بررسی محتوای عناصر ماکرو، میکرو، میزان کلروز و شاخص کلروفیل ارقام انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 در شرایط قلیایی

علی اصغر عسگری[۱]، علی ایمانی[۲*]، ابراهیم هادوی[۱] و محسن خدادادی[۳]

[۱] **ایران**، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، گروه علوم باغبانی

[۲] **ایران**، کرج، آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، موسسه تحقیقات باغبانی کشور، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری

[۳] **ایران**، کرج، آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، موسسه تحقیقات باغبانی کشور، پژوهشکده سبزی و صیفی

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۵

چکیده

کلروز پس از خشکی و شوری مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است. لذا این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۱۱ سطح و میزان بیکربنات آب آبیاری در ۳ سطح و با سه تکرار بمنظور بررسی اثر سطوح مختلف بیکربنات پتاسیم بر خصوصیات رشدی ارقام انتخابی بادام، پیوند شده روی پایه GF677 و انتخاب متحمل ترین ترکیب پیوندی انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل تونو، نان پاریل، مامایی، شکوفه، سهند، آذر، شاهرود ۱۲، A200، A230 و ۷-۹ پیوند شده روی پایه GF_{677} و پایه GF_{677} (پیوند نشده به عنوان شاهد) و فاکتور بیکربنات پتاسیم شامل ۰ (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، درصد نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر و محتوی روی و آهن کاهش و درصد نکروزه شدن برگ ها، افزایش یافت ولی میزان افزایش و یا کاهش در صفات اندازه گیری شده در بین رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. در مجموع کل صفات اندازه گیری شده، رقم شاهرود ۱۲ و پس از آن رقم های A230 و شکوفه به عنوان متحمل ترین و ژنوتیپ ۷-۹ و رقم سهند به عنوان حساس ترین ارقام نسبت به غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم تشخیص داده شدند. رقم های شاهرود ۱۲، A230 و شکوفه به خوبی توانستند غلظت ۱۵ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری را تحمل کنند. همچنین رقم شاهرود ۱۲ تا حدی توانست غلظت ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری را نیز، تحمل نماید. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع رقم پیوندی در افزایش مقاوت پایه GF677 به غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم موثر است و اغلب ارقام پیوندی (به جز ژنوتیپ ۷-۹ و رقم سهند)، دارای مقاومت بیشتری به غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم در مقایسه با پایه غیر پیوندی بودند.

واژه های کلیدی: بیکربنات، پایه، رشد رویشی، کلروز

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۶۱۵۶۷۵ ، پست الکترونیکی: imani_a45@yahoo.com

مقدمه

کیفیت آب آبیاری از مهمترین عوامل مؤثر بر تولید فرآورده‌های کشاورزی است(۱۲ ،۸). از مواردی که بر کیفیت آب آبیاری مؤثر است، غلظت بیکربنات (HCO^-_3) آب آبیاری می‌باشد. بیکربنات از طریق افزایش pH شیره سلولی در درون آوندها و در نهایت رسوب و غیر فعال شدن برخی از عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی و نیز اثرات برهمکنشی آن با سایر یون‌ها باعث ایجاد اختلال در رشد و در نهایت کاهش محصول می گردد(۲۳). یکی

از دلایل اصلی بروز مشکلات تغذیه‌ای در باغ های میوه، وجود غلظت بالای بیکربنات در محلول خاک و محیط ریشه است که بنیان آن به وجود آهک فراوان در خاک بر می‌گردد. برخی از محققین در توجیه تاثیر آهک بر زرد برگی گیاهان، نقش بیکربنات را مهم‌تر از بقیه عوامل می-دانند(۱۸ ،۸). افزایش بیکربنات آب آبیاری ضمن کاهش شدت سبزینگی برگ‌ها، سبب به هم خوردن توازن عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان می‌گردد. در خاک‌های آهکی، بیکربنات از طریق تولید بیکربنات کلسیم باعث تثبیت کلسیم گردیده و از انتقال آن به اندام‌های هوایی جلوگیری می‌نماید. همچنین بیکربنات سبب کاهش قابلیت استفاده برخی از عناصر غذایی از جمله آهن می‌گردد(۲۰). کاهش جذب و انتقال آهن در گیاه سبب کلروز آهن در گیاه می-گردد که علت آن به کمبود یا غیر فعال شدن آهن و در نتیجه کاهش سنتز کلروفیل بر می‌گردد و کاهش سنتز کلروفیل به نوبه خود منجر به ایجاد زردی برگ می-شود.همچنین غلظت بالای بی‌کربنات در خاک و محیط ریشه، تنفس ریشه، فعالیت آنزیم سیتوکروم اکسیداز و محتوای کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد(۱۶). از آنجائیکه بیش از ۳۰ درصد خاک های جهان از نوع آهکی بوده ، القای کمبود آهن ناشی از آن یکی از چالش های مهم در محصولات متعدد باغی چند ساله از جمله کیوی فروت، انگور، گلابی، سیب، مرکبات، آووکادو،پکان(گردوی آمریکایی) ومیوه های هسته دار(بادام، هلو، شلیل وگیلاس) می باشد(۲۲).معمول‌ترین کمبود تغذیه‌ای گیاهان زراعی در خاک‌های آهکی با کربنات کلسیم بیش از ۲۰ درصد، ظهور کلروز آهن یا زرد برگی در اثر آهک می‌باشد (۷). مطالعات شهابی و ملکوتی (۱۳۸۰) در بررسی تاثیر سطوح مختلف بیکربنات در بروز اختلالات تغذیه‌ای سه رقم نهال سیب در خاک آهکی نشان داد که که آب‌های آبیاری دارای بیکربنات با غلظت بالاتر از ۵ میلی مول در لیتر مسئله ساز بوده و خنثی سازی بیکربنات ضروری است. مانوئل و استبان(۲۶)، در بررسی یک آزمایش گلخانه‌ای بر درخت زیتون از رقم پیکول و درخت هلو با تیمارهایی با نسبت-های مختلف بیکربنات به آهن گزارش نمودند که مقدار کلروفیل در بالاترین سطح بیکربنات و پایین‌ترین سطح آهن کاهش یافت و در این تیمار کاهش تعداد برگ‌های جدید و رشد ساقه نیز مشاهده گردید ولی رشد ریشه افزایش نشان داد. میرسلیمانی و تفضلی (۱۳۸۵)، با بررسی pH محلول غذایی بر جذب آهن توسط چهار رقم انگور، بدین نتیجه رسیدند که با افزایش pH محول غذایی و بیکربنات، به طور معنی داری کلروفیل و سبزینگی برگ هر چهار رقم کاهش می‌یابد. نتایج مطالعات کسوری و همکاران (۲۳)، نشان می‌دهد که با کاشت پایه‌های مختلف انگور در خاک معادل ۱۰ میلی مول بیکربنات، علائم کلروز ناشی از کمبود آهن در پایه های مختلف متفاوت بوده است. کمبود روی یکی از عوارض فیزیولوژیکی ناشی از غلظت بالای بیکربنات در محیط ریشه می‌باشد. در این شرایط یون بیکربنات از انتقال روی از ریشه به ساقه جلوگیری می‌کند. در آزمایشی بر روی سویا، با افزایش غلظت بیکربنات ضمن تشدید کلروز آهن غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم و منگنز در برگ افزایش و غلظت آهن و فسفر کاهش یافته بود (۲۰). شهابی و ملکوتی (۱۳۸۰) در یک آزمایش گلدانی در بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف بیکربنات و آب آبیاری (۰، ۵، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر و ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ روز بعد از آبیاری)، بروز اختلالات تغذیه-ای در سه رقم نهال سیب را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاکی از اثرات معنی دار غلظت و زمان و اثر متقابل آنها بر شدت سبزینگی برگ بود. آنها گزارش کردند که با افزایش سطوح بیکربنات آب آبیاری، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس افزایش یافت در حالیکه منجر به کاهش غلظت آهن، منگنز و منیزیم در برگ درختان سیب گشت و از طرفی تاثیر معنی داری بر غلظت کلسیم، مس و روی نشان نداد. منگل و همکاران (۲۷)، در آزمایشی بر روی پایه‌های مختلف بوته انگور مشخص کردند که در گیاهان کلروز، حداکثر بیکربنات و حداقل غلظت فسفر در

خاک مشاهده شد و این در حالی است که غلظت فسفر در این قبیل برگ‌ها بیشتر از دو برابر غلظت فسفر در برگ-های سبز در همان خاک می‌باشد. نتایج مطالعات اقیلا وهمکاران(۲۱) نشان داد ارقام هلوی نماگارد ومونتکلار در مقایسه با هیبرید TNG (هیبرید بین بادام رقم تیتان و هلوی نماگارد) خیلی حساس به کلروز ناشی از کمبود آهن در شرایط قلیایی بودند(۲۱). تاکنون تحقیقات بسیار وسیعی در رابطه با تاثیر غلظت بیکربنات آب آبیاری بر رشد گیاه و تعیین غلظت بحرانی آن صورت گرفته است، ولی به دلیل متفاوت بودن تاثیر بیکربنات روی گیاهان تاکنون درباره این تاثیر، رده بندی و یا حد بحرانی مشخصی ارایه نگردیده است (۷). سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (FAO) بر مبنای مقدار بیکربنات و میزان تاثیر آن بر رشد گیاه، آب‌های آبیاری را به سه گروه تقسیم کرده است. بر اساس این تقسیم‌بندی اگر میزان بیکربنات در آب آبیاری کمتر از ۱/۵ میلی‌مول در لیتر باشد، بدون محدودیت، بین ۱/۵ تا ۸/۵ دارای محدودیت کم تا متوسط و اگر بیشتر از ۸/۵ میلی‌مول در لیتر باشد، آب آبیاری دارای محدودیت شدید برای رشد گیاه است (۶). در این راستا آزمایش حاضر بمنظور بررسی اثر سطوح مختلف بیکربنات پتاسیم بر روی محتوای عناصر ماکرو،میکرو، میزان کلروز و شاخص کلروفیل ارقام انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 انجام شد تا تحمل آنها به بیکربنات آب آبیاری مورد شناسایی قرار گیرد.

مواد و روشها

این تحقیق طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۱۱ سطح و میزان بیکربنات آب آبیاری در ۳ سطح و با سه تکرار انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل تونو، نان پاریل، مامایی، شکوفه، سهند، آذر، شاهرود ۱۲، **A200**، A230 و ۷-۹ پیوند شده روی **پایه** GF677 و پایه GF677 (پیوند نشده) و فاکتور بیکربنات پتاسیم شامل ۰ (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بودند. بمنظور انجام این تحقیق، ابتدا پایه‌های GF677 **که** از طریق کشت بافت تولید شده بودند، در اواخر اسفند ماه ۱۳۹۲در داخل گلدان‌های ۲۵ کیلویی حاوی پرلیت و کوکوپیت به نسبت یک به یک کشت شدند. سپس ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از پیوند شکمی در ابتدای خرداد ماه روی آن‌ها پیوند شدند و پس از رشد کافی پیوندک‌ها (یک سال بعد از عمل پیوند)، اعمال تیمارها آغاز شد و به مدت دو ماه (۸ هفته)،ادامه یافت. قابل ذکر است که پایه‌های مورد نظر و ژنوتیپ‌های پیوند شده در طول فصل رشد با محلول هوگلند تغذیه شدند (جدول ۱).

جدول ۱- فرمول محلول غذایی هوگلند

نام فارسی محلول	فرمول شیمیایی	غلظت محلول پایه	مقدار کاربرد در محلول هوگلند (ml/l)
پتاسیم دهیدروژن فسفات	KH_2PO_4	۱ مولار	۱
نیترات پتاسیم	KNO_3	۱ مولار	۵
نیترات کلسیم	$[Ca(NO_3)_2.4H_2O$	۱ مولار	۵
سولفات منیزیم	$(MgSO_4.7H_2O)$	۱ مولار	۲
اسید بوریک	H_3BO_3	۲/۸۶ گرم در لیتر	۱
کلرید منگنز	$(MnCl_2.4H_2O)$	۱/۸۱ گرم در لیتر	۱
سولفات روی	$(ZnSO_4.5H_2O)$	۰/۲۲ گرم در لیتر	۱
سولفات مس	$(CuSO_4.5H_2O)$	۰/۰۸ گرم در لیتر	۱
اسید مولیبدات	$(H_2MoO_4.H_2O)$	۰/۰۲ گرم در لیتر	۱
کلات آهن	Fe-EDTA	۵ گرم در لیتر	۱

اعمال تیمار بیکربنات پتاسیم: بمنظور اعمال تیمارهای بیکربنات، از بیکربنات پتاسیم خالص استفاده شد. بدین منظور ابتدا آب شهری به عنوان شاهد مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۲)، سپس بعد از نتیجه آزمایش و از آنجایی که آب فوق فاقد بیکربنات می باشد، بیکربنات پتاسیم با غلظت های مورد نظر به آن اضافه شد و گیاهان در طول آزمایش (به مدت دو ماه) با آن آبیاری شدند. تقریبا در هر هفته گیاهان دو نوبت آبیاری می شدند. pH آب آبیاری پس از افزودن بیکربنات پتاسیم با غلظت های ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بترتیب ۸/۲۱ و ۸/۸۳ بود.

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب

شوری (دسی زیمنس بر متر)	واکنش آب (pH)	سدیم (میلی‌گرم در لیتر)	کلر (میلی‌گرم در لیتر)	کلسیم (میلی‌گرم در لیتر)	منیزیم (میلی‌گرم در لیتر)	سولفات (میلی‌گرم در لیتر)	بی کربنات (میلی‌گرم درلیتر)	کربنات (میلی‌گرم در لیتر)
۰/۵	۷/۳۵	۲۲/۱	۳۵/۵	۶۲	۱۷/۱	۴۹	۰	۰

بمنظور اندازه گیری میزان درصد برگ های نکروزه،تعدادبرگ‌های نکروزه شده در پایان آزمایش شمارش شدند و بر تعداد کل برگ های گیاه تقسیم شدند .همچنین شاخص کلروفیل در برگ‌های گره چهارم و پنجم از هر گیاه با استفاده از کلروفیل متر مدل (Spad 502 Minolota) اندازه گیری شد.

اندازه‌گیری عناصر موجود در برگ: برای تعیین مقدار عناصر موجود در برگ، نمونه برگ از شاخه های رشد یافته از قسمت میانی پایه های تحت تیمار از هر کدام ۱۵ الی ۲۰ برگ جهت انجام آنالیز برگ نظیر عناصر پرمصرف مانند : پتاسیم، فسفر، ازت، کلسیم، منیزیوم سایر عناصر کم مصرف نظیر روی و آهن، برداشته و مورد آنالیز برگی قرار گرفت.

برای تعیین مقدار عناصر موجود در برگ، پس از شستن و خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و آماده سازی، هضم نمونه‌ها به روش اکسیداسیون-تر با استفاده از اسید سولفوریک ۹۶ درصد، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم انجام گرفت (۲). مقدار ۰/۳ گرم از نمونه گیاه توزین و پس از انتقال به لوله هضم به میزان ۲/۵ میلی لیتر از مخلوط اسیدها به نمونه‌ها اضافه و بدقت تکان داده شد تا تمام ذرات خیس گردند. بعد از ۲ ساعت، لوله‌های هضم بر روی اجاق، در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار داده شد. پس از سپری شدن این مدت، لوله‌ها را از روی اجاق برداشته و بعد از خنک شدن سه بار و هر بار ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه اضافه، و بعد از هر بار افزودن آب اکسیژنه لوله را با دقت بهم زده شد تا واکنش با آب اکسیژنه کامل شود. لوله‌ها را مجدداً روی اجاق قرار داده و دمای آن تا ۳۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد. عمل هضم وقتی تمام شد که رنگ عصاره بیرنگ یا زرد کم رنگ گردید (این عمل ۲ ساعت به طول انجامید). لوله‌ها را از روی اجاق برداشته و بعد از خنک شدن ۴۸/۳ میلی لیتر آب مقطر اضافه و پس از همزدن صاف شد. اندازه‌گیری نیتروژن با روش کجلدال و اندازه‌گیری پتاسیم با روش شعله سنجی و با دستگاه فلیم فتومتر و فسفر به روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر و اندازه‌گیری عنصر روی توسط دستگاه جذب اتمی صورت گرفت (۲). تجزیه واریانس داده‌ها در نرم افزار SAS انجام شد و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم افزار Excell جهت رسم نمودارها استفاده گردید. همچنین همبستگی بین صفات که در جدول ۳ با کد نشان داده شده است با استفاده از SPSS برآورد گردید.

جدول ۳- توضیحات مربوط به کدهای داده شده در جدول همبستگی بین صفات

توضیحات	کد	توضیحات	کد
درصد برگ های زرد	A1	درصد منیزیم	A6
شاخص کلروفیل	A2	درصد فسفر	A7
درصد نیتروژن	A3	محتوی روی	A8
درصد پتاسیم	A4	محتوی آهن	A9
درصد کلسیم	A5		

نتایج

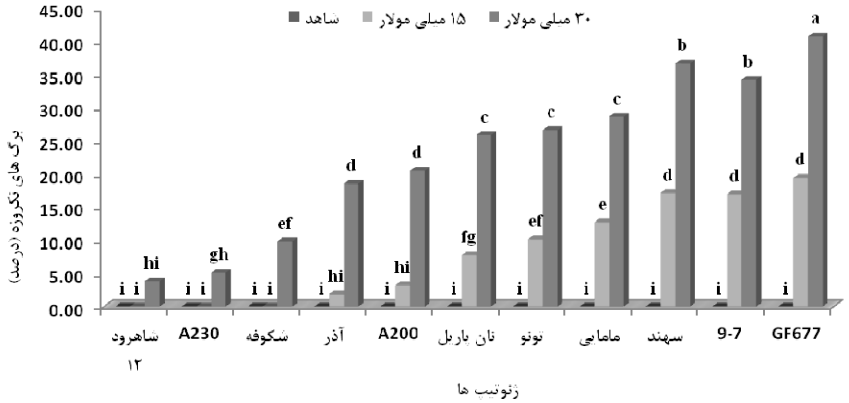
نتایج حاصل از تجزیه واریانس محتوای عناصر ماکرو،میکرو، میزان کلروز و شاخص کلروفیل ارقام انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 در شرایط قلیایی در جدول ۴ ارائه شده است.

همان طوری که از جدول ۴ مشاهده می شود، اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر درصد برگ های زرد در سطح ۱٪ معنی دار شد. بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، درصد برگ های زرد در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت(نمودار۱). میزان افزایش در درصد برگ های زرد در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. افزایش در درصد برگ های زرد در رقم شاهرود ۱۲ در تیمارهای ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم، نسبت به گیاهان شاهد معنی دار نبود. همچنین در رقم های A230، A200، شکوفه و آذر، افزایش در درصد برگ های زرد تنها در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم، نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود.

جدول ۴- تجزیه واریانس عناصر غذایی ماکرو و میکرو تحت تاثیر تیمارهای رقم وغلظت بیکربنات پتاسیم

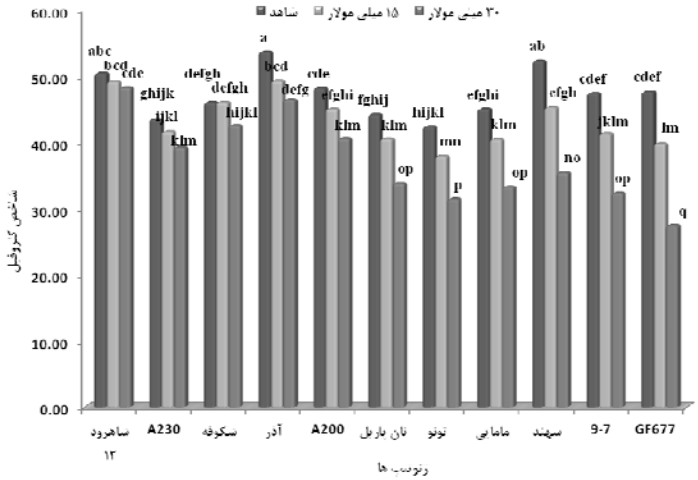
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		درصد برگ- های زرد	درصد برگ- های سبز	شاخص کلروفیل	نیتروژن	آهن	روی	فسفر	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	نسبت پتاسیم به منیزیم	نسبت پتاسیم به کلسیم
اثر رقم	۱۰	۳۹۵/۰۸**	۳۹۵/۰۸**	۱۶۲/۸۴**	۰/۰۷**	۷۵/۱۵**	۳۸۰/۳۵**	۰/۰۰۰۵**	۰/۳۱۳**	۰/۴۷**	۰/۵۳۷**	۰/۹۲۸**	۰/۴۸۷**
اثر بیکربنات پتاسیم	۲	۴۳۹۹/۶۱**	۴۳۹۹/۶۱**	۸۳۵/۱۰**	۱/۰۳**	۳۳۳/۱۲**	۹۹۹/۲۴**	۰/۰۰۰۸**	۰/۴۷۶**	۰/۷۶**	۰/۰۴۴**	۲/۲۰**	۰/۳۶۷**
رقم * بیکربنات پتاسیم	۲۰	۱۲۴/۰۳**	۱۲۴/۰۳**	۲۵/۶۰**	۰/۰۱۹**	۱۱/۹۸**	۲۷/۱۲**	۰۰۰۲**	۰/۰۰۷**	۰/۰۶۴**	۰/۰۴۱**	۰/۰۲۸**	۰/۰۲۰**
خطا	۶۶	۱۹۷/۶۳	۱۹۷/۶۳	۱۴۵/۰۴	۰/۱۰۱	۴۵/۱۹	۵۵/۳۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۷۷	۰/۰۶۲	۰/۱۴۸	۰/۰۸۷
ضریب تغییرات	-	۱۶/۸۱	۱۱/۹۲	۱۳/۴۷	۲/۲۴	۴/۸۶	۱/۶۵	۰/۷۴	۱/۷۱	۲/۴۸	۲/۴۳	۲/۸۵	۳/۸۵

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



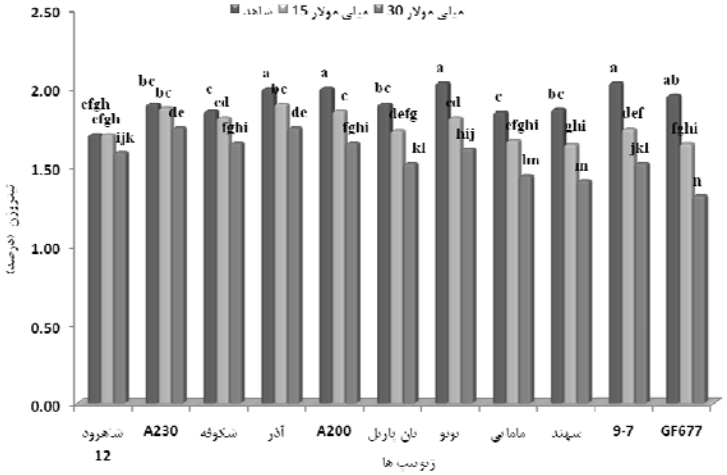
نمودار ۱- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر درصد برگ‌های نکروزه در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

بر طبق نتایج به دست آمده (جدول۴)، اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر شاخص کلروفیل ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی دار شد. بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، شاخص کلروفیل در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت(نمودار۲).



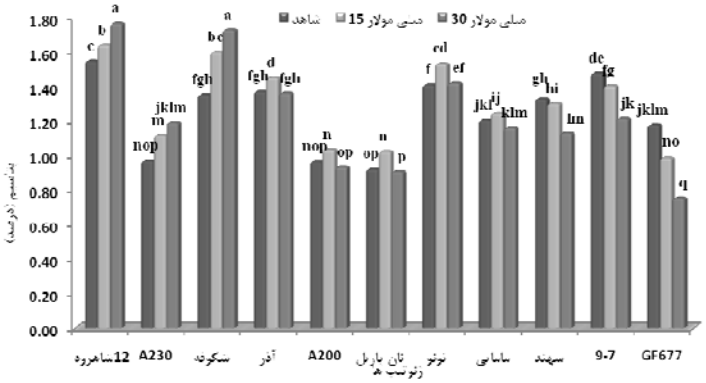
نمودار ۲- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر شاخص کلروفیل در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

میزان کاهش در شاخص کلروفیل در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. میزان کاهش در شاخص کلروفیل در رقم های شاهرود ۱۲، شکوفه و A230 نسبت به گیاهان شاهد، معنی داری نبود در حالیکه در رقم A200 شاخص کلروفیل تنها در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم، نسبت به گیاهان شاهد به طور معنی داری کاهش یافته بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در شاخص کلروفیل در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. همانطور که جدول ۴ نشان می دهد، اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی نیتروژن برگ در ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی دار شد. بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی نیتروژن برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت(نمودار۳).



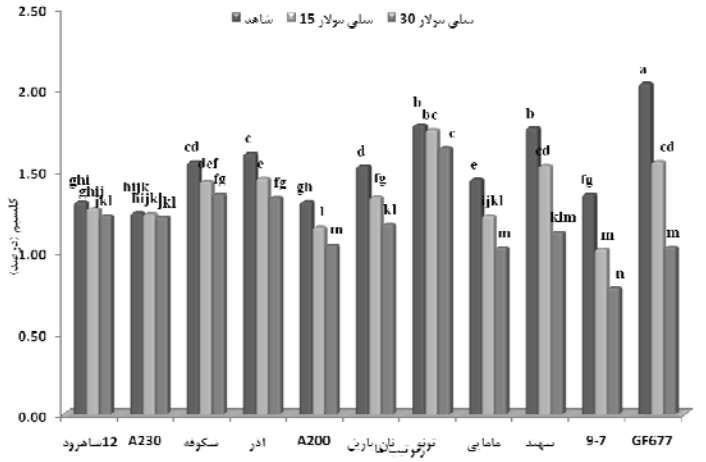
نمودار ۳- مقایسه میانگین محتوی نیتروژن برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF_{677} و پایه GF677 تحت تاثیر تیمار بیکربنات پتاسیم

میزان کاهش در محتوی نیتروژن برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان کاهش در محتوی نیتروژن برگ در رقم‌های شاهرود ۱۲، A230 و شکوفه، تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد(صفر میلی مولار بیکربنات پتاسیم)، معنی دار بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در محتوی نیتروژن برگ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. از طرفی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی پتاسیم برگ در ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). بر طبق نتایج به دست آمده(نمودار۴)، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی پتاسیم برگ در رقم های شاهرود ۱۲، A230 و شکوفه تا سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم به طور معنی داری نسبت به گیاهان شاهد، بالاتر بود.



نمودار ۴- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی پتاسیم برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

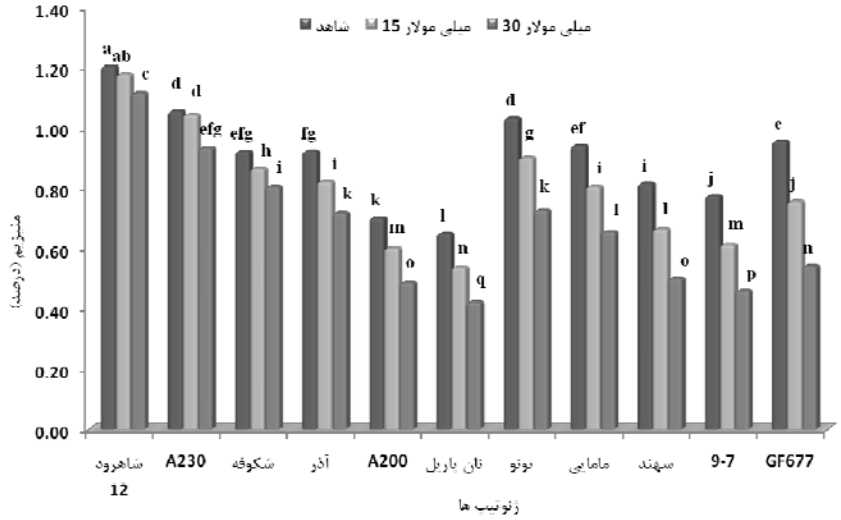
همچنین محتوی پتاسیم برگ در رقم های آذر و تونو تا سطح ۱۵ میلی مولار بیکربنات پتاسیم به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد(تیمار شده با آب مقطر یا صفر میلی مولار بیکربنات پتاسیم)، از سطح بالاتری برخوردار است . از سویی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی کلسیم برگ در ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی‌دار شد(جدول ۴). بر طبق نتایج به دست آمده(نمودار ۵)، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی کلسیم برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت.



نمودار ۵- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی کلسیم برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

میزان کاهش در محتوی کلسیم برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. میزان کاهش در محتوی کلسیم برگ در رقم‌های شاهرود ۱۲و A230 نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار نبود. میزان کاهش در محتوی کلسیم برگ در رقم شکوفه، تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در محتوی کلسیم برگ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود. کمترین محتوی کلسیم برگ در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم بترتیب در ژنوتیپ ۷-۹ و پایه های GF677 پیوند نشده به میزان ۰/۷۸ و ۱/۰۳٪ مشاهده شد.

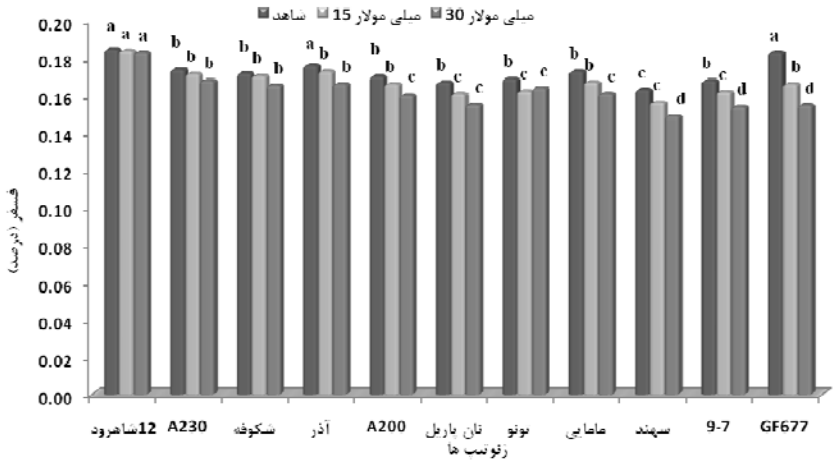
بر طبق نتایج به دست آمده (جدول ۴)، اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی منیزیم برگ ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی دار شد. بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی منیزیم برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت(نمودار ۶).



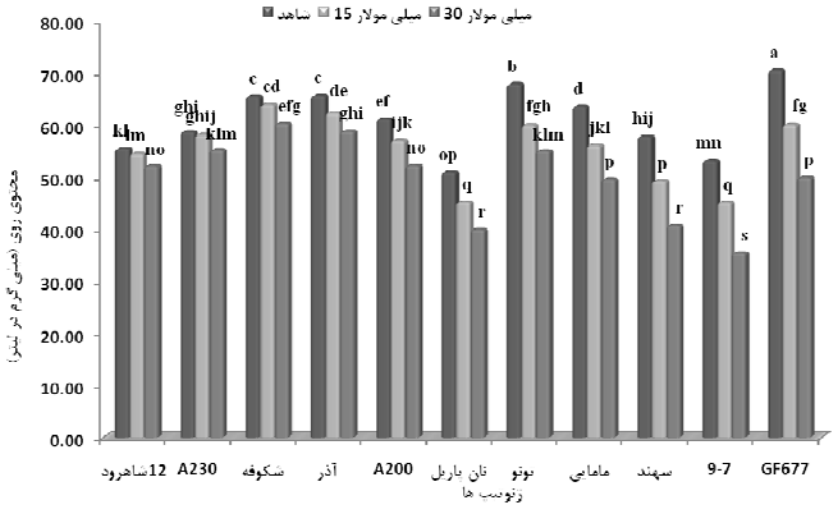
نمودار ۶- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی منیزیم برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

میزان کاهش در محتوی منیزیم برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. میزان کاهش در محتوی منیزیم برگ در رقم های شاهرود ۱۲ و A230 تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در محتوی منیزیم برگ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. بررسی نتایج حاصل از اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی فسفر برگ ارقام مطالعه شده نشان داد که این اثر در سطح ۱٪ معنی دار می باشد(جدول۴). بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی فسفر برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت(نمودار۷). میزان کاهش در محتوی فسفر برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. میزان کاهش در محتوی فسفر برگ رقم های شاهرود ۱۲، شکوفه و A230 نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار نبود. میزان کاهش در محتوی فسفر برگ در رقم های آذر و مامایی تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در محتوی فسفر برگ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. همچنین نتایج جدول ۴ نشان می دهد، اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی روی برگ در ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی دار می باشد. بر طبق نتایج

به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی روی برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت(نمودار۸).

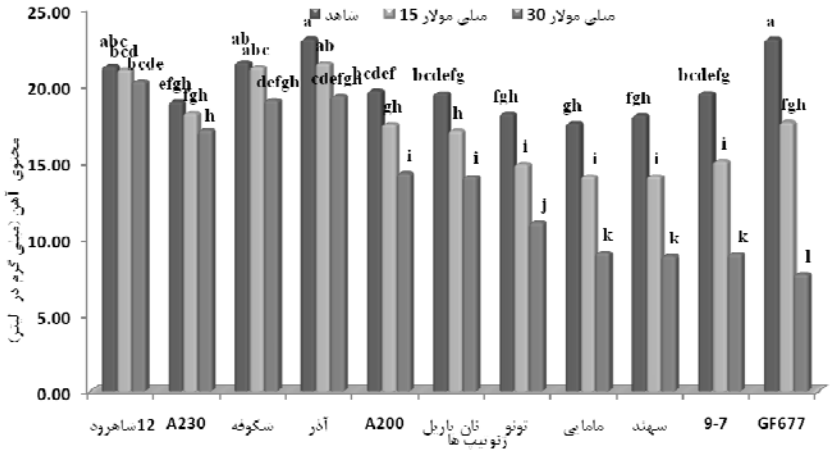


نمودار ۷- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی فسفر برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677



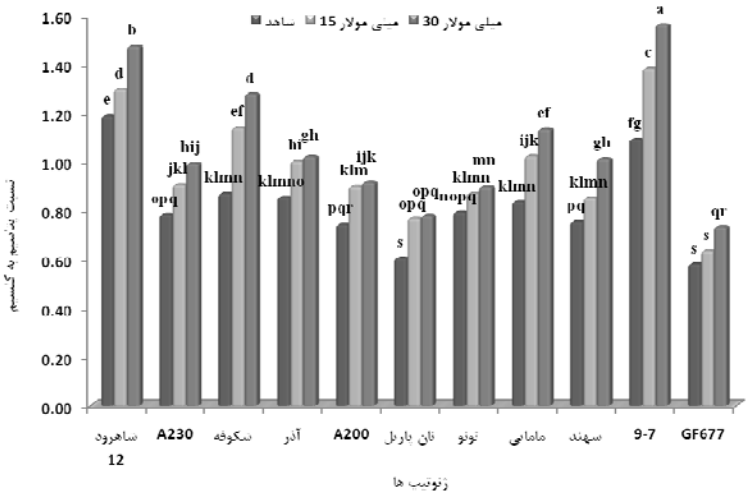
نمودار ۸- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی روی برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

میزان کاهش در محتوی روی برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. میزان کاهش در محتوی روی برگ در رقم های شاهرود۱۲، شکوفه و A230 تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در محتوی روی برگ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی-دار بود. از طرفی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی آهن برگ در ارقام مورد مطاله در این پژوهش نشان داد این تاثیر در سطح ۱٪ معنی دار می باشد. بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، محتوی آهن برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت(نمودار۹). میزان کاهش در محتوی آهن برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. کاهش در محتوی آهن برگ در رقم های شاهرود ۱۲ و A230در تیمارهای ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم، نسبت به گیاهان شاهد معنی دار نبود.

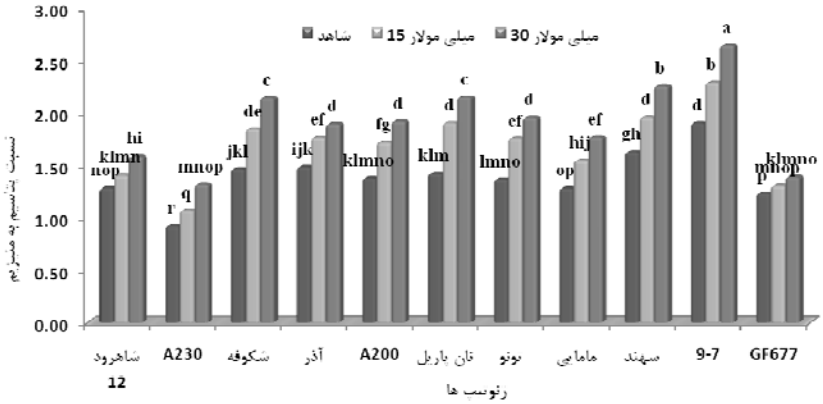


نمودار ۹- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی آهن برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

در رقم های شکوفه و آذر، کاهش در محتوی آهن برگ تنها در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم، نسبت به گیاهان شاهد معنی دار بود. در سایر ارقام مورد مطالعه، کاهش در محتوی آهن برگ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی-دار بود(جدول ۴). بر طبق نتایج به دست آمده (جدول۴)، اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر نسبت پتاسیم به کلسیم و همچنین بر نسبت پتاسیم به منیزیم برگ ارقام مطالعه شده در سطح ۱٪ معنی دار شد. بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، نسبت پتاسیم به کلسیم و نیز نسبت پتاسیم به منیزیم برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت(نمودار ۱۰ و۱۱). میزان افزایش در نسبت پتاسیم به کلسیم و نیز نسبت پتاسیم به منیزیم برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. از سویی نتایج حاصل از همبستگی بین صفات در جداول ۳ و ۵ نشان می دهد که درصد نیتروژن، درصد منیزیم، درصد فسفر و محتوی آهن برگ در سطح ۵ و ۱ درصد از همبستگی مثبت معنی‌داری برخوردار است.



نمودار ۱۰- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر نسبت پتاسیم به کلسیم برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677



نمودار ۱۱- اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر نسبت پتاسیم به منیزیم برگ در ارقام پیوند شده روی پایه GF677 و پایه GF677

بحث

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر درصد برگ های زرد: همان طوری که از جدول ۴ مشاهده می شود، در مجموع، بیشترین درصد برگ های زرد در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم و در پایه های GF677 پیوند نشده (۴۰/۷۴٪) و سپس در ژنوتیپ ۷-۹ (۳۶/۶۷٪) و رقم سهند (۳۴/۳۳٪)، مشاهده شد(نمودار۱). محققین دیگر نیز به افزایش در درصد برگ های زرد تحت تیمار بیکربنات اشاره کرده اند(۳۲،۳۶) وآنها گزارش نمودند که مهمترین عارضه ناشی از بالا بودن غلظت بی کربنات در آب آبیاری، زرد برگی یا کمبود آهن است.

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر شاخص کلروفیل (SPAD): بر طبق نتایج به دست آمده (جدول۴)، کمترین شاخص کلروفیل در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم و در پایه های GF677 پیوند نشده (۲۷/۴۹) مشاهده شد(نمودار۲). محققین دیگر نیز، کاهش در شاخص کلروفیل، تحت تاثیر غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم را گزارش کرده اند که بارزترین نشانه گیاهان رشد کرده تحت شرایط قلیایی، کاهش سنتز کلروفیل به دلیل کمبود آهن ایجاد شده بواسطه قلیائیت است. کاهش رشد شاخساره در اثر بیکربنات در گیاهان به دلیل میزان فتوسنتز کمتر است که خود در نتیجه زردی ایجاد شده توسط بیکربنات در برگ ها می باشد(۳۳, ۳۴).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی نیتروژن برگ: در بررسی محتوای نیتروژن برگ ارقام انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 در شرایط قلیایی مشخص گردید که کمترین محتوی نیتروژن برگ در تیمار ۳۰ میلی-مولار بیکربنات پتاسیم و در پایه‌های GF_{677} پیوند نشده (۱/۳۱٪)، مشاهده شد(نمودار۱). نیتروژن یکی از اجزای تشکیل دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم از قبیل پروتئین-ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها (از قبیل ایندول استیک اسید و سیتوکینین) و کلروفیل می‌باشد (۱۱،۳). کاهش جذب نیتروژن در محیط شور و قلیا می‌تواند به علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک، کاهش جذب نیترات در اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط ریشه و کاهش فعالیت نیتراتی شدند خاک باشد (۵،۳). همچنین گزارش شده است کاهش میزان تجمع نیتروژن در برگ گیاهان تحت شرایط قلیایی می‌تواند ناشی از ضداثر (آنتاگونیسمی) بیکربنات در جذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب بدلیل کاهش جذب آب توسط گیاه باشد و در نهایت کمبود و یا جذب ناکافی درشرایط شرایط قلیا و pH بالا باعث ایجاد علایم کلروز و نهایتاً مرگ گیاه می شود(۱۶،۲۲).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی پتاسیم برگ: بر طبق نتایج به دست آمده(جدول ۴ و نمودار۴) تاثیرغلظت های مختلف بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری بر محتوی پتاسیم برگ ارقام انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 متفاوت بوده به عنوان نمونه در پایه های GF677 پیوند نشده، رقم سهند و ژنوتیپ ۷-۹، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم از ابتدا محتوی پتاسیم برگ کاهش یافت(نمودار ۴). کاهش محتوی پتاسیم برگ در رقم سهند تنها در تیمار ۳۰ میلی‌مولار و در پایه‌های GF677 پیوند نشده و ژنوتیپ ۷-۹ در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود. این نتایج حاکی از نقش موثر نوع رقم پیوندی در افزایش جذب پتاسیم است. پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در گیاه در بقای آن در شرایط تنش اساسی است (۳۲). برخی گیاهان توانایی این را دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در شرایط قلیایی بهتر حفظ نمایند در شرایط تنش این عنصرنقش مهمی در تنظیم اسموزی سلولی، تشکیل شیب pH غشای تیلاکوئید ها بازی می کند. در کمبود این عنصر مقاومت روزنه ای افزایش و تبادل دی اکسید کربن کاهش در چرخه کلوین شده ودر نهایت عملکرد وکارآیی گیاه کاهش پیدا می کند(۳۲).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی کلسیم برگ: بررسی محتوی کلسیم برگ ارقام انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF677 در شرایط قلیایی در مجموع نشان داد که بیشترین و کمترین میزان کاهش در محتوی کلسیم برگ از آن تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در مقایسه با گیاهان شاهد(تیمار شده با صفر میلی مولار بیکربنات پتاسیم)، بترتیب در پایه‌های GF_{677} پیوند نشده و رقم A_{230}، بود. محتوی کلسیم در پایه‌های پیوند نشده و رقم A_{230} بترتیب از ۲/۰۴٪ و ۱/۲۴٪ در گیاهان شاهد تا ۱/۰۳ و ۱/۲۱٪ در گیاهانی که با ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم تیمار شده بودند، کاهش یافت. کلسیم در گیاهان نقش‌های بسیاری از مقادیر اندک در تنظیم برخی متابولیسم‌های سلولی گرفته تا مقادیر زیاد در ساختار دیواره سلولی دارد(۳۲) توانایی کلسیم در تشکیل پیوندهای بین مولکولی سبب می‌شود که در پایداری و حفظ غشاها و دیواره سلول مهم باشد و از این طریق از ورود یون های بیکربنات به داخل سلول جلوگیری می کند.از این رو، گیاهانی که تحت شرایط تنش مقدار کلسیم آن‌ها کمتر کاهش یافته باشد، نفوذپذیری غشاء آن‌ها نیز به مقدار کمتری افزایش یافته و مقدار بیکربنات کمتری به داخل سلول وارد می‌شود. گزارشی مشابهی توسط شهابی وملکوتی (۱۳۸۰)، نیز نشان می دهد که با افزایش سطوح بیکربنات آب آبیاری، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس افزایش یافته در حالیکه منجر به کاهش غلظت آهن، منگنز و منیزیم در برگ درختان سیب گشت و از طرفی تاثیر چشمگیری بر غلظت کلسیم، مس و روی نشان نداده است به هرحال گیاهانی که تحت شرایط تنش مقدار کلسیم آن‌ها کمتر کاهش یافته باشد، نفوذپذیری غشاء آن‌ها نیز به مقدار کمتری افزایش یافته و مقدار بیکربنات کمتری به داخل سلول وارد می‌شود.

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی منیزیم برگ: تاثیر تیمار های مختلف بیکربنات پتاسیم بر محتوی منیزیم برگ ارقام مطالعه شده متفاوت بوده به طوریکه بیشترین و کمترین کاهش در محتوی منیزیم برگ در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در مقایسه با گیاهان شاهد، بترتیب در پایه های GF_{677} پیوند نشده و رقم شاهرود ۱۲مشاهده شد. محتوی منیزیم در پایه های پیوند نشده و رقم شاهرود۱۲ بترتیب از ۰/۹۶ و ۱/۲۰٪ در گیاهان شاهد

تا ۰/۵۴ و ۱/۱۲٪ در گیاهانی که با ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم تیمار شده بودند، کاهش یافت. از آنجائیکه منیزیم یکی از عناصر ضروری رشد گیاه بوده و اصلی‌ترین نقش آن شرکت در بیوسنتز پروتئین‌ها می‌باشد. لذا، از نقش مهم دیگر این عنصر می توان در گیاهان مختلف به شرکت آن در ساختمان کلروفیل اشاره نمود و میزان جذب این عنصر به وسیله کاتیون‌های دیگر از جمله پتاسیم، آمونیوم، کلسیم و سدیم به شدت کاهش می یابد (۳). قابلیت در دسترس بودن مواد غذایی از قبیل کلسیم و منیزیم در شرایط قلیایی به طور عمده بواسطه فرایندهای جذب سطحی و رسوب کردن، کم می‌شود(۲۹،۳۱) حضور بیکربنات می‌تواند منتج به رسوب کاتیون‌های غذایی به صورت کربنات‌ها از محلول غذایی در شرایط پ‌هاش بالا شود(۲۴).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی فسفر برگ: در بررسی نتایج حاصل از تاثیر تیمار های مختلف بیکربنات پتاسیم بر محتوی فسفر برگ ارقام مطالعه شده نشان داد بیشترین کاهش در محتوی فسفر برگ در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در مقایسه با گیاهان شاهد، در پایه های GF_{677} پیوند نشده مشاهده شد. به طری که محتوی فسفر در پایه های پیوند نشده از ۰/۱۸، در گیاهان شاهد تا ۰/۱۵٪ در گیاهانی که با ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم تیمار شده بودند، کاهش یافت. گزارش شده است که فسفر یکی از عناصر ضروری برای رشد و تکثیر گیاهان می باشد و برای ذخیره سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کدهای ژنتیکی به کار می‌رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلولها و بسیاری از ترکیبات شیمیایی می‌باشد و نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و مقدار آن تحت شرایط قلیایی کاهش می‌یابد. گیاهانی که مقاومت بیشتری نسبت به شرایط قلیایی داشته باشند، محتوی فسفر برگ آنها به مقدار کمتری کاهش می‌یابد(۳،۵). همچنین گزارش شده است، قابلیت در دسترس بودن مواد غذایی از قبیل کلسیم و منیزیم و فسفر در شرایط قلیایی به طور عمده بواسطه فرایندهای جذب سطحی و رسوب کردن، کم می‌شود (۳۱).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی روی برگ: درمطالعه حاضر بیشترین کاهش در محتوی روی برگ در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در مقایسه با گیاهان شاهد، در پایه های GF_{677} پیوند نشده (۲۰/۵۴ پی پی ام)، ژنوتیپ ۷–۹ (۱۷/۷۱ پی پی ام)، و رقم سهند (۱۷/۱۱پی پی ام)، مشاهده شد.از آنجائی که روی (Zn) یک عنصر ضروری برای گیاهان عالی است و به طور عمده به صورت کاتیون دو ظرفیتی (Zn^{2+}) جذب می‌شود و در پ-هاش بالا احتمالاً به صورت کاتیون یک ظرفیتی (+ZnOH) نیز جذب می‌شود (۴). بیکربنات جذب روی توسط ریشه ها و انتقال روی از ریشه به شاخه را محدود می‌کند(۲۷، ۱۹، ۱۵).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی آهن برگ: در مجموع، کمترین محتوی آهن برگ در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم و در پایه های GF_{677} پیوند نشده (۷/۶۳ پی پی ام)، مشاهده شد. در بین ارقام پیوند شده نیز، کمترین محتوی آهن برگ در تیمار ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم بترتیب در ژنوتیپ ۷–۹ (۸/۸۳ پی پی ام)، رقم سهند (۸/۹۳ پی پی ام) و رقم مامایی (۹/۰۳ پی پی ام)، مشاهده شد. محققین دیگر نیز به کاهش در محتوی اهن برگ تحت تیمار بیکربنات پتاسیم اشاره کرده اند. آهن، به دلیل اینکه در فرایندهای فیزیولوژیکی متعدد از قبیل فتوسنتز، تنفس، سنتز DNA و تشکیل هورمون نقش دارد، در تغذیه گیاه ضروری است (۳۰).در شرایط کمبود آهن، حجم کلروپلاست و محتوای پروتئین هر کلروپلاست کاهش می‌یابد. این موضوع نشان می‌دهد که پروتئین نمی‌تواند به میزان کافی به عنوان کروموپروتئین (رنگدانه پروتئینی) تثبیت شود پس نتیجه آن کلروز است(۱۷). آب‌های آبیاری و بسترهای کشت که دارای غلظت بالای بی‌کربنات هستند بطور مستقیم یا غیر مستقیم کلروز ناشی

از کمبود آهن را در خیلی از گونه‌های گیاهی کشاورزی نشان می‌دهند(۳۴،۳۳,). کلروز آهن با زردی در برگ‌های جوان (به دلیل جلوگیری از سنتز کلروفیل) بوجود می‌آید که بیانگر کمبود عنصر آهن در گیاه می‌باشد(۲۵).کلروز ناشی از کمبود آهن اغلب در خاک‌های آهکی اتفاق می-افتد و کاهش عملکرد شدیدی را به گیاهان رشد کرده در این نواحی تحمیل می‌کند(۱۶). غلظت بالای بیکربنات در این خاک‌ها مهم‌ترین فاکتور ایجاد کننده کلروز آهن برای اکثر گیاهان است. به عبارتی خاک های آهکی به عنوان پتانسیل بالا برای القای کمبود آهن درگیاهان حتی با غلظت بالا آهن شناخته می شود به همین دلیل در این نوع خاک ها آهن با ذرات خاک جذب شده و به صورت غیر محلول در می آید که گیاهان توانایی جذب آنرا ندارد و در نتیجه کمبود آن در گیاه ایجاد می گردد(۲۸ ،۱۹ ،۱۸).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی پتاسیم به کلسیم برگ: بر طبق نتایج به دست آمده، با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، نسبت پتاسیم به کلسیم برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. میزان افزایش در نسبت پتاسیم به کلسیم برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. میزان افزایش در نسبت پتاسیم به کلسیم برگ در تمامی ارقام پیوند شده روی پایه های GF677 در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. در حالی که در پایه های GF677 پیوند نشده میزان افزایش در نسبت پتاسیم به کلسیم تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. این نتایج نشان می دهد، پایه های پیوند نشده قابلیت جذب پتاسیم کمتری نسبت به ارقام پیوندی دارند. همانطور که گفته شد، پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در گیاه در بقای آن در شرایط تنش اساسی است(۳۲ ،۹،۱۱).

ارزیابی اثر تیمار بیکربنات پتاسیم بر محتوی پتاسیم به منیزیم برگ: نتایج به دست آمده از بررسی حاضر نشان داد که با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، نسبت پتاسیم به منیزیم برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. میزان افزایش در نسبت پتاسیم به منیزیم برگ در رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان افزایش در نسبت پتاسیم به منیزیم برگ در تمامی ارقام پیوند شده روی پایه های GF677در هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود. در حالیکه در پایه های GF677 پیوند نشده میزان افزایش در نسبت پتاسیم به منیزیم تنها در سطح ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم نسبت به گیاهان شاهد، معنی دار بود. این نتایج نشان می دهد، پایه‌های پیوند نشده قابلیت جذب پتاسیم کمتری نسبت به ارقام پیوندی دارند. همانطور که گفته شد، پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش بسیار با اهمیت جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در گیاه در بقای آن در شرایط تنش اساسی است(۳۲ ،۸). برخی گیاهان توانایی این را دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در شرایط قلیایی بهتر حفظ نمایند (۳۲).

همبستگی بین صفات: بر طبق نتایج به دست آمده، درصد برگ‌های سبز با محتوی نیتروژن، منیزیم، روی فسفر و آهن دارای همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح ۱ درصد بود. این نتایج حاکی از آن است، هرچقدر درصد برگ های سبز ارقام متحمل‌تر بیشتر باشد، دارای وضعیت مطلوب‌تری از نظر محتوی عناصر غذایی می‌باشند. بر طبق نتایج به دست آمده، درصد برگ های زرد با محتوی نیتروژن، منیزیم، روی فسفر و آهن دارای همبستگی منفی

معنی داری در سطح ۱ درصد بود(جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد، که هرچقدر درصد برگ‌های زرد بیشتر باشد، میزان عناصر غذایی ارقام حساس‌تر، بیشتر تجزیه شده است و حاوی مقادیر کمتری از آنها می‌باشند. دلایل آن را می توان به کاهش تجمع آهن در ساقه هنگامی که محلول غذایی دارای بیکربنات اشاره نمود و یا. طبق گزارشات(۲۷، ۱۳، ۱۰، ۱) بیکربنات از انتقال و حرکت آهن در گیاه جلوگیری می‌کند. بدین ترتیب انتقال آهن به برگ‌های درحال توسعه کم تر شده و توزیع آن در داخل اندام‌های برگ یکنواخت نیستکه ناشی از جلوگیری بیکربنات از رشد برگ و توسعه کلروپلاست می‌باشد (۱۳، ۵، ۱). بنابراین نتایج حاصل از این پژوهش از نظر همبستگی بین صفات نشان داد، هرچقدر ارقام متحمل‌تر بوده در شرایط تنش بیکربنات پتاسیم قادر به جذب مطلوب‌تر عناصر غذایی بوده‌اند، دارای وضعیت مطلوب-تری از نظر عناصر غذایی مورد بررسی بودند و در نتیجه از قدرت رشدی بهتری برخوردارمی‌باشند.

جدول ۵- همبستگی بین صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عناثر غذایی در شرایط اعمال تیمار بیکربنات پتاسیم

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	1								
A2	-.832**	1							
A3	-.858**	.716**	1						
A4	-.344*	.433*	.164	1					
A5	-.312	.325	.409*	.211	1				
A6	-.707**	.580**	.454**	.560**	.288	1			
A7	-.666**	.607**	.434*	.344*	.154	.838**	1		
A8	-.673**	.561**	.678**	.268	.534**	.645**	.650**	1	
A9	-.888**	.868**	.757**	.371*	.309	.662**	.771**	.703**	1

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد با افزایش غلظت بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری، صفات رشدی ارقام مورد مطالعه از قبیل ارتفاع گیاه، قطر پیوندک، درصد برگ های سبز، تعداد انشعابات، وزن تر و خشک، شاخص کلروفیل، محتوی کلروفیل های a، b و کل، محتوی رطوبت نسبی برگ، درصد نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر و محتوی روی و آهن کاهش و درصد نشت یونی و درصد نکروزه شدن برگ ها، افزایش یافت ولی میزان افزایش و یا کاهش در صفات اندازه گیری شده در بین رقم های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی داری را نشان داد. در مجموع کل صفات اندازه گیری شده، رقم شاهرود ۱۲و پس از آن رقم های A230 و شکوفه به عنوان متحمل ترین و ژنوتیپ ۷-۹ و رقم سهند به عنوان حساس ترین ارقام نسبت به غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم تشخیص داده شدند. رقم های شاهرود ۱۲، A230 و شکوفه به خوبی توانستند غلظت ۱۵ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری را تحمل کنند. همچنین رقم شاهرود ۱۲ تا حدی توانست غلظت ۳۰ میلی مولار بیکربنات پتاسیم در آب آبیاری را نیز، تحمل نماید. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع رقم پیوندی در افزایش مقاوت پایه های GF_{677} به غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم موثر است و اغلب ارقام پیوندی (به جز ژنوتیپ ۷-۹ و رقم سهند)، دارای مقاومت بیشتری به غلظت های بالای بیکربنات پتاسیم در مقایسه با پایه های غیر پیوندی بودند.

منابع

۱- اردلان، م.م.و ثواقبی فیروز آبادی، غ. ۱۳۷۶. تغذیه درختان میوه (ترجمه). انتشارات موسسه نشر جهاد. ۲۵۹ صفحه.

۲- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه خاک و آب. ۱۳۰ صفحه

۳- جهانبازی،ح. سید محمد حسینی نصر، س.م. ثاقب طالبی، خ. و حجتی س. م. ۱۳۹۳.اثیر تنش شوری بر فاکتورهای رویشی، پرولین، رنگیزه های گیاهی و جذب عناصر در اندام هوائی چهار گونه بادام وحشی. فصلنامه پژوهش های گیاهی (زیست شناسی ایران) ۲۷ (۵): ۷۷۷-۷۸۷

۴- خلدبرین، ب. و اسلام زاده، ط. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی. ترجمه. انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

۵- خوش گفتار منش، ا.م. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۴۶۲.

۶- دهقانی، ف. علایی‌یزدی، ف. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۰. بررسی کیفیت آب آبیاری در استان یزد از دیدگاه اثرات سوء تغذیه‌ای. نشریه فنی ۲۰۶، نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

۷- شهابی، ع. ا. و ملککوتی، م. ج. ۱۳۸۰. تاثیر بیکربنات آب آبیاری در سبزینگی و غلظت عناصر غذایی در برگ نهال‌های ارقام مختلف سیب. مجله علمی پژوهشی خاک و آب (ویژه نامه مصرف بهینه کود)، جلد ۱۲، شماره ۱۴، صفحه ۱۶۵-۱۵۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۸- شهابی، ع. ا. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۱. نقش بیکربنات در بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در درختان میوه. انتشارات معاونت باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران. صفحه ۲۵۰

۹- عسکری، م. م. امینی ف.و فرجی گ. ۱۳۹۵برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بادام (*Prunus amygdalus* L.) به آلودگی هوای منطقه صنعتی شازند. فصلنامه پژوهش های گیاهی (زیست شناسی ایران) ۸ (۲۸): ۷۸-۶۳

۱۰- ملکوتی، م. ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک (مشکلات و راه حل‌ها)، چاپ دوم با بازنگری کامل، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران.

۱۱- ملکوتی، م. ج. احیایی، م.ع. و خوش خبر، ژ. ۱۳۷۸. بیکربنات آب آبیاری مانعی در راه افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در کشور. نشریه فنی شماره ۶۷. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

۱۲- ملکوتی، م. ج. کشاورز، پ. سعادت، س. و خلدبرین، ب. ۱۳۸۱. تغذیه گیاهان در شرایط شور. انتشارات سنا، تهران، ایران.

۱۳- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۸. ارزیابی روشهای مصرف بهینه کود در باغات کشور. نتایج طرحهای تحقیقاتی در قالب پایلوت از سلسله گزارشات موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.

۱۴- میرسلیمانی، ع. و تفضلی، ع. ۱۳۸۵. تأثیر pH محلول غذایی بر جذب آهن توسط ۴ پایه انگور. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۱۹(۲):۱۲ -۱۷.

15- Alhendawi, R. A., Romheld,V., Kirkby, E. A., Marschner, H., 1997. Influence of increasing bicarbonate concentration on plant growth, organic acid accumulation in roots and iron uptake by barley, sorghum and maize. J. Plant Nutr. 20, 1731-1753.

16- Alvarez-Fernandez, A., Garcia-Lavina, P., Fidalgo,J., Abadia J., Abadia, A., 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. Plant and Soil. 262, 5-15.

17- Barker, A.V., Pilbeam, D.J., 2007. *Handbook of plant nutrition*. CRT/Taylor and Francis, 613 pages.

18- Bertoni, G. M., Pissaloux, A., Morard P., Sayage D. R., 1992. Bicarbonate-pH relationship with iron chlorosis in white lupine. J. Plant Nutr. 15, 1509- 1518.

19- Celik, H.; Katkat, A. V.; Basar,H. , 2006. Effects of bicarbonate induced chlorosis on selected nutrient content and nutrient ratio of shoots and roots of different maize varieties. J. Agronme. 5(2), 369-374.

20- Coulombe, B., Chaney, A., Wiebele, R.L., 1984. Bicarbonate directly induced chlorosis in susceptible soybean cultivars. Soil Sci. Soc. Amer. J. 48, 1297-1310.

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

22- Elkins,R., Fichtner,E.,2016. Causes and Control of Lime-induced Fe Deficiency in California Fruit and Nut Crops. University of California Agriculture and Na tural Resources Publication 21637.

23- Ksouri, R., Gharsalli, M., Lachaal, M., 2005. Physiological response of Tunisian grapevine varieties to bicarbonate-induced iron deficiency. Plant Physio. 162, 335-341.

24- Kopittk, P. M., Menzies, N. W., 2004. Control of nutrient solution for studies at high pH. J. Plant Soil. 266, 343- 354.

25- Lucena, J. J., 2000. Effect of bicarbonate, nitrate and other environmental factors on iron deficiency chlorosis. J. Plant Nutr. 23, 1592-1606.

26- Manul, D.G., Esteban, A., 2002. Bicarbonate and low iron level increase rot to total plant weight ratio in olive and peach rootstock. Plant Nutr. 25, 1021-1032.

27- Mengel, K., Planker, A., Hoffman, B., 2006. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant and Soil. 165(20), 275-283.

28- Nikolic, M., Romheld, V., 2003. Nitrate does not result in iron inactivation in the apoplast of sunflower leaves. J. Plant Physio. 132, 1303-1314.

29- Parker, M.B., Walker, M.E., 1986. Soil pH and manganese effects on manganese nutrition of peanut. J. Agronom. 78, 614-620.

30- Rivero, R.C., Rodrigue, Z., Romera, C.D., 2003. Effects of current storage conditions on nutrient retention in several varieties of potatoes from Tenerife. Food chemis. 80, 445-450.

31- Srivastava, O. P., Sethi, B. C., 1981. Contribution of farm yard manure on the buildup of available zinc in an aridisol. J. Communic. Soil Sci. Plant Analy. 12, 355- 361.

32- Staples, R. C., Toenniessen, G. H., 1984. Salinity tolerance in plants. John Wiley and sons. pp" 443.

33- Valdez-Aguilar, L. A., Reed, D. W., 2007. Response of selected greenhouse ornamental plants to alkalinity in irrigation water. J. Plant Nutr. 30, 441- 452

34- Wallace, A., Wallace, G. A., 1986. Ornamental plant most likely to be killed by iron deficiency and some control measures. J. Plant Nutr. 9, 1009- 1014.

Investigation the amount of macro and micro elements, chlorophyll content and chlorophyll index of selected almond cultivars on the GF677 and GF677 in alkali combinations

Askari A.A.[1], Imani A.[2], Hadavi E.[1] and Khodadadi M.[3]

[1] Dept. of Horticultural Science, Azad, University of Karaj, Karaj, I.R. of Iran

[2] Temperate Fruit Research Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. of Iran

[3] Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, I.R. of Iran

Abstract

Almond is one of fruit trees intemperate zones, and resistant against the drought conditions. The almond is as trees in which these conditions are accumulated and can be obtained a suitable yield with correct management of it. On the other hand, due to having put Iran in the area of semiarid and dry weather, close to 50 percent of the agricultural cultivation to different degrees of bearing with the problem of being alkaline face fitted. In these areas, chlorosis is one of the obstacles to the production of crops. Chlorosis after drought and salinity is the most important and most common ¬ environmental stress at the world including Iran. Therefore, the factorial experiment in completely randomized design with two factors genotype in 11 levels and amount of irrigation water, bicarbonate on 3 levels with three replications in order to investigate the effect of different levels of potassium bicarbonate on developmental characteristics of selected cultivars of almond, on the GF677 rootstock and selection of the most tolerant of graft combinations. Cultivars included Tuono, Nonpareil, Mamaee, Shokofeh, Sahand, Azar, A200, A230 and 7-9 on GF677 and the GF677 (not graft as control) and potassium bicarbonate factor consists of 0 (control), 15 and 30mMpotassium bicarbonate. The results of this study showed that, with the increasing concentration of potassium bicarbonate in the water of irrigation, % nitrogen, potassium, calcium, magnesium and phosphorus, and the content of zinc and iron was reduced and necrotic leaves increased but the rate of increase or decrease in the traits measured in the between cultivars together showed significant differences. In total the traits measured showed that Sh12 anymore and then the cultivars of the A230 and Shokofeh as the most tolerant cultivars and Sahand, 7-9 as the most susceptible cultivars in the high potassium bicarbonate concentrations were detected. Also, Sh12, A230 and Shokofeh could well tolerant in 15 mg potassium bicarbonate concentration in irrigation water. Also Sh 12 30 mM potassium bicarbonate concentration partly would tolerant in the water of irrigation. As well as the results of this study showed that the type of a scion in increase the resistance the rootstock of GF677 to the high concentration of potassium bicarbonate was effective. Most scions (except Sahand and 7-9), has more resistance to high concentrations of potassium bicarbonate in comparison with non-graft rootstock.

Key words: almond, bicarbonate, chlorosis, rootstock, vegetative growth