اثرهای شوری آب آبیاری و کاربرد روی بر حلالیت کادمیم و روی درخاک و غلظت آنها در گندم

امیر حسین خوشگفتارمنش، حسین شریعتمداری، محمود کلباسی و نجفعلی کریمیان
به ترتیب: دانشجوی دکترا ، استادیار و استاد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان و استاد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

مقدمه

با وجود این که در مورد اثرهای نامطلوب انباشته شدن نمک در خاک و گیاه، تحقیقات زیادی انجام شده، توجه کمتری به نقش شوری در انتقال فلزات سنگین به زنجیره غذایی انسان و دام معطوف شده است (۳). در میان فلزات سنگین، کادمیم دارای اهمیت ویژه ای است؛ زیرا به راحتی جذب ریشه گیاه شده و سمیت آن برای گیاهان بیشتر از سایر فلزات سنگین می باشد (۴). در اراضی کشاورزی، کادمیم موجود در کودهای فسفره، یکی از مهمترین منابع آلودگی خاک با این عنصر سمی است (۲). با وجود این که پ-هاش مهمترین عامل کنترل کننده غلظت کادمیم خاک محسوب شده و به نظر می رسد در خاک های آهکی و قلیایی، غلظت کادمیم محلول خاک ناچیز باشد، اما نتایج مطالعات متعددی نشان داده است که نقش شوری در افزایش حلالیت کادمیم، می تواند مهمتر از نقش پ-هاش باشد (۵،۲). لذا خطر انباشته شدن کادمیم در گیاهانی که در خاکهای شور کشت می شوند وجود دارد. از طرفی به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین روی و کادمیم، کمبود روی در این شرایط تشدید می شود. ضمن این که احتمال افزایش غلظت کادمیم در دانه گندم و کاهش کیفیت غذایی آن نیز وجود دارد (۴).

مواد و روشها

این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو سطح روی (صفر و ۱/۵ میلی گرم روی از منبع سولفات روی در کیلوگرم خاک) و پنج سطح شوری آب آبیاری (شامل صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی مولار کلرید سدیم و ۱۲۰میلی مولار نیترات سدیم) در سه تکرار اجرا گردید. برای اجرای آزمایش، از خاک سطحی یکی از اراضی زراعی استان قم، که دارای مقدار بالای کادمیم کل بود، نمونه برداری شد. در طی ۲۰ سال گذشته، مقادیر بسیار بالایی کودهای فسفره در این خاک استفاده شده است. پس از عبور خاک از الک ۵ میلی متری، ۳ کیلوگرم خاک در هر گلدان قرار داده شد. به نیمی از گلدانها ۱/۵ میلی گرم روی در کیلوگرم از منبع سولفات روی اضافه گردید. سپس گندم رقم روشن (Triticum aestivum cv. Roushan) داخل هر گلدان کاشته شد. بعد از ۴۵ روز، گیاهان از سطح خاک برداشت شده، و غلظت عناصر روی و کادمیم گیاه اندازه گیری شد. بعد از برداشت گیاه، قابلیت هدایت الکتریکی، پ-هاش، و نیز روی و کادمیم در عصاره اشباع اندازه گیری شد. سپس با استفاده از نرم افزار MINTEQA2 ، غلظت گونه های مختلف روی و کادمیم محلول خاک تخمین زده شد.

نتایج و بحث

با افزایش شوری، متناسب با غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری، وزن خشک اندام های هوایی گیاه به طور معنی داری کاهش یافت. از لحاظ وزن خشک اندام های هوایی، اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۱۲۰ میلی مولار کلرید سدیم و نیترات سدیم مشاهده نشد. مصرف سولفات روی، موجب افزایش معنی دار وزن خشک اندام های هوایی گیاه شده و این تأثیر مستقل از منبع شوری بود. افزایش وزن ماده خشک گندم در اثر مصرف سولفات روی، مبین اهمیت روی در رشد رویشی به ویژه در مراحل ابتدایی رشد گیاه می باشد نقش روی در افزایش تحمل گیاه در برابر شوری گزارش شده است (۱). با افزایش غلظت کلرید سدیم آب آبیاری، غلظت کادمیم کل در محلول خاک، به طور معنی داری افزایش یافت؛ در حالی که تیمار۱۲۰میلی مولار نیترات سدیم، تأثیری بر غلظت کادمیم محلول خاک نداشت (جدول ۱).

شوری ناشی از کلرید سدیم تأثیرقابل ملاحظه ای برغلظت گونه یون Cd^{2+} نداشته در حالی که غلظت کمپلکس $CdCl^{+}$ محلول خاک را به طور معنی داری افزایش داد. تیمار ۱۲۰ میلی مولار نیترات سدیم، تأثیری بر غلظت و توزیع گونه‌های کادمیم محلول خاک نداشت (جدول ۱). شوری ناشی از کلرید سدیم آب آبیاری، با افزایش غلظت کل کادمیم محلول خاک، غلظت کادمیم اندام های هوایی گیاه را افزایش داد. در حالی که تیمار ۱۲۰ میلی مولار نیترات سدیم، تأثیر معنی داری بر غلظت کادمیم گیاه نداشت. بنابر این احتمال می رود اثر کلرید سدیم بر قابلیت استفاده کادمیم و انباشته شدن آن درگیاه به دلیل تشکیل کمپلکس های کلروکادمیم ($CdCl_n^{2-n}$) در محلول خاک باشد (۵). با توجه به این که تیمار ۱۲۰ میلی مولار نیترات سدیم، تأثیر معنی داری در افزایش غلظت کادمیم گیاه نداشته، می توان نتیجه گرفت تنش اسمزی اثر قابل ملاحظه ای در افزایش غلظت کادمیم گیاه نداشته است. شوری ناشی از کلرید سدیم و مصرف سولفات روی تأثیری بر توزیع گونه های روی محلول خاک نداشتند. کوددهی روی سبب افزایش غلظت روی کل محلول خاک شد. شوری کلرید سدیم باعث کاهش معنی دار غلظت روی در اندام های هوایی گیاه گردید. کاهش غلظت روی در گیاه، متناسب با غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری بود. تأثیر نیترات سدیم بر غلظت روی دراندام های هوایی گیاه معنی دار نبود. مصرف سولفات روی سبب افزایش غلظت روی در اندام های هوایی گیاه گردید.

در مجموع می توان گفت در خاک هایی که غلظت کلر محلول خاک بالا بوده و مقدار زیادی کودهای فسفره (با ناخالصی کادمیم) طی سال های متمادی مصرف شده است، احتمال انباشته شدن مقادیر بالای این عنصر سمی در گیاه و ورود آن به زنجیره غذایی انسان و دام وجود دارد. مصرف کود سولفات روی ضمن افزایش تحمل به شوری گندم، نقش مهمی در کاهش اثرهای زیان آور کادمیم در شرایط شور خواهد داشت.

جدول ۱- اثر متقابل شوری آب آبیاری و روی مصرفی بر غلظت گونه های مختلف کادمیم عصاره اشباع خاک*

سطح شوری (mM)	Cd_T** ($mg\ L^{-1}$)	Cd^{2+}*** ($\mu g\ L^{-1}$)	$CdCl^{+}$ ($\mu g\ L^{-1}$)	$CdCl_2^{0}$ ($\mu g\ L^{-1}$)
بدون روی				
صفر	^{D}۰/۰۱	^{B}۸/۱	^{D}۱/۹	^{D}۰/۱
۶۰ کلرید سدیم	^{D}۰/۰۳	^{B}۱۰/۵	^{C}۱۷/۲	^{C}۱/۱
۱۲۰ کلرید سدیم	^{C}۰/۱۳	^{AB}۱۴/۲	^{B}۹۹/۸	^{BC}۱۰/۱
۱۸۰ کلرید سدیم	^{A}۰/۵۲	^{AB}۱۸/۵	^{A}۳۰۹/۶	^{AB}۱۸/۵
۱۲۰ نیترات سدیم	^{D}۰/۰۲	^{B}۱۰/۹	^{DE}۰/۵	^{D}۰/۲
با روی				
صفر	^{D}۰/۰۱	^{B}۷/۹	^{DE}۰/۸	^{D}۰/۲
۶۰ کلرید سدیم	^{D}۰/۰۲	^{B}۱۰/۵	^{C}۱۵/۵	^{CD}۰/۹
۱۲۰ کلرید سدیم	^{C}۰/۱۸	^{AB}۱۵/۸	^{B}۸۹/۵	^{A}۲۱/۵
۱۸۰ کلرید سدیم	^{AB}۰/۴۳	^{AB}۱۷/۹	^{A}۳۰۵/۸	^{A}۲۸/۹
۱۲۰ نیترات سدیم	^{D}۰/۰۲	^{B}۱۰/۱	^{D}۲/۱	^{C}۱/۵

*در هر ستون، میانگین های دارای حروف یکسان از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار می باشند.

** Cd_T غلظت کادمیم کل محلول خاک بوده که با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شده است.

***غلظت گونه های Cd^{2+}، $CdCl^{+}$ و $CdCl_2^{0}$ محلول خاک که با استفاده از MINTEQA2 تخمین زده شده است.

منابع مورد استفاده

۱- خوشگفتارمنش، ا.ح.، و ح. سیادت. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. وزارت کشاورزی، معاونت باغبانی، تهران، ایران. ۸۷ صفحه

2- Bingham, F.T., G. Sposito, and J.E. Strong. 1984. The effect of chloride on the availability of cadmium. J. Environ. Qual. 13:71-74.

3- Helal, H.M., S.A. Haque, A.B. Ramadan, and E. Schung. 1996. Salinity-heavy metal interactions as evaluated by soil extraction and plant analysis. *Commun. Soil Sci. Plant* Anal. 27(5-8), 1355-1361.

4- Norvell, W.A., Wu. J., D.G. Hopkins, and R.M. Welch. 2000. Association of cadmium in durum wheat grain with soil chloride and chelate-extractable soil cadmium. Soil Sci. Soc. J. 64:2162-2168.

5- Smolders, E., R.M. Lambergts, M.J. McLaughlin, and K.G. Tiller. 1998. Effect of soil solution chloride on cadmium availability to Swiss chard. J. Environ. Qual. 27:426-431.