ب)، ممکن است به واسطه اکسید شدن توسط اکسیژن فعال و تخریب ساختار آن‌ها در شرایط تنش بی‌کربنات باشد (۹).



شکل ۵- اثر سطوح مختلف بی‌کربنات آب آبیاری (الف) و نوع ژنوتیپ (ب) بر میزان کاروتنوئید کل برگ دانهال‌های مختلف کیوی.

Fig. 5. The effect of different levels of bicarbonate in irrigation water (a) and genotypes (b) on leaf carotenoid content of kiwifruit seedlings.

مقدار آهن: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مقدار آهن برگ به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر نوع ژنوتیپ، سطوح بی‌کربنات و اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح بی‌کربنات قرار گرفت (جدول ۲). در تیمار شاهد، بالاترین مقدار آهن برگ در Baby Kiwi با ۹۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک و کم‌ترین مقدار آهن برگ در Red 2 با ۶۹/۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک مشاهده شد. هم‌چنین، به‌طور کل بیش‌ترین مقدار آهن موجود در برگ کیوی (۹۴/۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ) در دانهال‌های Baby kiwi، در شاهد و کم‌ترین مقدار آهن، در رقم Red2 با سطح ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات با میانگین ۴۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان بی‌کربنات آب آبیاری، مقدار آهن برگ در همه ژنوتیپ‌های کیوی، کاهش پیدا کرد. دانهال‌های ژنوتیپ‌های مختلف، در مواجه با سطوح مختلف بی‌کربنات آب آبیاری، مقادیر مختلفی از کاهش مقدار آهن در برگ را نشان دادند. این میزان در دانهال‌های ژنوتیپ Baby kiwi در سطوح ۱۷۰، ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات نسبت به سطح شاهد به ترتیب ۲۶/۲۱، ۳۰/۴۹ و ۳۱/۰۷ درصد، در دانهال‌های ژنوتیپ Green11، به‌ترتیب ۱۶/۱۲، ۲۲/۰۳ و ۳۱/۱۶ درصد، در دانهال‌های ژنوتیپ Red22 به ترتیب، ۱۷/۴۰، ۲۲/۶۶ و ۲۷/۳۹ درصد، در دانهال‌های ژنوتیپ Red2 به‌ترتیب، ۸/۶۷، ۳۴/۱۷ و ۴۲/۰۵ درصد و در دانهال‌های ژنوتیپ Red6 به ترتیب، ۹/۳۸، ۱۶/۵۵ و ۲۹/۵۵ درصد بود. دانهال‌های ژنوتیپ Bruno در مواجهه با سطوح بی‌کربنات آب آبیاری، کم‌ترین میزان درصد کاهش آهن برگ را با اختلاف زیاد نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند. این میزان نسبت به شاهد ۳/۲۸، ۴/۲۹ و ۴/۷۲ درصد در مواجهه با سطوح به‌ترتیب ۱۷۰، ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات آب آبیاری بود.

بالا بودن غلظت بی‌کربنات در محیط پیرامون ریشه باعث اختلال در تغذیه آهن می‌شود. این اختلال فیزیولوژیک ممکن است در سطح جذب، انتقال، سوخت‌وساز یا مجموعه‌ای از آن‌ها اتفاق بیافتد (۲۲). در واقع همان‌طور که نتایج نشان داد در دانهال‌های همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با افزایش سطوح بی‌کربنات، میزان آهن موجود در برگ کاهش یافت.

دلیل این کاهش را می‌توان با توجه به کاهش طول ریشه و نقش ریشه در جذب و انتقال آب و مواد غذایی و کاهش انتقال این عنصر با افزایش غلظت بی‌کربنات و هم‌چنین به کاهش رشد رویشی ریشه نسبت داد (۲۰). پژوهش‌های روی انگور نشان داد که غلظت بالای بی‌کربنات آب آبیاری باعث کاهش غلظت‌های کل آهن سیمپلاست و آپوپلاست و بروز کلروز در برگ‌ها می‌شود (۲۶ و ۲۷). به‌طورکلی، افزایش غلظت یون بی‌کربنات، حلالیت آهن را کاهش داده و از جذب آهن توسط ریشه‌ها و انتقال آن به شاخساره و برگ‌ها ممانعت می‌کند (۲۸). در چنین شرایطی، کاهش غلظت آهن برگ باعث کاهش کلروفیل می‌شود (۲۹) و کاهش غلظت کلروفیل نیز به نوبه خود قدرت رشد و مقاومت به تنش را در گیاه کاهش می‌دهد (۳۰). کاهش کلروفیل در تیمار بی‌کربنات می‌تواند به‌علت تجزیه کلروفیل در اثر آنزیم کلروفیلاز و رسوب عنصر منیزیم در pH زیاد باشد (۳۱ و ۳۲).

جدول ۳- اثر متقابل نوع ژنوتیپ و سطوح بی‌کربنات بر میزان آهن برگ دانهال‌های کیوی.

Table 3. The interaction effect of genotype and bicarbonate level on kiwifruit leaf iron content of seedlings.

ژنوتیپ‌ها Genotypes	سطوح بی‌کربنات (میلی‌گرم در لیتر) Bicarbonate (mg/ml)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ) Iron (mg/kg dry weight)
Baby kiwi	0	94.70 [a]
	170	69.89 [h]
	350	65.83 [i]
	550	65.28 [i]
Green11	0	84.62 [b]
	170	70.99 [g]
	350	65.99 [i]
	550	58.26 [l]
Red22	0	78.23 [e]
	170	64.62 [j]
	350	60.50 [k]
	550	56.80 [m]
Red2	0	69.81 [h]
	170	63.76 [j]
	350	45.96 [n]
	550	40.46 [p]
Bruno	0	83.81 [b]
	170	81.09 [c]
	350	80.23 [c]
	550	79.88 [d]
Red6	0	73.00 [f]
	170	66.16 [i]
	350	60.92 [k]
	550	51.43 [n]

* میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند

* The means with the same letter are not significant difference at 5% Level

ضرایب همبستگی بین صفات در ژنوتیپ‌های مختلف کیوی‌فروت: ضرایب همبستگی نشان داد بین درصد ریزش برگ‌ها و درصد نکروز برگ‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۵۵**)، وجود دارد. هم‌چنین بین درصد ریزش برگ‌ها و میزان کاروتنوئید کل (r= -۰/۳۸**)، همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد، درحالی‌که همبستگی آن با درصد کلروز، تغییر قطر ساقه، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و مقدار آهن برگ معنی‌دار نبود (جدول ۴).

ضرایب همبستگی نشان داد که بین درصد کلروز برگ با قطر ساقه (r= -۰/۲۸*)، میزان کلروفیل a (r= -۰/۲۴*)، کلروفیل b (r= -۰/۳۱**)، کلروفیل کل (r= -۰/۲۸*) و مقدار آهن (r= -۰/۴۹**)، همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). ضرایب همبستگی نشان داد که درصد نکروز برگ با میزان کاروتنوئید کل (r= -۰/۴۸**) و مقدار آهن برگ (r= -۰/۳۰*)، همبستگی منفی و معنی‌دار داشت، اما با درصد تغییر قطر ساقه، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل معنی‌دار نبود (جدول ۴). بین درصد تغییر قطر ساقه با میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید کل و مقدار آهن برگ همبستگی معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

نتایج نشان داد که بین میزان کلروفیل a، با کلروفیل b (r=۰/۶۸**)، کلروفیل کل (r=۰/۹۷**) و مقدار آهن (r=۰/۳۱*) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، اما با میزان کاروتنوئید کل همبستگی معنی‌دار نداشت. هم‌چنین، بین کلروفیل b با کلروفیل کل (r=۰/۸۳**) و مقدار آهن (r=۰/۳۰**) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد، ولی با میزان کاروتنوئید همبستگی معنی‌دار وجود نداشت. همبستگی کلروفیل کل با مقدار آهن (r=۰/۳۳**)، مثبت و معنی‌دار بود اما با میزان کاروتنوئید معنی‌دار نشد. ضرایب همبستگی نشان داد که بین میزان کاروتنوئید با مقدار آهن همبستگی معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات در دانهال‌های ژنوتیپ‌های مختلف کیوی‌فروت.

Table 4. Correlation coefficients between traits in seedlings of different kiwifruit genotypes.

صفات Traits	ریزش برگ Leaf Abscision	کلروز Chlorosis (%)	نکروز Necrosis (%)	قطر ساقه Stem diameter	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کاروتنوئید کل Carotenoid	آهن Fe
ریزش برگ Leaf Abscision	1								
کلروز Chlorosis	-0.050	1							
نکروز Necrosis	0.553**	-0.061	1						
قطر ساقه Stem diameter	0.014	-0.283*	-0.059	1					
کلروفیل a Chlorophyla	-0.094	-0.245*	-0.102	-0.034	1				
کلروفیل b Chlorophyllb	-0.073	-0.313**	-0.039	0.011	0.684**	1			
کلروفیل کل Tchlorophyll	-0.094	-0.284*	-0.089	-0.022	0.973**	0.833**	1		
کاروتنوئید کل Carotenoid	-0.389**	0.200	-0.484**	0.000	0.052	-0.057	0.022	1	
آهن Fe	-0.199	-0.496**	-0.300*	0.175	0.310**	0.309**	0.332**	0.135	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** significant at the 5% probability level, and significant at the 1% probability level respectively

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بی‌کربنات بالای آب آبیاری به‌خصوص بیش از ۱۷۰ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش درصد ریزش برگ، میزان کلروز و نکروز برگی دانهال‌های تمامی ژنوتیپ‌های کیوی مورد مطالعه شد. هم‌چنین با افزایش بی‌کربنات، میزان رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید مقدار آهن برگ تمامی ژنوتیپ‌های کیوی، کاهش پیدا کرد. به نظر می‌رسد نوع واکنش گونه‌های مختلف کیوی‌فروت به غلظت بالای بی‌کربنات آب‌آبیاری کاملاً متفاوت می‌باشد. ژنوتیپ Baby Kiwi از گونه *A. arguta* با ریزش برگ‌ها، نسبت به بی‌کربنات بالای آب آبیاری واکنش نشان می‌دهد، اما گونه *A. chinensis* با کلروز شدید میان برگی واکنش نشان می‌دهد. در پایان، نتایج نشان داد که دانهال‌های Bruno در اکثر خصوصیات اندازه‌گیری شده در شرایط خاک‌های قلیایی و بی‌کربنات بالای آب آبیاری، بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری دارد.

منابع

1.FAO, Countries by commodity, Rankings, Production. 2019. Food and Agriculture organization of the United Nations.

2.Wang, N., Yao, C., Li, M., Li, C., Liu, Z. and Ma, F. 2019. Anatomical and physiological responses of two kiwifruit cultivars to Bicarbonate. Scientia Hort. 243: 528-536.

3.Tagliavini, M. and Rombolà, A.D. 2001. Iron deficiency and chlorosis in orchard and vine-yard ecosystems. Eur. J. Agron. 15: 71-92.

4.Wegner, L.H. and Zimmermann, U. 2004. Bicarbonate-induced alkalinization of the xylem sap in intact maiz seedlings as measured in situ with a novel xylem pH probe. Plant Physiol. 136: 3469-3477.

5.Covarrubias, J.I. and Rombolà, A.D. 2013. Physiological and biochemical responses of the iron chlorosis tolerant grapevine rootstock 140 Ruggeri to iron deficiency and bi-carbonate. Plant Soil. 370: 305-315.

6.Sekhukhune, M.K., Nikolova, R.V. and Maila, M.Y. 2018. Effect of cold stratification and gibberellic acid on in vitro germination of *Actinidia arguta* and *Actinidia chinensis*. Acta Hort. 1204: 65-76.

7.Wang, N.N., Yan, T.S., Fu, L.N., Zhou, G.F., Liu, Y.Z. and Peng, S.A. 2014. Differences in boron distribution and forms in four citrus scion-rootstock combinations with contrasting boron efficiency under boron-deficient conditions. Trees. 28: 1589-1598.

8.Lawes, G.S. and Anderson, D.R. 1980. Influence of temperature and gibberellic acid on kiwifruit (*Actinidia chinensis*) seed germination, N.Z. J. Exp. Agric. 8: 3-4. 277-280.

9.Byrne, D.H. and Rouse, R.E. 1994. Greenhouse screening of citrus rootstock for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis. Hort. Sci. 29: 113-116.

10.Molassiotis, A., Tanou, G., Diamantidis, G., Patakas, A. and Therios, I. 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. J. Plant Physiol. 163: 176-185.

11.Windauer, L., Insausti, P., Biganzoli, F., Benech-Arnold, R. and Izaguirre, M. 2016. Dormancy and germination responses of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) seeds to environmental cues. Seed Sci. Res. 26: 4. 342-350.

12.Ksouri, R., Debez, A., Mahmoudi, H., Ouerghi, Z., Gharsalli, M. and Lachaal, M. 2007. Genotypic variability within Tunisian grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) Facing bicarbonate-induced iron deficiency. Plant Physiol. Biochem. 45: 315-322.

13.Martinez-Cuenca, M.R., Iglrsias, D.J., Forner Giner, M.A., Primo-Millo, E. and Legaz, F. 2013. Acta phyiol Plant. 35: 2833-2845.

14.Sahin, O., Gunes, A., Taskin, M.B. and Inal, A. 2017. Investigation of responses of some apple (*Mallus* × *domestica* Borkh.) cultivars grafted on MM106 and M9 rootstocks to lime-induced chlorosis and oxidative stress. Sci. Hort. 219: 79-89.
15.Pirmoradian, M. 2019. The role of rootstock and cultivar in the incidence of iron chlorosis caused by lime in fruit trees of temperate regions. Technical Journal of the Ministry of Jihad for Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Horticultural Research Institute of Mild and Cold Fruits Research Institute. 31: 1214-1227.
16.Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. and Batic, F. 2007. Detecting different levels of drought stress in apple trees (*Malus domestica* Borkh.) with selected biochemical and physiological parameters. Scientia Hort. 113: 362-369.
17.Celik, H., Katkat, A.V. and Basar, H. 2006. Effects of bicarbonate induced chlorosis on selected nutrient content and nutrient ratio of shoots and roots of different maize varieties. J. Agron. 5: 2. 369-374.
18.Shahabi, A., Malakouti, M. and Fallahi, E. 2005. Effects of bicarbonate content of irrigation water on nutritional disorders of some apple varieties. J. Plant Nutr. 28: 1663-1678.
19.Zuo, Y., Ren, L., Zhang, F. and Jiang, R. F. 2007. Bicarbonate concentration as affected by soil water content controls iron nutrition of peanut plants in a calcareous soil. Plant Physiol. Biochem. 45: 357-364.
20.Ranganna, S. 1997. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. 9nd Ed, Tata McGraw-Hill, New Delhi.
21.Mengel, K., Planker, R. and Hoffmann, B. 1994. Relationship between leaf apoplast pH and iron chlorosis of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Plant Nutr. 17: 6. 1053-1065.
22.Malakouti, M.J., Ahyayi A.M. and Khoshkhabar, Z. 1999. Bicarbonate of irrigation water is an obstacle in increasing the yield of agricultural products in the country. Technical Journal of Ministry of Jihad Agriculture, Tat Organization, Agricultural Education Publishing, 67: 1021-1033.
23.Ksouri, R., Gharsalli, M. and Lachaal, M. 2005. Physiological responses of Tunisian grapevine varieties to bicarbonate-induced iron deficiency. J. Plant Physiol. 162: 335-341.
24.Nikolic, M. and Kastori, R. 2000. Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine. J. Plant Nutr. 23: 11-12. 1619-1627.
25.Alcantara, E., Romera, F.J., Canete, M. and de la Guardia, M.D. 2000. Effects of bicarbonate and iron supply on Fe(III) reducing capacity of root and leaf chlorosis of the susceptible peach rootstock 'Nemaguard'. J. Plant Nutr. 23: 1607-1617.
26.Nikolic, M. and Römheld, V. 2002. Does high bicarbonate supply to roots change availability of iron in the leaf apoplast? Plant Soil. 241: 67-74.
27.Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. Method of Soil Analysis, Part 2: Chemical and microbial properties. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. USA.
28.Nagarathnamma, R. 2006. Evaluation of groundnut genotypes for lime induced chlorosis tolerance. Plant Soil. 140: 175-190.
29.Yang, J.Y., Zheng, W., Tian, Y., Wu, Y. and Zhou, D.W. 2011. Effects of various mixed salt-alkaline stresses on growth, photosynthesis, and photosynthetic pigment concentrations of *Medicago ruthenica* seedlings. Photosynthetica. 49: 275-284.
30.Deng, C.N., Zhang, G.X., Pan, X.L. and Zhao, K.Y. 2010. Chlorophyll fluorescence and gas exchange responses of maize seedlings to saline-alkaline stress. Bulg. J. Agric. Sci. 16: 49-58.
31.Donnini, S., Castagna, A., Ranieri, A. and Zocchi, G. 2009. Differential responses in pear and quince genotypes induced by Fe deficiency and bicarbonate. J. Plant Physiol. 166: 1181-1193.
32.Donini, S., Castagna, A., Ranieri, A. and Zocchi, G. 2009. Differential responses in pear and quince genotypes induced by Fe deficiency and bicarbonate. J. Plant Physiol. 166: 1183-1196.