تأثیر بی‌کربنات موجود در آب آبیاری بر ترکیب شیمیایی گیاه ذرت

فاطمه حاجی‌زاده خنامانی[۱]. محمد حشمتی رفسنجانی[۲]
۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

به منظور بررسی اثر بی‌کربنات موجود در آب آبیاری بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه ذرت آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه انجام شد. تیمار بی‌کربنات به‌صورت آب آبیاری با محلول‌های ۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم در سه تکرار اعمال گردید. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که افزایش غلظت بی‌کربنات در سطح ۴ و ۱۲ میلی‌مولار سبب کاهش معنی‌دار فسفر و در سطح ۸ میلی‌مولار سبب کاهش معنی‌دار غلظت آهن و مس در اندام هوایی گردیده و در دیگر سطوح بی‌کربنات غلظت آهن در اندام هوایی افزایش پیدا کرد. غلظت آهن ریشه نیز در سطح ۸ و ۱۲میلی‌مولار نسبت به سطح ۰ و ۴ میلی‌مولار افزایش پیدا کرد در حالی که غلظت روی در ریشه در همین سطوح نسبت به سطح ۰ و ۴ کاهش پیدا کرد. افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در تمام سطوح باعث کاهش غلظت پتاسیم ریشه و غلظت روی اندام هوایی شد در حالی که افزایش مقدار بی‌کربنات سدیم، در تمام سطوح، غلظت سدیم ریشه و اندام هوایی را افزایش داد.

واژه های کلیدی: غلظت عناصر غذایی، ریزمغذی‌ها، پتاسیم، سدیم

مقدمه

در بسیاری از نواحی کشاورزی آسیا، به ویژه ایران قلیائیت یک عامل مهم محدودکننده محصولات کشاورزی است. تنش قلیائیت توسط کربنات (CO_3^{2-}) و بی‌کربنات (HCO_3^-) ایجاد می‌شود همچنین از هیدروکسید، بورات، آمونیاک، بازهای آلی، فسفات‌ها و سیلیکات‌ها نیز به عنوان عوامل فرعی ایجادکننده تنش قلیائیت نام برده شده است (Argo, 2003). تنش قلیائیت جذب یکسری یون‌های غیر آلی مانند Cl^- و NO_3^- را محدود کرده و بر جذب انتخابی K^+ و Na^+ به مقدار زیادی اثر گذاشته و توازن یونی را به هم میزند (Yang.*et al.*, 2008, 2009). بی‌کربنات زمینه کاهش غلظت عناصر ریزمغذی به‌ویژه آهن و روی را در محلول خاک با افزایش pH خاک فراهم می‌کند (ملکوتی و همکاران ۱۳۷۰). ذرت یکی از محصولات پرکاربرد و درآمدزای کشور است که در زمینه‌های گوناگون ازجمله صنعت و تغذیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماس و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که رشد رویشی ارقام مختلف ذرت در صورت آبیاری با آب حاوی بی‌کربنات کاهش می‌یابد. با توجه به روند کاهش کیفیت آب آبیاری در کشور و اهمیت گیاه ذرت، انجام پژوهش حاضر در بررسی تأثیر بی‌کربنات موجود در آب آبیاری بر جذب عناصر غذایی توسط ذرت، اهمیت پیدا می‌کند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر یون بی‌کربنات بر جذب عناصر غذایی در گیاه ذرت آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. تیمار بی‌کربنات سدیم در چهار سطح ۰، ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مولار به‌صورت آب آبیاری در سه تکرار بر گلدان‌ها اعمال شد. اعمال تیمارهای بی‌کربنات‌سدیم ده روز بعد از کاشت آغاز شد و آبیاری با محلول‌های بی‌کربنات سدیم در سطوح مختلف بر اساس ۷۰ درصد ظرفیت زراعی انجام گرفت. گیاهان پس از گذشت ۸۰ روز برداشت شدند و ریشه و اندام هوایی جدا گردید. ریشه‌ها و اندام هوایی پس از شستشو با آب مقطر، به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون قرار داده شدند، سپس نمونه‌ها توزین و به وسیله آسیاب پودر گردیدند. تهیه عصاره به روش خشک سوزانی خاک و عصاره گیری خاکستر با استفاده از اسید کلریدریک دو نرمال انجام شد. در عصاره به دست آمده غلظت عناصر فسفر، سدیم، پتاسیم، روی، مس، آهن و منگنز اندازه گیری و نتایج به‌دست آمده به وسیله نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر بی‌کربنات سدیم بر غلظت فسفر در اندام هوایی، پتاسیم، روی و منگنز در ریشه، سدیم و آهن هم در ریشه و هم در اندام هوایی در سطح احتمال ۱٪ و غلظت روی، منگنز و مس در اندام هوایی در سطح احتمال ۵ ٪ آزمون دانکن معنی دار شده است. همچنین اثر بی‌کربنات سدیم بر غلظت پتاسیم در اندام هوایی، فسفر و مس در ریشه معنی دار نشد (جداول ۱ و ۲).

فسفر، پتاسیم و سدیم

مقایسه میانگین‌ها (جداول ۳ و ۴) نشان داد با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در محلول آبیاری غلظت فسفر در اندام هوایی نسبت به سطح صفر کاهش پیدا کرده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده غلظت فسفر در اندام هوایی در سطح ۴ و ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم نسبت به سطح صفر کاهش پیدا کرد در حالی که در سطح ۸ میلی‌مولار غلظت پتاسیم کاهش معنی داری با سطح صفر نشان نداد. بیشترین کاهش فسفر در اندام هوایی مربوط به غلظت ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم موجود در آب آبیاری بود. نتایج مشابهی مبنی بر تأثیر یون بی‌کربنات بر کاهش غلظت فسفر در اندام هوایی توسط الهنداوی[1] و همکاران (۱۹۹۷) گزارش شده است، همچنین سیلک[2] و همکاران(۲۰۰۶) گزارش کردن با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در محلول غذایی غلظت فسفر در اندام هوایی و ریشه در گیاه ذرت کاهش می‌یابد. غلظت پتاسیم در ریشه‌ها با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در تمام سطوح نسبت به سطح صفر کاهش پیدا کرد. نتایج نشان می‌دهد غلظت پتاسیم در سطوح ۴ و ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم نسبت به سطح صفر کاهش یافته است بیشترین کاهش در غلظت پتاسیم در ریشه مربوط به آبیاری با محلول ۸ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم بود. از دلایل کاهش پتاسیم در این آزمایش می‌توان به افزایش غلظت سدیم اشاره کرد در واقع می‌توان بیان کرد به علت رابطه آنتاگونیسمی که بین سدیم و پتاسیم وجود دارد افزایش غلظت سدیم مانع از جذب پتاسیم شده است. محققان دیگری نیز گزارش کردند که با افزایش غلظت بی‌کربنات میزان پتاسیم در ریشه کاهش می‌یابد (Pearce *et al.*, 1999). با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در سطح ۸ و ۱۲ میلی‌مولار غلظت سدیم در اندام هوایی افزایش یافت، نتایج نشان می‌دهد با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در محلول آبیاری در تمام سطوح غلظت سدیم در اندام هوایی و ریشه افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات شی و وانگ (۲۰۰۵) و یانگ و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد در حضور بی‌کربنات سدیم غلظت سدیم در گیاه افزایش می‌یابد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت عناصر در اندام هوایی گیاه ذرت

منابع تغیرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		فسفر	پتاسیم	سدیم	آهن	روی	منگنز	مس
بیکربنات	۳	۰,۰۰۳**	۰,۱۴۳^{ns}	۰,۱۰۳**	۴۲۷۴۹,۲۵**	۲۶,۰*	۵۶,۶۴*	۶,۴۳*
خطا	۶	۰,۰۰۰۱	۰,۱۱۶	۰,۰۰۰۶	۴۶۲,۹	۲,۹۶	۷,۷۴	۱,۲۵
ضریب تغیرات	-	۸,۳۶	۱۸,۲۰	۱۲,۵۴	۶,۵۱	۹,۵۲	۶,۴۰	۱۷,۱۵

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار

1- Alhendavi
2- Celik

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت عناصر در ریشه گیاه ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		فسفر	پتاسیم	سدیم	آهن	روی	منگنز	مس
بیکربنات	۳	۰,۰۰۰۲^{ns}	۰,۳۶۵**	۰,۷۴۲**	۸۴۱۱۳۵,۸**	۴۸,۸۶**	۸۶۲,۸۶**	۸,۱۹^{ns}
خطا	۶	۰,۰۰۰۰۶	۰,۰۰۷	۰,۰۵۲	۹۲۷۸۳,۳۸	۲,۰۷	۶۸,۲۹	۲,۷۳
ضریب تغییرات	-	۸,۴۶	۸,۰۸۸	۱۳,۸۱	۴,۵۴	۶,۰۸	۷,۵۴	۷۰۷

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار

آهن، منگنز، مس و روی

نتایج نشان داد که غلظت آهن در اندام هوایی در سطح ۸ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم نسبت به سطح صفر و دیگر سطوح بی‌کربنات سدیم کاهش پیدا کرده است در حالی که در سطح ۴ و ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم غلظت آهن در اندام هوایی نسبت به سطح صفر افزایش پیدا کرد. (جدول ۳). با توجه به نتایج تحقیقات مختلف بی‌کربنات سبب کمبود آهن در رشد خاکی باریک‌برگان (Romheld and Marschner, 1986) و انگور (Romheld, 2000) شده است. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که غلظت آهن در ریشه با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در سطح ۸ و ۱۲ میلی‌مولار افزایش یافته است. افزایش غلظت آهن در ریشه در سطح ۸ میلی‌مولار نسبت به سطح ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم بیشتر بود (جدول ۴). در حالی که کمترین مقدار آهن در برگ مربوط به آبیاری با سطح ۸ میلی‌مولار محلول بی‌کربنات سدیم می‌باشد. از ارزیابی این نتایج می‌توان دریافت که انتقال آهن از ریشه به برگ در شرایط آبیاری با محلول ۸ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم کاهش یافته است. منگل (۱۹۹۵) و کاسگارتن و کایتو (۲۰۰۱) گزارش کردند بیشتر آهن ریشه در آپوپلاست سلول های ریشه ذخیره می‌شود. همچنین نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که حضور یون بی‌کربنات در آپوپلاست، انتقال آهن در گیاهان را کاهش داده به طوری که موجب افزایش pH و رسوب آهن در فضای آپوپلاست سلول‌ها می‌شود. یون بی‌کربنات انتقال آهن از رگبرگ‌ها و آپوپلاست به سیتوپلاسم سلول های برگ را کاهش می‌دهد. به طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که حتی اگر آهن محلول به اندازه کافی در خاک وجود داشته باشد این یون ممکن است جذب نشود و به برگ‌ها انتقال پیدا نکند که به علت رسوب آهن در فضای آپوپلاست سلول‌های ریشه و بافت‌های هادی می‌باشد. (Wiren *et al*., 2000 ; Zribi, 2002 ; Qrtiz.*et al*., 2007)

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف بی‌کربنات سدیم بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی

تیمار بی‌کربنات (میلی‌مولار)	آهن	روی	مس	منگنز	فسفر	سدیم
	mg/kg				درصد	
۰	۲۸۳,۳۳^{c}	۱۶,۹^{a}	۷,۰ ^{a}	۴۵,۱^{a}	۰,۱۶۰^{a}	۰,۰۵۳^{c}
۴	۴۹۵,۰۰^{a}	۲۲,۴^{b}	۸,۰ ^{a}	۴۵,۳^{a}	۰,۱۲۰^{b}	۰,۰۵۶^{c}
۸	۲۱۴,۵۰^{d}	۱۷,۱^{b}	۴,۵^{b}	۴۶,۳^{a}	۰,۱۴۴^{a}	۰,۲۹۵^{b}
۱۲	۳۲۷,۵۰^{b}	۱۵,۸^{b}	۶,۵^{ab}	۳۶,۹^{b}	۰,۰۸۷۳^{c}	۰,۴۲۷^{a}

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

جدول۴- تأثیر سطوح مختلف بی‌کربنات سدیم بر غلظت عناصر غذایی در ریشه

تیمار بی‌کربنات (میلی‌مولار)	آهن	روی	منگنز	پتاسیم	سدیم
	mg/kg			درصد	
۰	۲۲۹۲,۷^{c}	۲۸,۲^{a}	۹۳,۵^{b}	۱,۵۲^{a}	۱,۰۹۳^{c}
۴	۲۲۸۰,۰^{c}	۲۵,۸^{a}	۱۰۶,۵^{a}	۱,۲۷^{b}	۱,۶۶^{b}
۸	۳۳۱۵,۸^{a}	۲۰,۴^{b}	۱۱۳,۵^{a}	۰,۶۸۵ ^{c}	۱,۶۰۲^{b}
۱۲	۳۰۵۳,۰^{b}	۲۰,۱^{b}	۱۰۴,۸^{b}	۰,۹۷۵ ^{b}	۲,۳۰۶^{a}

حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جداول ۳ و ۴) نشان داد با افزایش سطح بی‌کربنات سدیم غلظت روی در ریشه و در اندام هوایی کاهش یافت. بیشترین کاهش در غلظت روی در سطح ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم دیده شد. کاهش قابلیت دسترسی روی در شرایط قلیایی و با افزایش پ‌هاش قبلا گزارش شده است(علی پور و حسینی فرد، ۱۳۸۵) و (Kopittke and Menzies, 2005). افزایش بی‌کربنات سدیم در سطح ۴ و ۸ میلی‌مولار تأثیر معنی داری بر غلظت منگنز اندام هوایی نسبت به سطح صفر نداشت. اما افزایش بی‌کربنات سدیم در سطح ۱۲ میلی‌مولار سبب شد غلظت منگنز در اندام هوایی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کند. نتایج کوپتیک و منزیس (۲۰۰۴)، ویک و همکاران (۲۰۰۶) و عارف (۲۰۱۱) نیز به این نتیجه اشاره می‌کند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در آب آبیاری غلظت منگنز در ریشه افزایش یافته است. بیشترین غلظت منگنز در ریشه مربوط به آبیاری با محلول ۴ و ۸ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم بود، این در حالی است که میزان منگنز در ریشه در سطح ۱۲ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم تفاوت معنی داری با سطح صفر نداشت. غلظت مس در اندام هوایی در سطح ۸ میلی‌مولار بی‌کربنات سدیم نسبت به سطح صفر بی‌کربنات سدیم کاهش معنی داری پیدا کرده است. در حالی که افزایش بی‌کربنات سدیم در سطوح ۴ و ۱۲ میلی‌مولار تأثیر معنی داری بر غلظت مس در اندام هوایی نشان نداد. پارکر و والکر (۱۹۸۶) بیان کردند با افزایش pH در خاک غلظت عناصر غذایی در بادام زمینی کاهش می‌یابد.

نتیجه گیری

براساس نتایج به دست آمده در این پژوهش افزایش غلظت بی‌کربنات سدیم در آب آبیاری سبب کاهش غلظت عناصر فسفر، آهن، مس، روی و منگنز در اندام هوایی و پتاسیم و روی در ریشه‌ها شده است. همچنین نتایج نشان داد با افزایش سطح بی‌کربنات سدیم به ۸ میلی‌مولار غلظت آهن و منگنز در ریشه افزایش پیدا کرده است.

منابع

ملکوتی، م.ج. و س.ع. ریاضی همدانی. ۱۳۷۰ . کودها و حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

علی‌پور،ح، و حسینی فرد، س. ج. ۱۳۸۵. تشخیص و رفع کمبود عناصر غذایی در پسته. انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور.

Alhendawi, R.A., V. Romheld, E.A. Kirkby and H. Marschner. ۲۰۰۸. Influence of increasing bicarbonate concentrations on plant growth, organic acid accumulation in roots and iron uptake by barley, sorghum and maize Journal of Plant Nutrition. 20: 1731-1735.

Argo,B.2003. Understanding pH managment and plant nutrient. Journal of International Phalaenopsis Alliance, 13: 1-5.

Celik, H. and A. V. Katkat. 2006. Effect of bicarbonate induced iron chlorosis and select nutrient and nutrievt ratio of shoot and root of different maize varieties. Journal of Agronomy,5:369-374.

Kopittk, P. M. and N. W. Menzies. 2005. Control of nutrient solutions for studies at high pH. Plant Soil 266: 343354. Mass, E. V., G. L. Hoffman, G. D. Chaba, Journal. A. Poss and M. C. Shannon. 1983. Salt sensitivity of corn at various growth stages. Irrigation. Science, 4:45-57.

Kosegarten, H. and Koyto, H. 2001. Apoplastic accumulation of iron in the epidermis of maize (Zea mays) roots grown in calcareous soil. Physiology. Plant. 113: 515 – 522.

Mass, E. V., G. L. Hoffman, G. D. Chaba, Journal. A. Poss and M. C. Shannon. 1983. Salt sensitivity of corn at various growth stages. Irrigation. Science, 4:45-57.

Mengel, K., Geurtzen, G. 1986. Iron chlorosis in calcareous soils. Alkaline nutritional condition as the cause for the chlorosis. J. Plant Nutrient. 9: 161-173.

Morasles, F., Grasa, R ., Abadia, A., and Abadia,J. 1998. Iron chlorosis paradox in fruit tree, Journal. Plant Nutrient. 21: 815-825.

N. Jarrahi, M. Moez Ardalan, N. Akhlaghi Amiri. 2013. Effect of bicarbonate of irrigation water on absorption of some of micro elements and leaf chlorophyll of some citrus rootstocks in hydroponic culture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 10:389-395.

Parker, M. B. and M. E. Walker. 1986. Soil pH and manganese effects on manganese nutrition of peanut. Journal. Agron. 78: 614-620.

Pearce, R.C., Y. Li and L.P. Bush. 1999. Calcium and bicarbonate effects on the growth and nutrient uptake of burley tobacco seedlings: Hydroponic culture. Journal of Plant Nutrition. 22: 1069-1078.

Qrtiz, P.R., Meza, B.J.C., Garza Requena, F.R., Flores, G.M. and Etchevers Barra, J.D. 2007. Evaluation of different iron compound in chlorotic Italian lemon. Plant Physiology and Biochemistry. 45: 330-334.

Romheld, V. 2000. The chlorosis paradox: Fe inactivation as a secondary event in chlorotic leaves of grapevine. Journal of Plant Nutrition. 23: 1629-1643.

Romheld, V. Marschner, H.1986 Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. Journal of Plant Nutrition. 2: 155-204.

Shi, D., and Wang, D. 2005. Effects of various salt-alkali mixed stresses on Aneurolepidium chinense (Trin.) Kitag. Plant and Soil, 271(1-2): 15-26.

Wik, R.M., Fisher, P.R., and kopsell, D.A. 2006. Iron form and concentration affect nutrition of container-grown pelargonium and calibrachoa. Horticulture science, 41(1): 244-51.

Wiren, N.V., Grusak, M.A. 2000. Summary of IX international symposium of iron nutrition and interaction in plants. Journal of Plant Nutrition. 23: 2083-2102Yang, C., Shi, D., and Wang, D. 2008. Comparative effects of salt stress and alkali stress on growth, osmotic adjustment and ionic balance of an alkali resistant halophyte Suaeda glauca (Bge.). Plant Growth Regulation, 56(2): 179-190.

Yang, C.V., Xu, H.H., Wang, L.L., Liu, J., Shi, D.C., and Wang, D.L. 2009. Comparative effects of salt-stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plants. Photosynthetica, 47(1): 79-86.

Zribi, K. 2002. Effect of bicarbonate on growth and iron nutrition of pea. Journal of Plant Nutrition. 25: 2143-2149.

The effect of bicarbonate irrigation water on chemical composition of maize

F. Hajizadeh[1], M. Heshmati Rafsanjani[2]
1, 2- M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

Abstract
In order to determine the effects of bicarbonate irrigation water on concentration of some mineral nutrients in shoots and roots of maize, a pot experiment was carried out in completely randomized design in three replications. Bicarbonate water was applied in 4 levels (0, 4, 8, and 12 mM Sodium Bicarbonate) as irrigation water. The results showed significant decrease of shoots P concentration in 4 and 12 mM SB treatments, and shoots Fe and Cu concentration in 8 mM SB treatment, while shoots Fe concentration was significantly increased in other treatments. In the roots, Fe concentration in 8 and 12 mM SB treatments was significantly higher than that of 0 and 4 mM SB treatments, while Zn concentration in the mentioned treatments was significantly lower than that of 0 and 4 mM SB treatments. Increasing of sodium bicarbonate concentration in irrigation water, in all of levels, significantly decreased roots K and shoots Zn concentrations, while Na concentration in shoots and roots were significantly increased by it.

Keywords: Nutrients Concentrations, Micronutrients, Potassium, Sodium