Archive of SID

Archive of SID

مجله محیط شناسی، شماره ۳۵، پاییز ۱۳۸۳، صفحه ۸۸-۸۵

بررسی تفاوت اثر نیترات و کلرور کادمیوم بر رشد بوته ها و جذب و ذخیره سازی کادمیوم در ریشه و اندام هوایی گوجه فرنگی در محیط هیدروپونیک

دکتر بهروز عشقی ملایری *

چکیده

در اغلب استانداردهای محیط زیستی، حد مجاز رهاسازی فلزات سنگین در محیط برای تمام ترکیبات یک عنصر به یک اندازه تعیین شده است، حال آنکه اثرهای سمی و توان آلایندگی این عناصر تا حد زیادی به نوع املاح و ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد (Merian, 1991).

در این بررسی به منظور تبیین نقش فرم شیمیایی عناصر سنگین در آثار آلایندگی آنها، اثر کلرور و نیترات کادمیوم به طور جداگانه بر رشد بوته های گوجه فرنگی(*Lycopersicum esculentum*) و همچنین میزان جذب و ذخیره سازی این عنصر توسط ریشه و اندام هوایی این گیاه در حضور املاح فوق مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج حاصل نشان داد که اثر بازدارندگی نیترات کادمیوم بر رشد بوته ها به گونه معنی داری بیشتر از کلرور آن بود. جذب و ذخیره سازی این عنصر توسط اندام های گیاهی نیز در محیط های حاوی نیترات کادمیوم، بمراتب بیشتر از بوته های کاشته شده در محیط های دارای کلرور کادمیوم بود. لذا می توان نتیجه گیری کرد که در ارزیابی آثار آلایندگی عناصر سنگین، چنانچه سازگاری گیاهان با برخی املاح مثل نیترات موجب سهولت ورود این ترکیبات به چرخه های زیستی و آلایندگی بیشتر آنها می گردد، می باید علاوه بر کمیت، به نوع املاح و ترکیب شیمیایی آنها نیز توجه کرد.

کلید واژه

فلزات سنگین، جذب و ذخیره سازی، کادمیوم ، رشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/۴/۲۸

* استادیار دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

سرآغاز

کادمیوم از جمله فلزات سنگین است که به دلیل تشابه برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آن با کلسیم (Bourdene, 1993)، در مراحل جذب ریشه ای با این عنصر رقابت کرده و با اشغال جایگاه کلسیم موجب اختلال در واکنش های حیاتی می گردد(Iwai et al., 1975). همچنین توانایی جایگزینی کادمیوم با روی در واکنش های آنزیمی و تمایل به ایجاد پیوند با رادیکال SH- موجب اختلال در بسیاری از فرایندهای متابولیسمی و ژنتیکی از جمله اکسیداسیون اسیدهای چرب، فعالیت RNA polymerase و فسفریلاسیون اکسیداتیو و ... می گردد (Tyler and Mc Bride., 1982) .

این عنصر همراه با عملیات استخراج و فرآوری معادن سرب و روی، فعالیت های صنعتی و کشاورزی در محیط زیست رها شده و باعث آلودگی هوا، آب و خاک می گردد. به دلیل توانایی انحلال در اسیدها، بخصوص اسیدهای آلی، براحتی وارد چرخه غذایی شده و بنا به توانایی تجمع پذیری در بافت های زنده، حتی حضور مقادیر بسیار جزیی آن در محیط می تواند به ایجاد آثار سوء در موجودات زنده منجر گردد (عشقی ملایری و همکاران، ۱۳۸۲).

اقداماتی که تاکنون در جهت کنترل آلودگی محیط زیست توسط کادمیوم و سایر عناصر سنگین صورت گرفته است، اغلب شامل قوانین و مقررات محدود کننده میزان رهاسازی این عناصر در آب، خاک و یا هواست. اما با وجود آنکه بروز اثرهای سمی و توان آلایندگی فلزات سنگین به ترکیب شیمیایی و نوع املاح آنها بستگی دارد، در اغلب استاندارد های بین المللی زیست محیطی صرفاً به تعیین حد مجاز رهاسازی هر عنصر در محیط (بدون در نظر گرفتن ترکیب شیمیایی آنها) بسنده شده است.

مواد و روشها

به منظور بررسی تفاوت اثر املاح کادمیوم بر رشد بوته ها و میزان جذب و ذخیره سازی آنها در ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی، نیترات کادمیوم به عنوان ترکیبی ضروری و مطلوب برای گیاه و کلرور کادمیوم به عنوان ترکیبی نامانوس انتخاب شدند.

جهت کشت بذر، محیط کشت ژلوز (۸ گرم آگار در لیتر) و برای رشد بوته ها، محیط مایع حاوی محلول غذایی هوگلند[1] مورد استفاده قرار گرفت.

جهت انجام این آزمایش از محیط کشت های استریل با دمای ۲۸ درجه سانتیگراد، pH = ۷و نوردهی ۱۶ساعت در شبانه روزاستفاده شد.

ابتدا بذر های اصلاح شده را در محیط ژلوز کاشته و پس از ۱۵ روز به محیط مایع شاهد و محیط های حاوی محلول غذایی دارای مقادیر متفاوت کلرور یا نیترات کادمیوم (۱۵ الی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) انتقال داده شدند.

بعد از ۸ هفته بوته ها را از محیط کشت خارج کرده و پس از شست و شو به مدت ۲۴ ساعت در اُون با درجه حرارت ۱۲۰°C قرار داده شدند. آنگاه وزن خشک ریشه و اندام های هوایی بوته ها اندازه گیری شد. اثرغلظت های مختلف کلرور و نیترات کادمیوم بر رشد گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از نرم افزار اکسل رابطه کاهش وزن خشک ریشه و اندام های هوایی با افزایش غلظت کادمیوم در محیط های حاوی کلرور، یا نیترات این عناصر، به صورت یک مدل ریاضی ارائه گردید.

مقدار کادمیوم ذخیره شده در ریشه و اندام های هوایی بوته ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد و رابطه قدرت جذب و ذخیره سازی این عنصر با غلظت املاح کلرور یا نیترات کادمیوم در محیط کشت مورد بررسی قرار گرفت.

محیط کشت هوگلند (ابراهیم زاده، ۱۳۷۵)

آب	۱۰۰۰ سانتیمتر مکعب
نیترات کلسیم	۰/۸۲ گرم
نیترات پتاسیم	۰/۵۱ گرم
سولفات منیزیم	۰/۴۹ گرم
فسفات منوپتاسیک	۰/۱۳۶ گرم
تارترات فریک ۵٪	۱ سانتیمتر مکعب
محلول الیگوالمان های (A)	۱ سانتیمتر مکعب
محلول الیگوالمان های (B)	۱ سانتیمتر مکعب

محلول الیگوالمان های (A)

آب مقطر	۱۸۰۰۰ سانتیمتر مکعب
اسید بوریک	۱۱ گر
کلرور منگنز	۷ گر
سولفات آلومینیوم	۱ گر
سولفات روی	۱ گر
سولفات مس	۱ گر
سولفات نیکل	۱ گر
نیترات کبالت	۱ گ
اکسید تیتان	۱ گ
یدور پتاسیم	۰/۵ گ
برمور پتاسیم	۰/۵ گ
کلرور قلغ	۰/۵ گ
کلرور لیتیوم	۰/۵ گ

محلول الیگوالمان های (B)

آب مقطر	۱۸۰۰۰ سانتیمتر مک

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

کلرور باریم	۰/۵ گرم
سولفات استرونسیم	۰/۵ گرم
کرمات پتاسیم	۰/۵ گرم
اکسید مولیبدن	۰/۴۲۵ گرم
تری اکسید آرسنیک	۰/۱ گرم
کلرور کادمیوم	۰/۱ گرم
نیترات بیسموت	۰/۱ گرم
سولفات روبیدیوم	۰/۱ گرم
کلرور سرب	۰/۱ گرم
جیوه	۰/۱ گرم
اسید سلنیک	۰/۱ گرم
فلوئور پتاسیم	۰/۱ گرم

یافته ها

مقادیر وزن خشک اندام هوایی و ریشه بوته های کشت شده در محیط های شاهد و محیط های حاوی غلظت های مختلف کلرور، یا نیترات کادمیوم که در جدول های شماره (۱ و ۲) ارائه گردیده است، نشان می دهد که کلرور کادمیوم در غلظت های بیش از ۹۰ میلی گرم در لیتر دارای اثر کاهشی بر رشد ریشه بوده، به طوری که تاثیر کاهشی غلظت ۱۸۰ میلی گرم در لیتر این ترکیب بر شاخص مذکور، در مقایسه با محیط شاهد به حدود ۹۳٪ رسید. با افزایش مقدار کادمیوم، از رشد اندام هوایی گیاه کاسته شد، به گونه ای که اختلاف مقدار این شاخص در تیمارهای حداقل و حداکثر کادمیوم، حدود ۹۷٪ گردید.

در محیط های حاوی کلرور کادمیوم، رابطه وزن خشک اندام هوایی بوته ها (D.W.S)[۲]و وزن خشک ریشه(D.W.R)[۳] با غلظت کادمیوم (C_{Cd})، به ترتیب از معادلات (۱) و (۲) تبعیت می نمایند:

1) $D.W.S = 339 - 1.64\ C_{Cd}$ $R^2 = 0.91$

2) $D.W.R = 183 - 0.89\ C_{Cd}$ $R^2 = 0.77$

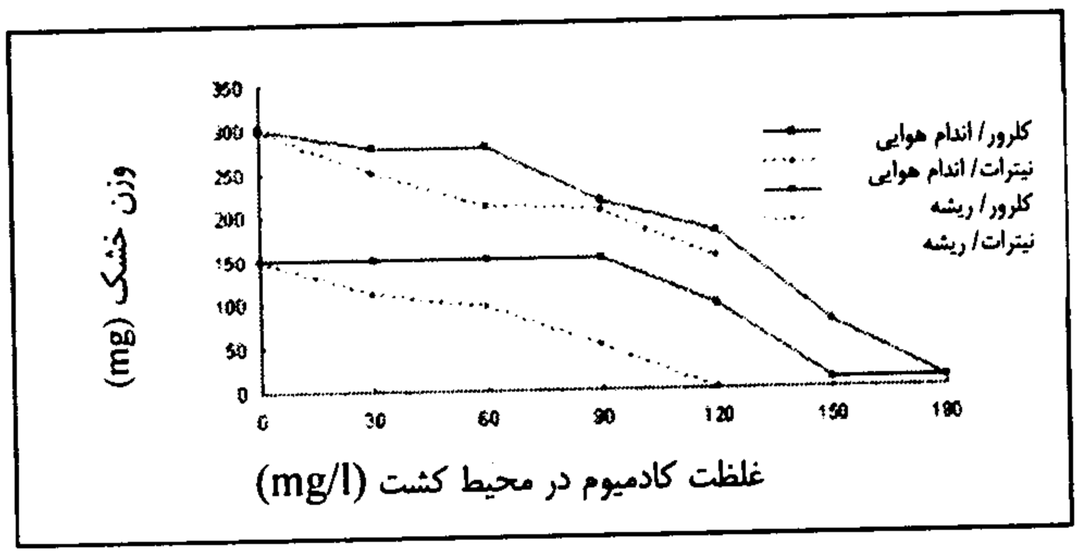
جدول شماره (۱) : میانگین وزن خشک بوته ها در محیط های حاوی نیترات کادمیوم

غلظت نیترات کادمیوم (میلی گرم در لیتر)	وزن خشک اندام هوایی (میلی گرم)	وزن خشک ریشه (میلی گرم)
۰	۳۰۰	۱۵۰
۳۰	۲۵۰	۱۱۰
۶۰	۲۱۰	۹۵
۹۰	۲۰۵	۵۰
۱۲۰	۱۵۰	۰

با افزایش مقدار نیترات کادمیوم در محیط، رشد اندامهای هوایی ریشه گیاه کاهش یافت به طوری که غلظت های بیش از ۱۲۰ میلی م در لیتر این ترکیب موجب مرگ گیاه شدند(نمودار شماره ۱).

جدول شماره (۲) : میانگین وزن خشک بوته ها در محیط های حاوی کلرور کادمیوم

غلظت کلرور کادمیوم (میلی گرم در لیتر)	وزن خشک اندام هوایی (میلی گرم)	وزن خشک ریشه (میلی گرم)
۰	۳۰۰	۱۵۰
۳۰	۲۸۰	۱۵۰
۶۰	۲۸۰	۱۵۰
۹۰	۲۱۵	۱۵۰
۱۲۰	۱۸۰	۹۵
۱۵۰	۷۵	۱۰
۱۸۰	۱۰	۱۰



نمودار شماره (۱): اثرکلرور و نیترات کادمیوم بر رشد اندامهای هوایی و ریشه

تغییرات وزن خشک اندام هوایی بوته ها (D.W.S) و وزن خشک ریشه (D.W.R) براساس غلظت کادمیوم (C_{Cd}) موجود در محیط های کشت حاوی نیترات کادمیوم، به ترتیب از معادلات (۳) و (۴) پیروی می کنند:

3) $D.W.S = 292 - 1.15\ C_{Cd}$ $R^2 = 0.95$

4) $D.W.R = 153 - 1.2\ C_{Cd}$ $R^2 = 0.97$

با بررسی و مقایسه معادلات مذکور، می توان چنین اظهار داشت که اثر بازدارندگی نیترات کادمیوم بر رشد گیاه به گونه معنی داری از اثر کلرور آن بیشتر است.

نتایج حاصل از میزان تراکم کادمیوم در اندام های هوایی و ریشهٔ گیاهان مورد مطالعه در جدول های شماره (۳ و ۴) ارائه گردیده است. بررسی نتایج علاوه بر آنکه بیانگر تراکم بیشتر کادمیوم در ریشه نسبت به اندام هوایی است، نشان دهندهٔ جذب و ذخیره سازی بیشتر این عنصر در شرایط استفاده از نیترات در مقایسه با کلرور کادمیوم نمودارهای شماره (۲ و۳) می باشد. رابطه تراکم کادمیوم در ریشه (Cd.R) و اندام هوایی (Cd.S) بوته ها با تغییرات غلظت کادمیوم (C_{Cd}) در محیط های حاوی کلرور کادمیوم، به ترتیب براساس معادلات (۵) و (۶) بیان می شوند. همچنین معادلات (۷) و (۸)

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

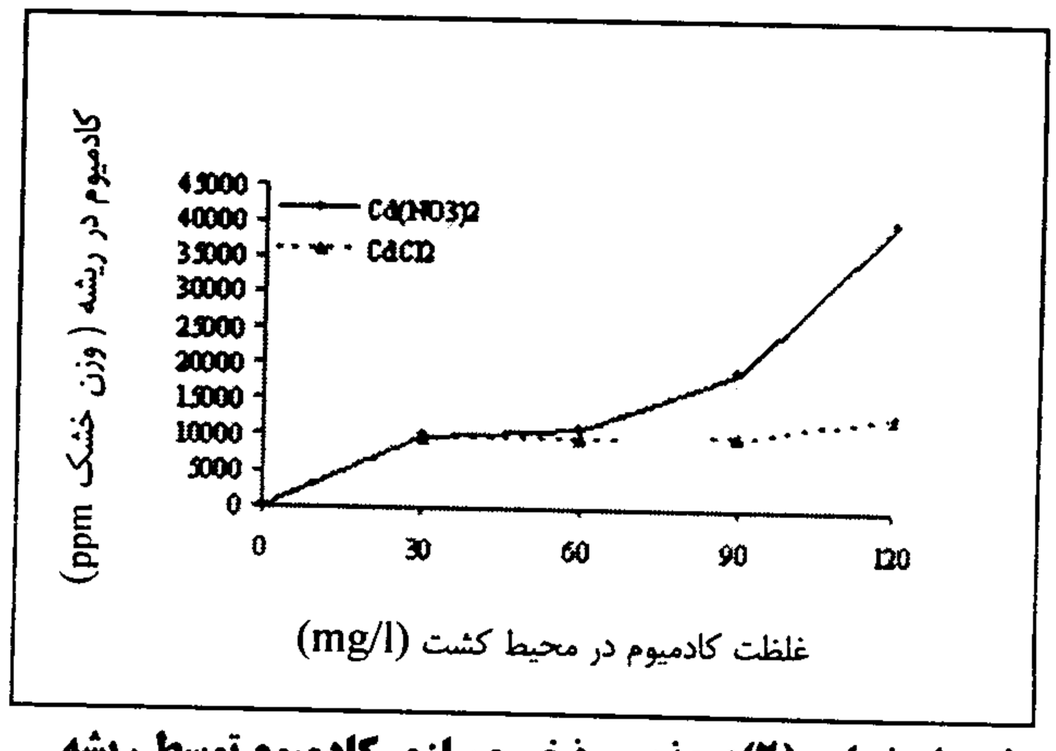
به ترتیب مبین ارتباط تغییرات کادمیوم ذخیره شده در ریشه (Cd.R) و اندام هوایی (Cd.S) بوته ها با غلظت کادمیوم موجود (C_{Cd}) در محیط های حاوی نیترات کادمیوم می باشند.

5) $Cd.R = 88\ C_{Cd} + 3130 \quad R^2 = 0.72$

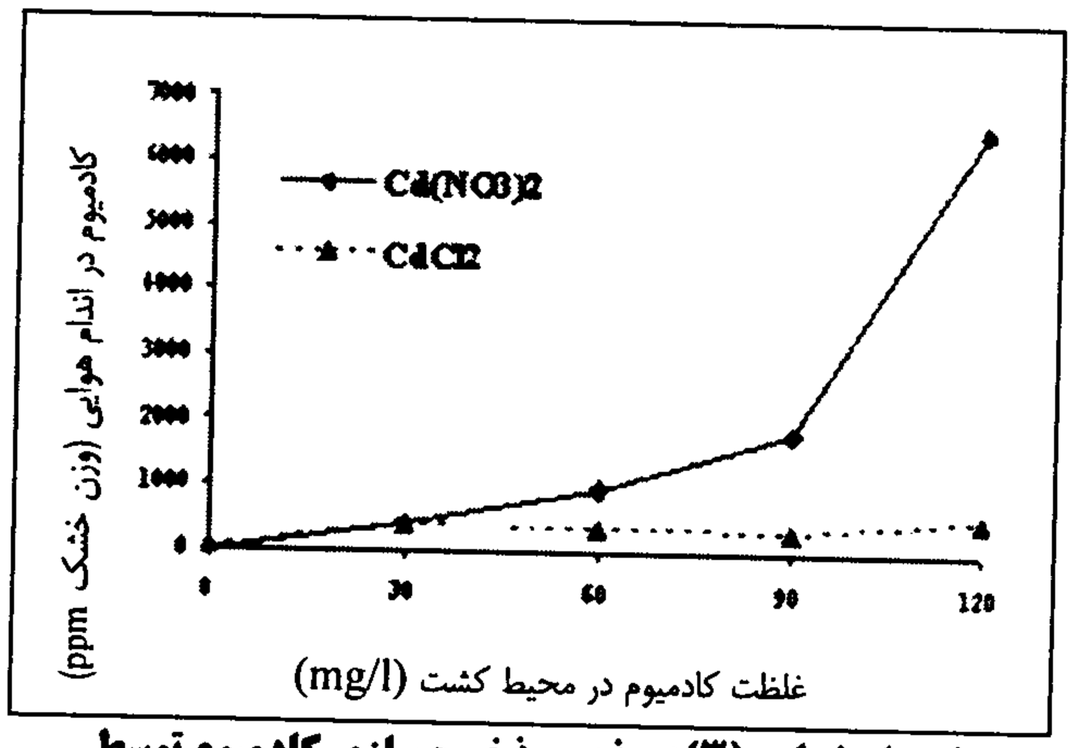
6) $Cd.S = 3.06\ C_{Cd} + 122 \quad R^2 = 0.61$

7) $Cd.R = 297\ C_{Cd} - 1880 \quad R^2 = 0.88$

8) $Cd.S = 48\ C_{Cd} - 950 \quad R^2 = 0.74$



نمودار شماره (۲): جذب و ذخیره سازی کادمیوم توسط ریشه



نمودار شماره (۳): جذب و ذخیره سازی کادمیوم توسط اندام هوایی گیاه

جدول شماره (۳) : جذب کادمیوم توسط بوته ها در محیط های حاوی نیترات کادمیوم

غلظت نیترات کادمیوم (میلی گرم در لیتر)	تراکم کادمیوم در ریشه ppm/ d.w.	تراکم کادمیوم در اندام‌هوایی ppm/ d.w.	نسبت کادمیوم در اندام هوایی به ریشه
۰	۰	۰	۰
۳۰	۹۸۰۰	۴۰۰	٪۴
۶۰	۱۱۰۰۰	۹۵۰	٪۸
۹۰	۱۹۰۰۰	۱۸۰۰	٪۹
۱۲۰	۴۰۰۰۰	۶۵۰۰	٪۱۶

جدول شماره (۴): جذب کادمیوم توسط بوته ها در محیط های حاوی کلرور کادمیوم

غلظت کلرور کادمیوم (میلی گرم در لیتر)	تراکم کادمیوم در ریشه ppm/ d.w.	تراکم کادمیوم در اندام‌هوایی ppm/ d.w.	نسبت کادمیوم در اندام هوایی به ریشه
۰	۰	۰	۰
۳۰	۹۴۵۰	۳۸۰	٪۲
۶۰	۹۷۵۰	۳۵۰	٪۲
۹۰	۹۸۵۰	۳۰۰	٪۳
۱۲۰	۱۳۰۰۰	۵۰۰	٪۴

جمع بندی

- اختلاف معنی دار شدت اثر باز دارندگی نیترات کادمیوم بر رشد گیاه در مقایسه با کلرور این عنصر بیانگر ارتباط آلایندگی فلزات سنگین با فرم شیمیایی آنهاست.
- چنین به نظر می رسد که وجود تفاوت چشمگیر در سمیت و نیز جذب و ذخیره سازی کادمیوم در محیط های حاوی نمک نیترات این عنصر نسبت به محیط های دارای کلرور کادمیوم، به دلیل سهولت جذب ترکیبات نیتراته و در نتیجه سازگاری گیاهان با این ترکیبات به عنوان یکی از منابع اصلی تامین نیتروژن است. این مسئله به گونه ای است که همراه بودن این ترکیبات با عناصر غیر ضروری، آثار سمی بیشتری بر گیاه نسبت به سایر املاح خواهد داشت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده آن است که در بررسی اثر آلایندگی عناصر سنگین و وضع قوانین و استانداردهای زیست محیطی، شایسته است علاوه بر کمیت حضور این عناصر در محیط زیست، کیفیت و فرم شیمیایی آنها نیز در نظر گرفته شود.

یادداشتها

- Hogland
- Dry Weight of Shoot
- Dry Weight of Root

منابع مورد استفاده

ابراهیم زاده، حسن. ۱۳۵۷. فیزیولوژی گیاهی. دانشگاه تهران.

عشقی ملایری، بهروز و همکاران. ۱۳۸۲ .گزارش طرح بررسی اثرا زیست محیطی معدن سرب و روی آهنگران. طرح بین دانشگاه دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه بوعلی سینا.

oudene. 1993. Ces metaux lourd en question. In ollution atmospherique. Vol. 35,139: 56-62

vai. I. et al.,1975. Factors affecting cadmium uptake by e corn plant. Soil Sci. Plant Nutr,21:37-46.

erian. E. 1991. Metals and their Compounds in the ıvironment. VCH Weinheim. New York. Basel, ımbridge: 399-491.

ler L. D. and Mc Bride K. A. 1982. Influence of Ca, l and HumicAcid on Cd Uptake. Plant Soil. 64:259-2.

www.SID.ir

www.SID.ir